



www.forestrycongress.org



Forestry Congress



@ForestryChange



Forestry & Climate Change
(@forestrycon2019)



International Conference on Climate Change and Forestry 12-15 November 2019 Antalya-Turkey

Conference Proceedings



The Foresters' Association of Turkey
Tuna St # 5/8 Kızılay-Ankara
Phone-Fax: 0312 4338413 - 4332664
e-mail:ormancilarder@ttmail.com
www.ormancilardernegi.org

Proceedings of the Conference on Climate Change and Forestry

Editor: Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Co-editors:

Dr. Üstüner BİRBEN

Gizem ŞAHİN

Ankara, 30 Aralık 2019

TOD Publication Number: 49

Graphic Design: Kuban Printing Publishing Co.

İvedik Organize Sanayi Matbaacılar Sit. 1514. Sk. #20 Yenimahalle / ANKARA

Tel. 0 (312) 395 20 70

Printing House Certificate Number: 13403

386 page,

Available at www.ormancilardernegi.org

ISBN: 978-975-93478-6-4 (PDF)

© TOD, 2019

THIS PUBLICATION MAY BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART AND IN ANY FORM FOR EDUCATIONAL OR NON-PROFIT PURPOSES WITHOUT SPECIAL PERMISSION FROM THE COPYRIGHT HOLDER, PROVIDED ACKNOWLEDGEMENT OF THE SOURCE IS MADE. THE FORESTERS' ASSOCIATION OF TURKEY (TOD) WOULD APPRECIATE RECEIVING A COPY OF ANY PUBLICATION THAT USES THIS PUBLICATION AS A SOURCE.

Özden, Sezgin (Ed.) 2019. Proceedings of the Conference on Climate Change and Forestry. 13-14 November 2019, Antalya-Turkey. **ISBN: 978-975-93478-6-4**

No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from TOD.

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Foresters' Association of Turkey concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning delimitation of its frontiers or boundaries. Moreover, the views expressed do not necessarily represent the decision or the stated policy of the Foresters' Association of Turkey, nor does citing of trade names or commercial processes constitute endorsement.

FOREWORD

Forests cover more than one third of land area of the world are coming into focus via the functions and as well as with the goods they have been providing. The understanding of the role of forests for society is increasing rapidly. People, policy makers and politicians all over the world have become interested in and concerned about forests and issues related to forests since the early 1980s. People are engaging themselves and their political representatives in actions aimed at the sustainable management of forests as CO₂ sinks gained the highest global political significance in relation to climate change. As mentioned FAO (2010)¹, "Throughout the world, trees outside forests help mitigate climate change by storing carbon, halting land degradation, providing fuel to substitute fossil fuels and fixing nitrogen to reduce the use of fertilizers" even the trees outside forests has important role. However, the destruction of forests is contributing to the acceleration of further disruption of living systems at the time when human activities and demands are increasing rapidly without evidence of any limit.

The Foresters' Association of Turkey (TOD) was established on December 26th, 1924. It is one of the oldest Civil Society Organizations (CSOs) in the history of Republic of Turkey. TOD is an accredited CSO to the UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). TOD intends to ensure the spread of love for forest, environment and nature through its operations since 1924 and to be established, to raise the awareness of public, to ensure the improvement of science and technique of forestry, and to resolve the problems of forestry as per scientific principles by observing the requirements of country and nation and the benefit of public.

In November 2019, The Foresters' Association of Turkey hosted a conference of multiple working parties related to forests and climate change. The papers and abstracts that follow in this proceeding were presented at this conference entitled "The International Conference on Climate Change and Forestry". Given that the topics were important, timely, and pertinent to scientists worldwide, this international conference brought together 283 scientists, managers and professional foresters to exchange the latest information on forests and climate change, with special focus on forest-based climate change mitigation activities in the future. The principal objectives being to draw attention to existing problems and other studies, and to promote more efficient use of common scientific knowledge. Another important objective was to foster more collaboration and cooperation between those working on such climate change-based forestry studies and related aspects. The conference included of 2 honorary guest speech, namely Dr. John Parrotta (President of IUFRO) and Dr. Robert Mavsar (Deputy Director of EFI), of 3 invited presentations, and of 49 presentations. The main keywords of the conference included: Forests, old-growth forest, biodiversity, emissions, climate change, desertification, carbon sink, climate smart forestry, riparian areas, soil, plantations, certification, changing pathogens, legislation, Paris Agreement, global trade, supply chain, forest fire, urban resilient, artificial neural network models.

These proceedings provide an overview of the current situation in these fields, as well as address some of the future challenges the research is facing. An account of the conference is provided in these proceedings. The proceedings follow largely the format of the Conference and is presented in two parts. Part I presents addresses in the opening and closing ceremonies while Part II covers speaker presentations in the technical sessions. In a few cases also some authors did not make available the full text of their presentations, for which reason only the abstracts are provided. Readers may therefore wish to contact the authors for fuller versions of their presentations.

I express our appreciation to all invited speakers, moderators, contributing speakers, presenters, and conference participants for their contribution to a successful conference. In concluding, I hope that the results and recommendations of that the conference will be a further contribution on the way to achieve the forestry related goals.

Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Editor and the Chair of the Conference

¹ <http://www.fao.org/3/i1960e/i1960e00.pdf>



ACKNOWLEDGEMENTS

The organization committee's members wish to extend their sincere appreciation to all the people who shared their expertise and experience with us during the conference and preparation of this book. And our special thanks to President of The Foresters' Association, the Board Members of TOD, Prof. Dr. Tahsin Akalp head of Scientific Committee, and Prof. Dr. Doğanay Tolunay, Prof. Dr. K. Hüseyin Koç, Prof. Dr. Oktay Yıldız, Dr. Oğuz Çoban, Süleyman Uysal, Hülya Kılıç Hernandez, Serkan Aykut, Hakan Çelik, Elif Naz Duman for their support during the Conference.

We also thank to "ABC Analytical Biotechnology and Environmental Laboratory Devices Industry and Trade Limited Company" for sponsoring the Conference.

Honorary President of the Conference

Hüseyin ÇETİN

(President of the Foresters' Association of Turkey)

International Scientific Committee

Tahsin Akalp, Emeritus Professor	Istanbul University
Ünal Akkemik, Professor	Istanbul University - Cerrahpaşa
Sun Joseph Chang, Professor	Louisiana State University
İsmet Daşdemir, Professor	Bartın University
Altay Uğur Gül, Professor	Manisa Celal Bayar University
Cantürk Gümüş, Professor	Black Sea Technical University
Marc Hanewinkel, Professor	University of Freiburg
Fikret Işık, Professor	North Carolina State University
Kani Işık, Emeritus Professor	Akdeniz University
Nicklas Jansson, PhD	Linköping University
Hüseyin Koç, Professor	Istanbul University - Cerrahpaşa
Nesibe Köse, Associate Professor	Istanbul University - Cerrahpaşa
Shuaib Lwasa, Associate Professor	Makerere University
Cheikh Mbow, Associate Professor	Michigan State University
Tuncay Neyişci, Emeritus Professor	Akdeniz University
大田伊久雄 Ikuro Ota, Professor	University of the Ryukyus
Hans-Otto Poertner, Professor	Alfred Wegener Institute
Alberto Santini, PhD	National Research Council of Italy
田晓晖 Xiaohui Tian, Associate Professor	Renmin University of China
Doğanay Tolunay, Professor	Istanbul University - Cerrahpaşa
Murat Türkeş, Emeritus Professor	Bogazici University
Stephen Woodward, Professor	University of Aberdeen

Organizing Committee

Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN (Chairman of Conference)	A. Hüsrev ÖZKARA M. Metin AVŞAROĞLU A. Ozan ÇEKİÇ Nihat ÖZ Mustafa ÖZER Burhan AYDOĞAN Dursun KEPENEK Muzaffer DOĞRU Hikmet ÖZTÜRK Çağlar KALENDER Hülya KILIÇ Serkan AYKUT	Vice President of FAoT Secretary General of FAoT Accountant Member of Executive Board of FAoT Member of Executive Board of FAoT Member of Executive Board of FAoT Member of Executive Board of FAoT Member of FAoT Member of FAoT Member of FAoT Member of FAoT Member of FAoT Manager of FAoT
Dr. Üstüner BİRBEN (Vice Chairman)		
Gizem ŞAHİN (Vice Chairman)		
Dennis DICKERSON (International Relation Consultant)		

CONTENTS

FOREWORD	III

ACKNOWLEDGEMENTS	IV

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE	IV

ORGANIZING COMMITTEE.....	IV

OPENING SPEECHES

Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN	10
Hüseyin ÇETİN	12
Introductory talk for IUFRO: Interconnecting Forest, Science and People to Address the Global Climate Crisis - John Parrota	14

KEYNOTE ADDRESSES

Climate Smart Forestry to Handle the Impacts of Climate Change on European Forests - Marc Hanewinkel	19
A Hypothesis; The Inherited Adaptive Culture of Trees to Climate Change - Tuncay Neyişçi	22
Changing Climate, Changing Pathogens: Will Threats to Our Forest Ecosystems Increase with Climate Change? - Steve Woodward, Tuğba Doğmuş, Alberto Santini	27

CHAPTER ONE

Riparian Areas as a Tool to Mitigate Climate Change Impacts in Urban Settings: The Case Study of Drama City, Greece - George N. Zaimes, Valasia Iakovoglou, Paschalis Koutalakis ³ , Valantis Kiosses, Georgios Giatas, and Anastasia Savvopoulou.....	31
Changing Climate is Causing to Changes in Growth of <i>Pinus sylvestris</i> in Burabai Region (Kazakhstan) - Ünal Akkemik, Arailym Kopabayeva, Kuralay Mazarzhanova, Nesibe Köse	42
Impacts of Climate Change on Biodiversity: Range Shifts of Species in Time and Place - Kani IŞIK.....	51
What will be the Effects of Converting Oak Forests to Coniferous plantations in the Light of Climate Change? - Nicklas Jansson, Mustafa Avci, Adam Bergner	54

CHAPTER TWO

Forest Plantations – Assessments on Climate Change Interaction - Ali Ömer Üçler.....	59
Evaluation of the Effects of the Directorate of Forest-Village Relations (DoFVR) Firewood Reduction Projects on Climate Change - Ufuk Coşgun.....	67
The Effects of University Education on Climate Change Risk Perception Mehmet Korkmaz, Esmagül Gülsoy.....	75
Is Turkish Forest Engineering Education Adapted to the Climate Crisis? An Evaluation from Academicians Perspective - Cihan Erdönmez.....	81
A Research on Awareness of Climate Change and Environmental Issues Hasan Alkan, Ramazan Özçelik.....	88

CHAPTER THREE

Possible Effect of Climate Change on Potential Distribution Area of <i>Cedrus libani</i> A. Rich Sezgin Ayan, Federico Vessella, Jean Stephan, Javier López-Tirado	100
Adaptation of Mediterranean Forests to Climate Change Project Selin Devranoğlu Tavsels, Semiha Demirbaş Çağlayan, Uğur Zeydanlı, Ayşe Turak	101
How Does Climate Change Affect Tree Species in Turkey? - Nesibe Köse.....	110
Is Climate Change Effecting Decomposition in Forest Ecosystems? A Key Study in Düzce Beech-Chestnut Mixed Forests. Murat Sargıncı, Sule Temür	116
Climate Change Effects on Litter Decomposition and Soil Decomposers Community - Meriç Çakır	118

CHAPTER FOUR

The Paris Agreement as a New Hope for The Forest Law: The Case of Turkey - Üstüner Birben, Gökçe Gençay	126
Mount Ida, Gold Mining and Media Reflections in the Context of Climate Change - Cantürk Gümüş, Altay Uğur Gül.....	132
Developments of Industry Oriented Environmental Legislation and Forest Industry in Turkey - K.Hüseyin Koç, Devrim Karademir, Sedanur Şeker	140
To Take a Photograph of Global Trade of Some Harmful Goods to Climate Change in The World - Erhan M. Kurban.....	152
The Importance of Supply Chain in Biopower Plant with Regards to Climate Change - Fahriye Enda Tolon, Filiz Karaosmanoğlu.....	157

CHAPTER FIVE

The Global Warming Potential of Wood and Fossil-based Fuel Production and Electricity Generation Merve Nazlı Borand	164
Dryland Afforestation Practices in Central Anatolia - Oktay YILDIZ	171
Predicting Late Quaternary Distribution and Future Refugia of Oriental beech (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky) in Asia Minor - Dilşad Dağtekin, Evrim A. Şahan, Thomas Denk, Nesibe Köse, H. Nüzhet Dalfes	177
Functional Relationship Between Old-Growth Forest, Carbon Storage and Climate Change - Ercan OKTAN	183
Ecological Properties of an <i>Pinus brutia</i> Forest Isolated in the Euxine of Turkey - Cumhuriyet Güngöroğlu, Ali Kavgacı, Münevver Arslan	205

CHAPTER SIX

Determination of Forest Fire Monitoring Points Using 0-1 Integer Programming: Karabağlar Sample - Altay Uğur Gül, Ramazan Özçelik	216
Comparing Artificial Neural Network Models for Predicting Relationships Between Climate and Stand Volume Increments - Muammer Şenyurt, İlker Ercanlı, Alkan Günlü, Ferhat Bulut, Sinan Bulut	223
Innovative Pathway to Predict Relationships between Stand Carbon and Climatic Variables: Deep Learning Algorithms - İlker Ercanlı, Alkan Günlü, ...	230
Additive Aboveground Tree Biomass Equations for Estimating Carbon Sink Capacity of Black Pine - Ramazan Özçelik, Altay Uğur Gül, Hasan Alkan	238

Evaluation of Various Climate Variables to Relate Stand Volume and Basal Area: A case study from Kastamonu Forest Planning Unit - Alkan GÜNLÜ, İlker Ercanlı, Sinan Bulut	246

CHAPTER SEVEN

Reducing Carbon Emissions from Selective Logging with Reduced Impact Logging (RIL) Practices on the Yucatan Peninsula, Mexico - Edward A. Ellis, Samaria Armenta Montero, Irving Uriel Hernández Gómez, Peter Ellis.....	254
The Relationship Between Forest Operations and Climate Change - Mehmet EKER, H. Oğuz ÇOBAN.....	260
Exponential Growth in Forest Road Density Creates New Uncertainties in Nature Conservancy: A Case Study of Kastamonu Wildlife Refuges Arif Oğuz Altunel, Tayyibe Altunel	268
Testing the Accuracy of MODIS Fractional Snow Cover Product for the 2017-2018 Snow Season Over Turkey by Using Sentinel 2 MSI Data - Uğur Tuttu, Semih Kuter	274
Global Maps of Forest Cover Change: Application in Forests of Turkey Between 2000-2018 - H. Oğuz ÇOBAN, Mehmet EKER.....	281

CHAPTER EIGHT

Climate Change and Torrent Control - Hüseyin E. Çelik	290
Assessment of Flood Mitigation Service in the Context of Land Use and Climate Change - Betül Uygur Erdoğan.....	298
Perception of Climate Change and Forest Fires Relations in Turkey Gül Tekingündüz, Yalçın Kuvan.....	299

CHAPTER NINE

How to Solve the Problem of Carbon Dioxide Emissions - Sun Joseph Chang.....	302
Effects of the FSC Certification Process on Sustainable Forest Management and Climate Change in the Keles Forest Enterprise (2016-2019 Period) Özgen Dursun, İsmet Daşdemir	303
Is Turkish Forestry Ready for Climate Change? A Legislative Evaluation Sezgin Özden, Cantürk Gümüş	313
Analysis of Climate Change Issues in Uganda's Forestry - Henry Eric MAGEZI, Taner Okan	322
Job Satisfaction of Poplar Producers and Its Effects on Climate Change (Example of SAR) Aşkın Bozkurt, İsmet Daşdemir.....	330

CHAPTER TEN

Greening Urban Resilient Landscapes; Planting Design and Plant Selection Approaches for Adapting in Climate Change - Cengiz Acar, Habibe Acar, Norbert Kuhn	340
Green Infrastructure Systems in the Context of Sustainable Urban Development and Climate Change - Banu Çicek Kurdoğlu, Sultan Sevinç Kurt Konakoğlu, Oğuz Kurdoğlu	349
Role of the Forest Management Certification in Mitigating Climate Change Turkey Türkoğlu, Ahmet Tolunay.....	355
The Perception of Urban People on Climate Change and Its Effects: The Case Study of Isparta Province in Turkey - Ahmet Tolunay, Mustafa İlker Sürer, Mehmet Özmiş, Türkay Türkoğlu	362
Bankruptcy of Nature Conservation Paradigm in Mountain Areas Management: Evaluation in Terms of Climate Crisis (Eastern Blacksea Case) - Oğuz Kurdoğlu	375



OPENING SPEECHES



Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Distinguished Colleagues, Dear Guests, Ladies and Gentlemen,

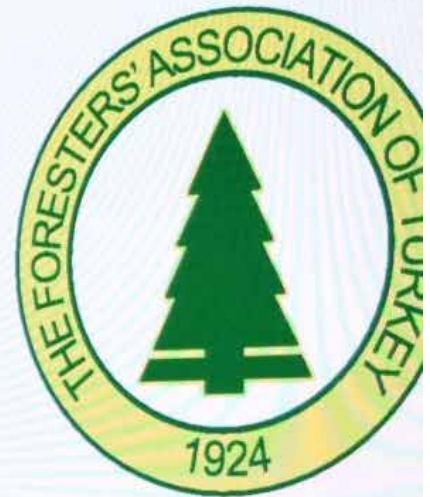
A very good morning to everyone, and Welcome to Turkey. Thank you, for joining us, at the ICCCF'19, here in Antalya. I would like to present my compliments to all academic colleagues and administrative authorities, and NGO representatives, honored guests participating in this opening ceremony and express to you my deep satisfaction for sharing this important moment.

We are very grateful to the Foresters' Association of Turkey for their tremendous support they have provided as host and to the Conference Organizing Committee, particularly Hüseyin ÇETİN as president and Hüsrev ÖZKARA as vice president, and to Honorary Guests (John Parrotta, President of IUFRO and Robert Mavsar, Deputy Director of EFI), our keynote/invited speakers (Prof. Dr. Marc HANEWINKEL, Prof. Dr. Stephen WOODWARD, Prof. Dr. Tuncay NEYİSCI, Prof. Dr. Murat TURKES). I also want to thank my team Dr. Üstüner Birben and Res. Assist Gizem Şahin, the secretariat, for all their efforts in preparing for this conference.

We are indeed honored to have you here with us. We have more than 200 participants from 15 countries gathered here today, making our congress a truly international with their presence. Their presence is also an opportunity to establish new scientific and professional bridges with other geographical realities. We are also interested to learn from this cooperation of many different organizations, countries and backgrounds. We are eager to exchange our views and experiences. It will not always be easy to come to a compromise, but it will prove useful to learn more about the differences in forest-related concepts. As long as we can remember, forests have helped us to live better lives. Forests are a source of life, but they do not always get the respect they deserve. Forests and forestry will no longer be considered in isolation. You who are present here today are setting a scene for even better and improved partnership for forests. And, there is climate change, -- is a major global threat and is exacerbating water stress and food vulnerability and putting thousands of communities at risk. For instance, the World Health Organization estimates that about one hundred fifty thousand people lost their lives over the last 30 years due to excessive rainfall and climate change related warming, and this amount may be double by the year 2030. Not all threats to nature can be tackled at the national level, and international cooperation is required to combat these threats. Twenty-seven years ago, governments came together at the Earth Summit in Rio and they began with the idea that the world needed to change the way it was treating its environment. And from that single idea, a movement began. A movement that, four years ago, resulted in the Paris Agreement. Today, in record time, one hundred eighty-seven Parties have ratified of one hundred ninety-seven Parties to the Agreement, making it possible that we go from the era of hope... to the era of implementation. And now, we have a clear

Prof. Dr. Sezgin Özden

Chair of the Conference



path forward to truly address climate change and sustainable development. The agreement sets out a more robust institutional framework to enhance transparency around adaptation commitments and progress. Yet, it is an incomplete journey.

As the World Meteorological Organization reported in the State of the Global Climate in twenty-eighteen: twenty-eighteen was the fourth warmest year on record, from twenty-fifteen to twenty-eighteen were the four warmest years on record as the long-term warming trend continues; Ocean heat content is at a record high and global mean sea level continues to rise. Arctic and Antarctic sea-ice extent is well below average; Extreme weather had an impact on lives and sustainable development on every continent. Average global temperature reached approximately 1 degree celcius above pre-industrial levels. We are not on track to meet climate change targets and rein in temperature increases. UN Environment reports we face similar challenges with respect to global emissions levels: national pledges only bring a third of the reduction in emissions we need by twenty-thirty to meet climate targets. The message cannot get any clearer. We no longer have the luxury of time.

It is essential to integrate forests as a significant component of future actions and mechanisms for combating climate change and into future strategies. And this, naturally, includes the wise management of the world's forests. The result, it is hoped, will be to the benefit of those countries represented here, which are involved. Your presence here today shows the importance of forests and woodlands in addressing mitigation and adaptation to climate change. It also shows that the challenges we face today require us to work together, with partners. Alone, nobody will be able to end this battle. This needs to be a joint effort of governments, civil society, the private sector and international agencies. Personally, I look very much forward to hearing about the latest developments in. And, I am confident that the ideas exchanged during this conference will be an inspiration for us all, and help us to make decisions that will lead to improvements in addressing mitigation and adaptation to climate change.

Let me now close with a quote of the founder of Modern Turkey, Mustafa Kemal Atatürk: "The eyes not able to see the green are deprived from color pleasure. Make an afforestation here, in such a way that even a blind person might be able to notice that he/she is among the greenery."

Wishing you all a successful and enlightening conference.

Thank you very much



Hüseyin ÇETİN - (President of the Foresters' Association of Turkey)

Sayın IUFRO Başkanı, Sayın EFI Başkan Yardımcısı, davetli konuşmacı olarak yurtdışından ve yurtiçinden katılan değerli akademisyenler, konferansımıza bildirileri ile destek veren biliminsanları, Türkiye Ormancılar Derneğinin değerli üyeleri, kurum temsilcisi misafirlerimiz, hanımefendiler beyefendiler ve değerli basın mensupları

Sizleri 1924 yılında kurulmuş ve bugün 95 yaşında bir çınar olan; ülkemizin en eski sivil toplum örgütlerinden birisi olan Türkiye Ormancılar Derneği adına saygıyla selamlarım.

Türkiye Ormancılar Derneği Cumhuriyet ile birlikte kurulan, Cumhuriyet devriminin kazanımlarını savunan, çağdaş değerlere sıkı sıkıya bağlı, ülkenin ve dünyanın ormanlarının korunmasını amaç edinmiş sadece Türkiye'nin değil Dünyanın da en köklü meslek örgütlerinden birisidir. Bu temel ilke ve amaçlar ışığında Dünya ormanlarının sürdürülebilir olarak, akla ve bilime uygun olarak yönetilmesi, kamu yararı ilkesi doğrultusunda doğanın korunması ve işletilmesi için her türlü çabayı destekleyerek 1951 yılından beri "Kamu Yararına Çalışan Dernek" statüsünde, ülke çapında 2 şubesi 27 temsilciliği ve 2000'e yakın üyesi ile çalışmalarına devam etmektedir.

Derneğimiz bu güne kadar bir çok ulusal bilimsel toplantı düzenlemiş ilk olarak da 2015 yılında Dünya Ahşap Günü etkinliklerini yurtiçi ve yurtdışından partner kuruluşlarla organize etmiştir. Bugün ilk defa olarak; tamamen Türkiye Ormancılar Derneğinin organizasyonunda uluslararası bir kongre düzenliyoruz. Kongremizin temasını Dünyanın gündeminde olan ve mesleğimizi de yakından ilgilendiren iklim değişikliği ve ormancılık olarak belirledik.

Sayın konuklar, hepinizin bildiği gibi, Dünyanın yaşı düşünüldüğünde daha dünden beri dünyada var olan insanoğlu, kapitalist ekonomik politikalar ve üretim sistemleri nedeniyle milyarlarca yıllık doğal kaynakları yok etmekte, dünyanın sonunu getirecek çevre kirliliği sorunlarına neden olmaktadır.

Son 150 yılda, ortalama sıcaklık dünyada neredeyse 0,8 °C ve Avrupa'da da yaklaşık 1 °C artmıştır. Emisyonları sınırlandıracak küresel eylemde bulunulmazsa, IPCC 2100'a kadar küresel sıcaklıkların 1,8 °C ila 4,0 °C kadar daha ısınabileceğini söylemektedir. Bu, sanayi devriminden bu yana kaydedilen sıcaklık artışının 2 °C'yi aşacağı anlamına gelmektedir. Bu eşiğin geçilmesi küresel felaketlere neden olabilecek ve Dünyadaki yaşamı yok edebilecektir.

İklim değişikliğinin etkileri şimdiden gözlenmekte birlikte, gelecekte daha da belirgin hale gelecekleri tahmin edilmektedir. Aşırı sıcaklar, kuraklık ve ani su baskınları gibi olağanüstü hava olaylarının daha sık ve yoğun olarak yaşıyoruz. Bu olumsuzluklar ormanlar başta olmak üzere; doğal ekosistemler, insan



sağlığı ve su kaynakları üzerinde bir takım olumsuz etkilere yol açmaktadır. İklim değişikliğinin önüne geçmek için, küresel sera gazı emisyonlarının önemli oranda azaltılması gerekmektedir ve bu amaçla ormancılık çok önemli bir araçtır.

Ormansızlaşmanın önüne geçmek için kırsal yoksulluk ve endüstriyel saldırının mutlaka önüne geçilmelidir. Sera gazı salımını azaltma çabalarına ek olarak mevcut ormanlar korunmalı, yeni ormanlar kurulmalı, bozuk ormanlar rehabilite edilmelidir. İnsanoğlu olarak yaşam biçimimizde köklü değişiklikler yapmamız gerekiyor. Bize ihtiyaç olarak gösterilen birçok şeyin aslında ihtiyacımız olmadığını görmemiz gerekiyor.

Önümüzdeki ay Şili'de toplanması planlanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansının iptal edilmesi bu toplantıyı daha da önemli hale getirmiştir. Bu toplantı sonunda tüm Dünyaya güçlü bir mesaj verilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir.

Sözlerimi sonlandırırken Bilim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Tahsin AKALP nezdinde Konferansa gönderilen bildirilerin bilimsel denetimini yapan ve 11 ülkeden konunun uzmanlarından oluşan tüm Bilim Kurulu üyelerine teşekkür ederim.

Konferansımıza onur konuğu olarak şeref veren IUFRO Başkanı Sayın John PARROTA'ya ve EFI Başkan Yardımcısı Sayın Robert MAVSAR'a katılımları için Derneğimiz adına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Konferansın davetli konuşmacıları Almanya'dan Prof. Dr. Marc HANEWINKEL, İngiltere'den Prof. Dr. Stephen WOODWARD ülkemizin seçkin akademisyenleri Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ ve aynı zamanda Derneğimiz Batı Akdeniz Şube Başkanı Prof. Dr. Tuncay NEYİŞÇİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Kongreye bildirileri ile değer katan dünyanın dört bir yanından gelen biliminsanları ve bu önemli etkinliği izlemek için aramızda bulunan misafirlerimize de Derneğimiz adına hoş geldiniz diyoruz.

Konferans, Derneğimizin Yönetim Kurulu Üyesi Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN başkanlığında Yönetim Kurulu üyelerinin de içinde bulunduğu bir organizasyon komitesi tarafından bir yıldan fazla süren yoğun bir çalışmayla hazırlandı. Başta Kongre Başkanı Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN ve Başkan Yardımcıları Dr. Üstüner BİRBEN ile Gizem ŞAHİN'e ve tüm organizasyon komitesi üyelerine teşekkür ederim.

Konferans sonuçlarının ülkemize, Dünyaya ve tüm insanlığa yararlı sonuçlar üretmesini gönülden diler, saygılar sunarım.



Introductory talk for IUFRO: Interconnecting Forest, Science and People to Address the Global Climate Crisis

14

Dr. John Parrota - *President, International Union of Forest Research Organizations*

I would like to thank the conference chairman Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN for his kind invitation to participate in this conference (International Conference on Forestry and Climate Change) organized by the Foresters' Association of Turkey. On behalf of IUFRO, I would also like to also congratulate the Association on its 95th anniversary.

It is a special pleasure to be here in Turkey, only the 2nd time for me. My first visit was 30 years ago, when I and my wife spent a couple of weeks in western Anatolia and Istanbul, where we enjoyed the beauty of the Turkish landscapes, its rich history and culture, wonderful food, and generous hospitality of its people.

This morning, I would like to say a few words about the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), and its work related to forest and climate change. IUFRO is an organization even older than the Foresters' Association of Turkey. IUFRO was founded 127 years ago, in 1892.

Today, IUFRO includes approximately 630 member organizations in 126 countries, representing an estimated 15-20,000 scientists worldwide. Here in Turkey, IUFRO has 6 member organizations – 4 universities and 2 research institutes. There are also 8 scientists serving as officeholders in a variety of specialized Research Groups and Working Parties.

IUFRO provides a unique platform for international research collaboration within and between all fields of forest science.

IUFRO's Mission is to advance research excellence and knowledge sharing, and foster development of science-based solutions to forest-related challenges for the benefit of forests and people worldwide.

While the work we do is extremely broad, our Strategy has 5 priority focus areas: (1) Forests for People; (2) Forests and Forest-based Products for a Greener Future; (3) Biodiversity, Ecosystem Services and Biological Invasions; (4) Forest, Soil and Water Interactions; and of course – (5) Forests and Climate Change.

IUFRO facilitates research collaboration, as well as scientific synthesis and communications to our members, forestry practitioners, decision-makers and other stakeholders. This happens in a variety of ways.

First, through meetings, publications and other collaborative activities within and between our nine permanent **Divisions**. These Divisions include a total of about 250 specialized Research Groups and Working Parties that focus on specific topics across the spectrum of biophysical and social sciences related to forests. On average, about 70-80 IUFRO meetings are held each year, most of them organized by Divisions and their units.

IUFRO also establishes **Task Forces** within each 5-year IUFRO Board term to advance interdisciplinary cooperation in research fields that span two or more IUFRO Divisions. Task Forces focus on emerging key issues that are of great interest to policy makers and groups inside and outside the forest sector and contribute to international processes and activities.

At present, we have 9 Task Forces. At least 6 of these are concerned with various aspects of climate change.

- Forest Education (a collaboration between IUFRO and the International Forestry Students Association)
- Monitoring Global Tree Mortality Patterns and Trends
- Fire\$: Economic Drivers of Global Wildland Fire Activity
- Forests and Water Interactions in a Changing Environment
- Transforming Forest Landscapes for Futures Climates and Human Well-Being
- Gender Equality in Forestry
- Resilient Planted Forests Serving Society & Bioeconomy
- Strengthening Mediterranean Nursery Systems for Forest Reproductive Material Procurement to Adapt to the Effects of Climate Change
- Unlocking the Bioeconomy and Non-Timber Forest Products

IUFRO has a number of Special Programs and Projects, including Special Programme for Development of Capacities. Thanks to the support of our donors, IUFRO-SPDC has been able to provide capacity development and institutional support to regional forest research networks focused on a few key issues, notably forest landscape restoration and combatting desertification, and communicating forest science to the public and to policy-makers.

IUFRO also leads two Joint Initiatives of the Collaborative Partnership on Forests (CPF) - Global Forest Expert Panels (GFEP) and the Global Forest Information Service (GFIS).

The Global Forest Expert Panels are one of our most effective mechanisms for addressing the needs of policy-makers. These Panels primary objective is to support more informed decision-making at the global level. Each of these assessments are carried out by thematic Global Forest Expert Panels uniting leading scientists from around the world. Since 2009, GFEP has carried out 7 assessments on a number of issues that are high on the international forest and related environmental agendas.

GFEP reports and policy briefs provide objective, independent, and multidisciplinary scientific assessments of key global issues. They are highly regarded in international policy circles and receive extensive media coverage globally.

Returning to the Work of our Task Forces, I would like to highlight a couple that may be of particular interest to conference participants.

The first is the Task Force on “Transforming Forest Landscapes for Future Climates and Human Well-Being”, led by Prof. Andreas Bolte from the Thünen Institute in Eberswalde, Germany. This is a collaborative effort involving approximately 40 scientists from all continents with expertise in silviculture, ecology, nursery practice, forest health, and other biophysical and social science disciplines. The Task Force is dedicated to strengthening the scientific basis for transforming forest landscapes to climate-resilient land use systems that provide a broad spectrum of environmental services requirements of

current and future societies, and enhance the contribution of forests to attainment of the Sustainable Development Goals. Over the next two years, the Task Force will focus on three main activities:

- Establish **scenarios and projections for future forest landscape development** referring to climate change and varying societal requirements for global regions;
- Analyses towards **best practice approaches** for forest landscape preservation, restoration and adaptive management;
- Developing suitable **outreach and education as well as R & D schemes** on forest landscape issues for different stakeholder groups (focusing on practising professionals, policy makers and decision makers) and the public.

Another new Task Force (which deals broadly on strengthening the capacity of Mediterranean nursery systems) recognizes the need to deal with the multiple human and environmental stressors that are adversely affecting forests, their biodiversity and capacity to provide multiple goods and environmental services. This work, coordinated by Dr. Fulvio Ducci (Italy), includes members from throughout the Mediterranean region (including: Gaye Kandemir, Forest Research Institute, Ankara, Turkey - EuFor-Gen national coordinator), has the following objectives.

- Support the establishment and phased implementation of a regional strategy for the conservation and sustainable management of Forest Genetic Resources needed for new plantations for ecosystem services and social/urban forestry. This will involve close collaboration between IUFRO scientists and with FAO through FAO's Silva Mediterranea Working Group 4
- To strengthen technical capacities in the field of monitoring and management of forest reproductive materials to keep their genetic variability intact and adopt their proper use, either throughout the nursery system, and at the sites of plantations. Strong emphasis on the entire nursery supply chain and development of decision-support tools
- To support the preparation of the upcoming 2023 State of Mediterranean Forests by FAO.

Much of what we do these days in the global network of forest scientists represented by IUFRO is related in one way or another to climate change. Our objective is to better understand both the impacts of climate change on forests and people as well as the development of viable mitigation and adaptation options based on a solid scientific foundation.

In addition to the work done within our Divisions, Task Forces and IUFRO-led initiatives, we also carry out a number of capacity-building activities worldwide. These include knowledge-sharing workshops, trainings and development of practical tools and guidelines to help guide forest managers and policy-makers in their efforts to avoid and reverse forest and land degradation worldwide, as well and combat desertification, especially in Asia and Africa.

We are living in a time of rapid environmental, economic, social and technological change. These changes present critical multi-dimensional challenges for forests, and people. The challenges we face as foresters and scientists– and more broadly as members of society and residents of this planet – are not confined by national political boundaries. Whether we are talking about climate change and its impacts, forest health, biodiversity conservation or any number of other topics – international forest science collaboration is essential.

In my view, we also need to expand our reach well beyond the boundaries of forest science and broaden our collaborative relationships, communications and outreach activities with diverse audiences, including scientists in other disciplines, decision makers, communities and land-owners, the general public and especially with children and youth. In doing so, we can truly interconnect Forest, Science and People to effectively deal with the global climate crisis.

I look forward to the next two days here at this important conference here in Antalya, and to discussing how we, as forest scientists, can work together to develop and better communicate viable solutions to the serious challenges facing forests and all who depend on forests.

Thank you very much!



KEYNOTE ADDRESSES



Climate Smart Forestry to Handle the Impacts of Climate Change on European Forests

Marc Hanewinkel¹

¹ Chair of Forestry Economics and Forest Planning, Albert-Ludwigs-University Freiburg, Tennenbacherstrasse 4, 79106, Freiburg, Germany, marc.hanewinkel@ife.uni-freiburg.de

Abstract

The paper analyzes the potential of European Forests to contribute to Climate Change mitigation by introducing an approach that has triggered the attention of researchers and decision makers in forestry under the name "Climate Smart Forestry" (CSF). Using this approach, the amount of European temperate and boreal forests that today sequester up to 12% of Europe's annual carbon emissions could be doubled (Nabuurs et al. 2017, 2015). Different measures to achieve this goal are named and analyzed in the paper.

Keywords: Climate Smart Forestry, Climate Change, Mitigation, Adaptation

INTRODUCTION

European forests are within the most diverse ecosystems covering about 160 M ha. Major challenges are the impacts of Climate Change and a related increase of biotic and abiotic disturbances (Kauppi et al. 2018, Nabuurs et al. 2015).

In a simulation study (Yousefpour et al. 2018) where forest carbon density was manipulated through management, we analyzed the contribution of fast-growing tree species to CSF compared to slow-growing hardwood to maximize their climate mitigation potential. The study takes into account not only forest resource potentials in sequestering carbon, but also the economic impact of regional forest products and discounts both variables over time. We show what measures have to be taken to optimize the role that forests can have in mitigating Climate Change by at the same time adapting them to changing climatic conditions.

MATERIALS AND METHODS

We used the process-based forest model 4 C to simulate European commercial forests' growth conditions and coupled it with an optimization algorithm to simulate the implementation of CSF for 18 European countries encompassing 68.3 million ha of forest (42.4% of total EU-28 forest area). For more details see Yousefpour et al. (2018).

RESULTS

We found a European CSF policy that could sequester 7.3–11.1 billion tons of carbon, projected to be worth 103 to 141 billion euros in the 21st century. An efficient CSF policy would allocate carbon sequestration to European countries with a lower wood price, lower labor costs, high harvest costs, or a mixture thereof to increase its economic efficiency (Yousefpour et al. 2018).

DISCUSSION

Further implications of CSF are discussed in the light of increasing the resilience of European forests by taking into account the change of productivity and disturbance regimes of different tree species. The importance of introducing robust decisions under deep Climate Change uncertainty is emphasized and a general framework to implement this type of decisions in European forest management is presented. Earlier studies (Nabuurs et al. 2015, 2017) have shown that using Climate Smart Forestry that mitigation effects of European forests could nearly double to 25% of the actual emissions. Main measures to be taken to achieve this goal are e.g. to bring down stocks in storm-prone or highly stocked areas, to reduce drainage in peat areas, to implement strict reserves in remote areas and regenerate and plant adapted species in outgrown coppice forests (Nabuurs et al. 2017).

CONCLUSIONS

The optimization of adaptation to Climate Change by at the same time improving the mitigation potential is complex task that has to be tackled by the whole forest sector in Europe under the label "Climate Smart Forestry". Not also sinks, but also products and energy substitution have to be included by setting the right incentives. The European Union should thereby set an overall framework target, which it wants to achieve through its forest and forest sector that should then be allocated to the member states. The member states should then create policies, economic programs and instruments to stimulate locally specific measures in a Climate Smart Forestry and forest sector.

REFERENCES

- Kauppi, P., Hanewinkel, M., Lundmark, L., Nabuurs, GJ., Peltola, H., Trasobares, A. and Hetemäki, L. (2018). Climate Smart Forestry in Europe. European Forest Institute.

- Nabuurs, G.J., Delacote, P., Ellison, D., Hanewinkel, M., Hetemäki, L., Lindner, M. (2017). By 2050 Mitigation effects of EU forests could nearly double through European Climate Smart Forestry. *Forests* 2017, 8, 484; doi:10.3390/f8120484
- Nabuurs, G.J., Delacote, P., Ellison, D., Hanewinkel, M., Lindner, M., Nesbit, M., Ollikainen, M., Savaresi, A. (2015). A new role for forests and the forest sector in the EU post-2020 climate targets. *From Science to Policy 2*. European Forest Institute.
- Yousefpour, R., Augustynczyk, A., Reyer, C., Lasch-Born, P., Suckow, F., Hanewinkel, M. (2018). Realizing Mitigation Efficiency of European Commercial Forests by Climate Smart Forestry. *Scientific Reports* (2018) 8:345 | DOI:10.1038/s41598-017-18778-w



A Hypothesis; The Inherited Adaptive Culture of Trees to Climate Change

Prof. Dr. Tuncay Neyişçi

tneyisci@akdeniz.edu.tr

Abstract

Everything in the universe, without exception, is subject to uninterrupted changes and transformations depending on one another. This is true for the plural notion of climate as well as for the man himself. As in the case that climate causes plants to change and plants change the climate, man himself is also changed by climate. In the term of last 30 years, when the debate on global climate change has been intensified, the possible interrelations between the pace of change in the notion of man and the pace of change in the climate could not been adequately addressed.

The frightening scenarios brought to the attention of the global public opinion on global climate change (GCC) create a sacred space even in the scientific environment, making multi-faceted discussions almost impossible and consequently the issue shifts from having an ecological core to the realm of economic and political interests.

The obvious reluctance of some leading developed countries emitting greenhouse gases in higher rates in refusing to sign the international treaties by claiming that it's not to the interest of their countries strongly supports this assertion.

It has already been demonstrated by scientific studies that plants being in existence for millions of years, have adapted themselves to the hot and cold periods of time presumed to be experienced. At present, the number of studies showing that the plants thriving in cities which are 2-5°C warmer than rural areas have already been adapted to these different conditions, is rapidly increasing.

Studies on local red pine (*Pinus brutia* Ten.), one of the most common pine species in Anatolia, revealed that the species began to hold cones at the age of 4. The average fire frequency of the same species was found to be 9 years. At

this instance, it can easily be hypothesized that *Pinus brutia* may have well been exposed to much warmer and consequently more frequent fires such as once every 5 years, in the distant past.

In any attempt to establish a relationship between forests and climate change any inherited genetic record of this sort are to be considered.

INTRODUCTION

For about 30 years, as an academic term, global climate change or its political version, global warming maintains its leading position in the world's agenda with a steady increase. In fact, at least publicly, the topic is discussed usually through one single dimension, warming. And this constitutes the toughest impediment to a holistic understanding of the concept of global climate change. Climate change is a plural, multi-component concept, whereas warming is a singular concept. In addition, global climate change is not a notoriously easy issue to grasp because it is scientifically complex, and deals with vast timespans of past as well as future.

A large part of our forest areas in Turkey is under the influence of Mediterranean climate. Under this climatic regime, challenging conditions such as drought and wildfires are experienced not during the cold winter periods but during hot summer months. On the other hand, the concept of aestivation (estivation) meaning adaptation to the vital problems encountered in hot summer months is not a widely understood and used concept. However, it is not quite possible to figure out the potential effects of warming on plants without internalizing the distinct inherited metabolic activities that plants have accomplished long ago. For instance, while some plants overcome the hard times of summer as seed (drought-escaper), the others find out the ways of using water economically (drought-evader). Some plants store water and able to continue growing when water is not available (drought-resister) and some others sleep (aestivate) at the time of drought and continue to grow when water is available (drought-enduring, drought-dormant).

The reduction in the density of stomata over time may indicate an increase in atmospheric CO₂ concentrations as it was shown by the olive leaves found in Tutankhamun's tomb /1325 BC). Those olive leaves had 35% more stomata than presently living olive leaves. Similarly, 140 000 year old willow (*Salix herbacea*) leaves had %40 more stomata than today. Both reveal a long term (thousands years) response to increasing CO₂ concentrations. But in contrast, some oak leaves emerged during cool spring months produce 15% fewer stomata than the leaves of warm summer days. A similar but abrupt (not thousands of years but only months) response to similar impact deserves discussions of any sort.

Scientific studies have shown that the average temperatures measured in cities where most of the population lives today is 2-6°C higher than the rural area. This is well above the IPCC's anticipated warming scenarios. More importantly, there is a growing number of studies showing that urban trees grow faster and healthier than their counterparts in rural areas.

While it is a clear ecological fact that Brasil's tropical forests have no significant contribution to the global O₂/CO₂ balance of the planet earth, celebrities such as Cristiano Ronaldo and Leonardo DiCaprio and politicians like Emanuel Macron try to consolidate a convinced public opinion with a statement like "Our lungs which produce 20% of our oxygen demand is on fire" and associate this with global warming. And finally, how can we interpret that message of Donald J. Trump, the leader of a country responsible for 15% of greenhouse gas emissions? "The concept of global warming was created by and for the Chinese in order to make U.S. manufacturing non-competitive". We should remind that China's share of greenhouse gas emission is 27% (about 2 times the US). All these contradict with the reality.

Another genuine issue to be considered is the assertions which is confirmed by satellite imagery that indicates that the major factor behind the rise in temperature experienced during past few decades was not the greenhouse effect (CO₂) but insolation, solar energy. Perhaps even more striking is that the findings of this assertion are not included in the summary created for policymakers and the media, although they are contained in chapters 3 and 9 of the last IPCC (2007) report. In chapter 9, two

possible explanations are mentioned for this increase in solar energy: a reduction in cloud coverage and in the air-borne particles, aerosols in the atmosphere. This attitude can also be considered as the transformation of a scientific report into a political document.

These and many other issues reveal that the reality of global climate change, which should be dealt with holistic and scientific neutrality, is made an effort to be disguised as a political and economic global warming story.

Certainly, these trends are always due, to some extent, to natural fluctuations in the system.

Either climate change or global warming is the subtitle of global environmental change paradigm.. Change is the norm and what is changing is not only climate but we too, as human beings, changing even at faster paces. Thus, human-specific, multifaceted changes and transformations that have been witnessed in recent decades should be incorporated into global climate change equations. It should also be kept in mind that the key approach to any understanding of the global environmental change paradigm must lie in political ecology, and neither in science nor economics

Worth also to remember is that science is deeply effected by the paradigms or dominant frameworks of thought. For example we have sifted from global environmental change paradigm to global climate change paradigm and after that to global warming paradigm.

CHANGE IS THE NORM

All the sciences, and particularly biology, ecology, geography, etc. take change to the norm. As Heraclitus pointed out centuries ago "there is nothing permanent except change" or "It is in change that we find purpose". There is simply no such thing as an "equilibrium world" since we continue to live in a rapidly changing world. The rising O₂ and falling CO₂ levels resulting from photosynthesis, caused a significant change in the chemistry of planet Earth at around 2 billion years ago and present level of atmospheric oxygen was probably reached in some 600 million years ago. The global climate, even before any human influence, had been swinging sharply through 6-7°C shifts and sustaining them for centuries.

Only 250 millions years ago the continents were together forming the giant Pangea.

A 10 km wide asteroid crashed into the ocean near what's now the port town of Chicxulub, Mexico, blasting enough soot into the atmosphere to cause extreme global cooling. The impact brought the age of dinosaurs to an abrupt end, wiping out the vast majority of the iconic beasts, dinosaurs, along with about three-quarters of all life on Earth. But this crash, which, along with dinosaurs, has caused extinction of many plants and animals, has also paved the path towards human evolution. As we know, the path to the evolution of mankind began with a climate change associated with the transformation of forest vegetation cover into the savanna ecosystem in the African continent, about 5 million years before present.

Our Earth is degenerate in these latter days

Bribery and corruption are common

Children no longer obey their parents

Every man wants to write a book

And the end of the world is evidently approaching

This is the translation of an Assyrian cuneiform tablet, five thousand year old; however, the basic messages "the end of world", "bribery", "corruption", "and disobedience" seem to have never changed.

We are living in persistently changing world and the change turned to be a phenomenon a few years before and a few years after 1970, which rocketed the world and caused radical changes in all levels of life.

Let's start with population dilemma;

In 1960, the world's population reached 3 billion accompanied by annual growth rate of 2.2%, the first time in human history. That made the "Population Explosion" the dominating paradigm of 1960's as appeared on the cover story of Time Magazine.

In the year 1964, the pop duo Zager and Evans wrote a futuristic song, perfectly fitting for the 60's generation, called "In the year 2525" which reached the top of the chart in 1969. That song was postulating that humans were on a clear path to doom.

"In the year 2525, if man is still alive"

"If woman can survive, they may find"

This is the beginning of lyrics.

Soon after this, in 1966, Harry Harrison came out with a science fiction novel titled "Make Room!" sketching a dystopian world in which too many people scrambled for too few resources. That book inspired the creation of a 1973 thriller film, directed by Richard Fleischer and starring Charlton Heston and Leigh Taylor-Young, about a hellish future, "Soylent Green." Only a few years later, in 1968, the book "The Population Bomb," written by a Stanford University biologist Paul R. Erlich sold in the millions that humankind stood on the brink of revelation because there were simply too many of us. Biologist Dr. Erlich went on to forecast that hundreds of millions, including 65 million Americans, would starve to death in the 1970's and, at the turn of the millennium, England would not exist. As an Assyrian cuneiform tablet pointed out 5 thousand years ago, Dr. Erlich, being so sure of himself, warned us in the year 1970 "sometime in the next 15 years, the end will come."

Doesn't all this look like a story we are familiar with, although under other heading today?

In 1968, after having seen the first satellite imagery of planet Earth on a 6X9 cm paper we have realized that it was not as big and durable as we thought. This simple-looking but significant fact caused a great conceptual change in the perception of our world, which has led to the popular concept of globalization. It should be remembered that the terms used very widely today such as ecology, ecosystem, holistic approach, etc. are the derivatives of global thinking practice, which replaced the reductionist approach.

In 1970, inspired by the student's anti-war movement and witnessing the ravages of the 1969 massive oil spill in California, it was realized by an American senator that these civil energy could be directed into the emerging consciousness about an issue as important as our environment. So the first Earth Day, on April 22, was created by the participation of 20 million people. This was the largest civil action witnessed so far and a genuinely astonishing grassroots explosion, leading eventually to another radical change in our perception and behavior. Since then, while the power of civilians on participating in decision-making processes increases, simultaneously however the authoritarian power of the state began to fade out. Again, this seemingly simple action of the year 1970 has led to a rapid increase in the number of non-governmental organizations, especially environmental associations, and to the widespread and effective participation of civilians in social and economic decision-making processes of the society.

As known, in October 1973, the Arab-Israeli conflict prompted a group of Arab oil producers to impose a selective embargo on oil exports and later, a collective decision was made by member countries of OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) to raise the price of oil. Rising oil prices from \$3 per barrel to \$12 by 1974 resulted in skyrocketing inflation or so-called vicious price spiral that directly impacted economy, industry and consumers. This striking shock clearly reminded us that even the resources of our small and fragile world are exhaustible and bestowed us with the concept of sustainability. If today's global society has shifted from the consumer society to the society trying to use resources efficiently, the impact of the 1973 oil shock of 1973 has been great.

In 1973, Norwegian philosopher and mountaineer Arne Naess coined the concept "deep ecology" to changing global society. The deep ecology approach, which recognizes the inherent value of all living beings, involves redesigning our whole systems based on eco-centric values and methods that truly preserve the ecological and cultural diversity of natural systems. In short, deep ecology has helped us to redefine the human being himself, and to move from dominant, arrogant human understanding to constituent, modest human understanding. Many similar examples can easily be added into the list.

To summarize, we live in a very different and rapidly transforming world than before 1970, and the content and speed of the changes we experience as human beings are much more profound and



faster than those issues experienced in global climate change or global warming. The global climate change issue cannot be understood adequately without considering this point of view.

CONCLUSION

The world we live in is constantly changing and transforming. The evolution of human beings has also taken place through a process like this. The continuously accelerating process of change and transformation is not something rather than the process of adapting to external stimuli. Therefore, ecology, which is an area of eco-centric understanding, is not focused on stopping change but on adapting to change.

As given examples revealed, the global issues that are brought to the world agenda are transformed into economic and political issues, controlled mainly by developed countries, far beyond the scientific or ecologic issues. The issue of global warming discussed extensively, should therefore be accepted as a serious but exaggerated political issue. The similarity of global warming discussions with "population explosion" is quite directive.

Disasters may be avoided, but change is inevitable.



Changing Climate, Changing Pathogens: Will Threats to Our Forest Ecosystems Increase with Climate Change?

Steve Woodward¹, Tuğba Doğmuş² and Alberto Santini³

1. University of Aberdeen, School of Biological Sciences, Cruickshank Building, Aberdeen AB24 3UU, Scotland,
Email: s.woodward@abdn.ac.uk

2. Isparta University of Life Sciences, Forestry Faculty, 32260 Isparta, Turkey

3. Institute for Sustainable Plant Protection – C.N.R., Via Madonna del Piano, 10 - 50019 Sesto Fiorentino, ITALY

Over the last 30 years, we have seen an upsurge in the numbers of pests and pathogens invading Europe from other continents, causing widespread damage to our agricultural production and to plantation and natural forest ecosystems. These problems come in many forms, but the main drivers are undoubtedly a combination of careless global trade and climate change. Most newly emerging diseases have arisen following the inadvertent introduction of exotic pathogens into previously 'naïve' environments. These introductions of alien pathogens can lead to novel host-pathogen associations or indeed novel pathogen-pathogen combinations, for which there is no previous co-evolutionary history.

Focusing on pathogens of trees, in this presentation we will briefly describe the history of pathogen invasions, demonstrating how cumulative invasions have followed the rise in global trade. Other factors involved in the apparent increasing numbers of certain pathogens include demand for instant landscapes, internal trade in plant materials and improving technologies enabling humans to detect previously unknown pathogens.

Using examples of major problems affecting both ornamental trees and forest production, we will relate changes in the distributions of selected pathogens to climate. Models are available demonstrating likely alterations in the distributions of a number of tree pathogens with different climate change scenarios, and include predictions of both increasing and decreasing impacts depending on the region. Examples will include both threats to Turkish forestry, and diseases not yet present in Turkey: ash dieback, *Dothistroma* needle blight of pines, pine pitch canker caused by *Fusarium circinatum* and *Phytophthora* diseases more generally.



Session Chair: Prof. Dr. Marc Hanewinkel • Co-Chair: Üstüner Birben

CHAPTER ONE



Riparian Areas as a Tool to Mitigate Climate Change Impacts in Urban Settings: The Case Study of Drama City, Greece

George N. Zaimes¹, Valasia Iakovoglou², Paschalis Koutalakis³, Valantis Kiosses⁴, Georgios Giatas⁴, and Anastasia Savvopoulou⁴

1. Deputy Chair, UNESCO Chair Con-E-Ect, Conservation and Ecotourism of Riparian and Deltaic Ecosystems and Assistant Professor, Laboratory of Management and Control of Mountainous Waters, Department of Forestry and Natural Environment, International Hellenic University (IHU), 1st km Drama- Microhorion, Drama, 66100, GREECE
2. Researcher, UNESCO Chair Con-E-Ect, Conservation and Ecotourism of Riparian and Deltaic Ecosystems, International Hellenic University (IHU), 1st km Drama-Microhorion, Drama, 66100, GREECE
3. PhD Student, Department of Marine Sciences, University of Aegean, University Hill, Mytilene, Lesvos Island, 81100, GREECE
4. MSc Student, Man and Water Program, Department of Forestry and Natural Environment, International Hellenic University (IHU), 1st km Drama-Microhorion, Drama, 66100, GREECE

Abstract

Riparian areas provide many and unique ecosystem services that are essential for human welfare. This is why they have been heavily utilized by humans for thousands of years and are considered some of the most degraded ecosystems worldwide. Climate change will exacerbate the pressures on riparian areas, especially in regions like the Mediterranean that already face water scarcity problems. The reason is because climate

change is expected to alter the hydrologic cycle with more extreme events leading to more floods and larger drought periods impacting the functionality of riparian areas. The aim of this project was to assess the current condition of the riparian areas of Drama and develop a management plan to enhance their functionality and ecosystem services. Specifically, field measurements in the urban riparian areas were taken in regard to

vegetation and stream channel condition (using visual protocols) and stream water quality (water samples) and quantity (discharge measurements), on three streams that run through Drama. Preliminary results indicate that three urban streams have different hydrologic regimes; ephemeral, intermittent and perennial flows. In addition, based on the visual protocols most riparian areas are of low quality and need restoration efforts. Once all the measurements are completed a management plan and conservation practices

will be developed to enhance the urban riparian areas. The goal of their implementation is to create recreational and leisure areas to improve the quality of life, improve water quality and mitigate the effects of climate change. This plan and practices could be a model to be adopted in other Mediterranean cities.

Keywords: urban riparian areas, visual protocols, water quality, water quantity, conservation practices

INTRODUCTION

Riparian areas are semi-aquatic ecosystems with the presence of water, soil and geomorphology affected by water processes and water loving vegetation; the three main characteristics that distinguish and make them unique compared to the adjacent ecosystems (Zaimes et al., 2010). They are considered ecotones since they are transitional areas and have direct physical and biotic interactions with the adjacent aquatic and terrestrial ecosystems (Gregory et al., 1991; Naiman et al., 2005). This is also why gradients of biophysical conditions, ecological processes, and biota can be seen while moving from the adjacent aquatic ecosystem to the adjacent terrestrial ecosystems (Naiman et al., 2005). Typically, riparian areas are found next surficial water bodies such as torrents, streams, rivers, ponds, lakes and reservoirs (Zaimes et al., 2010). Other unique and important characteristics of riparian areas are the continuum from the headwaters to the mouths of streams and rivers, the vertical dimension that extends upward into the vegetation canopy and downward into the subsurface interactions, and the lateral dimension that extends to the limits of the water body flooding on either side of a stream (Dwire et al., 2018).

The fact that they have characteristics of both adjacent ecosystems along with being highly productive and biodiverse habitats are the reasons why they can offer so many valuable and unique ecosystems services such as flood protection, food security, and societal well-being (National Research Council, 2002; Tockner and Stanford, 2002). In most landscapes, riparian areas are the ecological hotspots that support high habitat biodiversity and a disproportionately large number of biota compared to their global extent (Tocker et al., 2010; Zaimes et al., 2012; Monk et al., 2019).

The many ecosystems services they offer are the reason why these areas have been utilized for thousands of years and are considered by many as the most affected and degraded ecosystem by human activities (National Research Council, 2002; Zaimes et al., 2011). This is particularly true for the Mediterranean region (Luther et al., 2008). These human influences range from extreme manipulation for transportation, energy generation, and agricultural that has had the greatest negative impact on these either through the elimination, shrinking or simplification of the riparian vegetation (Groffman et al., 2003; Naiman et al., 2005). By 2050, it is being projected that 68% of the world's population will be located and living in urban settings (Monk et al., 2019; United Nations, 2018). This high concentration of people in urban settings, clearly indicates that this anthropogenic pressure (urbanization) on the riparian areas will further increase in the future. Urbanization has one of the most dramatic and dynamic anthropogenic alterations on riparian area functionality (Pickett et al., 2001; Iakovoglou et al., 2013). The impacts of urbanization have firstly to do with the alteration of the hydrologic regimes in the urban watersheds. The extensive impervious surfaces in urban areas alter the rates and pathways of water movement into, through, and out of the riparian areas (Paul and Meyer, 2001). They promote more flash flood events that moves the water quickly out of the urban watershed that afterwards creates the "hydrologic drought" of the riparian areas by lowering its water table. These hydrologic regime changes impact their soil, vegetation, and pollutant removal ecosystems services. In addition, urbanization can lead to the fragmentation of the riparian area continuum from the headwaters to the mouths and their disconnection from and/or loss of the floodplains (Booth et al., 2001; Martin et al., 2012). Several studies have associated increasing urbanization with substantial alteration in the

structure and ecological processes of riparian areas (Oneal and Rotenberry, 2008; Hartz et al., 2006; Hutmacher et al., 2014, 2015).

At the same time if the riparian areas are managed properly, especially in urban areas, they can “serve as the catalysts for ecological and socioeconomic revitalization in urban ecosystems” (Groffman et al., 2003). The ecosystem services offered by healthy urban riparian areas have been recognized as essential components of a sustainable city (Wu et al., 2017). This is the reason why many governments are implementing urban strategies to maintain or restore the riparian ecology, such as fluvial and geomorphic restoration, active introduction of plant material, re-establishment of a natural floodplain (González et al., 2015; Newham et al., 2011).

Finally, riparian areas can help determine the vulnerability of both natural and human systems to climate change impacts (Capon et al., 2013). These ecosystems appear to be very sensitive to climate change impacts, especially in the Mediterranean region. It has been forecasted that in temperatures and evapotranspiration will increase, rainfalls will become more intense even though they will decline up to over 50% in summer due to climate change (Terradao et al., 2014). These changes will increase drought frequency and strength, intensify the hydrological cycle (more flash floods are expected) and reduce even more water availability in the water-scarce Mediterranean region (Rault et al., 2019). These changes will alter the natural flow regimes and impact all ecosystems but more severely semi-aquatic ecosystems, such as riparian areas. The warmer climate and decrease in soil moisture could lead to the transition from riparian hydrophilic species to more drought tolerant species. The impending climate change impacts have also led to the promotion of ecosystem-based approaches to help mitigate climate change approaches. The maintenance or re-establishment of functional riparian areas can play an important role in mitigating impacts such as the urban heat island effect in urban riparian areas (Martin et al., 2012).

In Greece and particularly in urban riparian areas, little to no research has been conducted on their importance in maintaining and enhancing sustainable cities and helping reduce climate change impacts (Iakovoglou et al., 2013; Zaimis et al., 2011). In this project this was accomplished by first assessing the current condition of the riparian areas and streams that run through the city of Drama. In addition, stream water quality and quantity measurements were taken. This data would be the basis to develop a management plan to enhance the functionality and ecosystem services of the urban riparian areas in a sustainable way, while at the same time mitigating the impacts of climate change and improving the quality of life for the city dwellers and attracting new tourists to the city.

Study Area

Drama's main characteristic is the “presence of water” because of the many natural springs but also torrents running throughout the city. It is the capital of Drama prefecture and belongs to the region of Eastern Macedonia located in Northern Greece (Figure 1). The city is located in the inland with an elevation of approximately 110 m and has a population of approximately 45,000 people. The main sources of revenue for the prefecture today are agriculture and mining. Recently there have been efforts to exploit the unique natural ecosystems that surround it and develop ecotourism opportunities.

Unlike most cities of Greece that are coastal, Drama is an inland city. This has led the city to trying to implement plans to attract tourism due to its unique characteristics. This is why during the Christmas period, the city hosts DreamTown that attracts many tourists. Another opportunity exists because of the large number of springs occurring and running through the city. In one case, the water resources and their riparian areas have been exploited with the environmentally friendly development of the recreational area of Agia Barbara Springs. In this area the natural riparian vegetation has been maintained in many reaches while the city has constructed wooden sidewalks that make this a “hot spot” for leisure and recreational activities, especially during spring and summer. In addition, restaurants and coffee shops and a hotel have also been developed that attract many local residents and visitors.

To further promote tourism but also enhance the quality of life that could lead to an increased number of residents, the city plans to further utilize other urban riparian areas with the sustainable exploitation of their ecosystem services. Specifically, reaches of the Agia Barbara Springs, and the Monastiraki,

Xiropotamos and Kalifytos torrents who run through the city are being assessed in this project in order to exploit sustainably their ecosystem services including climate change mitigation (Figure 1 and 2).

METHODS AND MATERIAL

The geomorphologic condition of the channel, the riparian vegetation health and the hydrologic characteristics were assessed to determine the condition of the studied streams/torrents. Two visual protocols were used for the geomorphologic condition of the channel and the riparian vegetation health. The water quality and quantity were measured to determine the hydrologic conditions of the studied streams/torrents



Figure 1. Drama's location in Greece (left photo, red rectangle). The studied streams/torrents of Agia Barbara Springs, and Monastriraki (blue line), Xiropotamos (yellow line) and Kalifytos (redline) torrents are presented (right photo).



Figure 2. Representative photos of the studied reaches of Agia Barbara Springs (bottom left photo), and Monastriraki (top left photo), Xiropotamos (top right photo) and Kalifytos (bottom right photo) torrents in Drama, Greece.

Stream and Riparian Protocols

Two complimentary ocular protocols were utilized. Specifically, the first was the Ecological Quality of Riparian Habitat (QBR Index) (Munne et al., 2003) that focuses more on the riparian vegetation. The second was the Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) (Bjorkland et al., 1998, 2001) that focuses more on the stream/torrent channel condition.

The QBR Index focuses mainly on the riparian vegetation (trees, shrubs and climbing plants) (Munne et al., 2003), was developed in Spain and is specialized for the Mediterranean region. This is why it can easily be applied in Greece. The index has four different sections. i) Total vegetation cover; were the trees, bushes, shrubs or helophytes are assessed for both the riparian and channel areas. The grasses are excluded because they are annual plants and depend on the yearly hydrological conditions. Connectivity between the riparian environment and adjacent terrestrial ecosystems is a key element for this assessment. ii) Vegetation cover structure; the vegetative structural complexity of the riparian area that influences fluvial ecosystem biodiversity is assessed. iii) Cover quality; the number of tree species present in a stream reach is dependant on the river geomorphology and stream type. Consequently it is essential to assess the form and slope of the riparian environment area. iv) River channel alterations; are one of the main disturbances to the riparian habitat. The man-made river channel alterations are assessed in this section. The sum of the four different sections is the value of the QBR index that can range from 0 and 100. The categories of the QBR index are: i) Riparian habitat in natural condition greater or equal than 95, ii) Some disturbance, good quality 75–90, iii) Disturbance important, fair quality 55–70, iv) Strong alteration, poor quality 30–50, and v) Extreme degradation, bad quality less or equal than 25.

The SVAP protocol assesses the ecological status of streams and riparian areas (Bjorkland et al., 1998, 2001). Since it was developed in the United States, it was modified to meet the needs of Greek riparian areas (Iakovoglou et al., 2013b). This modified SVAP could also be applied to other Euro-Mediterranean countries. The specific protocol firstly gathers general information on the plot surveyed. Next more detailed information on stream and riparian characteristics are collected. Specifically, fourteen characteristics are evaluated and the values depending on the actual conditions of the plot can range from 0-10. The characteristics evaluated include: a) Channel condition, b) Hydrologic alteration, c) Riparian zone condition, d) Bank stability, e) Water existence, f) Water appearance, g) Livestock shed presence, h) Instream fish cover, i) Pools, j) Insect/invertebrate habitat, k) Canopy cover, l) Manure presence, m) Biological wastewater treatment presence, and n) Garbage presence. The final score for the plot is the mean of the 14 characteristics that were evaluated. Based on the final SVAP score it has 4 categories that are: i) Poor condition with mean values less than 6, ii) Moderate condition with mean values ranging from 6.1 to 7.4, iii) Good condition with mean values ranging from 7.5 to 8.9 and d) Excellent condition with mean values greater than 9.

Hydrologic Characteristics

The hydrologic characteristics are interconnected with the conditions of the riparian areas. Water quality and quantity can provide information on the health of the riparian areas. These two hydrologic characteristics are being measured from the Agia Barbara stream and Kallifyto torrent. These measurements will last for approximately two years. Water measurements in the field and water samples are being collected every two months, along two specified locations of the studied stream and torrent. The water samples are afterwards analyzed in the laboratory. The variables measured and analyzed are: temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, alkalinity, suspended sediments, turbidity, ammonium, nitrates, nitrites, orthophosphate, total phosphorus, total coliforms and E. Coli. A current meter is used to measure discharge bimonthly at two location on each studies stream/torrent. This will allow to evaluate the annual variation of the flow and discharge. Weather conditions can heavily influence water quality and quantity. The relevant data from meteorological station located in Drama that belongs to the Department of Forestry and Natural Environment of the International Hellenic University will be also be analyzed. The synthesis of all the above data (water quality and quantity, weather data) will provide information on the city's water resources.

RESULTS

Geomorphologic and Riparian Vegetation Conditions

Depending on the length of the reach of the three studied torrents, within the urban area, a different number of sampling locations were surveyed with the use of the visual protocols. Specifically, Kallifytos torrent had 50 plots, Monistiraki had 26 plots and Xiropotamos had 37 plots.

Specifically, the QBR protocol, assessed that Kallifytos torrent was the most degraded out of the three torrents (Table 1). Specifically, none of its sampling plots were in natural condition and only 8% in good quality. In this torrent, 92% of the sampling plots was in fair or worse than fair quality conditions (32%, 36% and 24% in fair, poor and bad quality, respectively). In the other two torrents the riparian vegetation was in better condition. Both reaches even had few sampling plots in natural conditions (15% and 8% in Monastiraki and Xiropotamos, respectively). The majority of the sampling plots, 38% in Monistiraki and 49% in Xiropotamos, were in good quality. Xiropotamos torrent had the rest of the sampling plots in poor (11%) and fair (32%) quality. Finally, Monistiraki torrent had 15% of its sampling plots in fair quality, 27% in poor quality and 4% in bad quality.

Table 2. The number of sampling plots in the different categories based on the SVAP protocol for the urban reaches of Monastiraki, Xiropotamos and Kallifytos torrents.

Stream/Torrent	SVAP CATEGORIES			
	POOR	MODERATE	GOOD	EXCELLENT
Kallifytos	10\50	30\50	10\50	0\50
Monastiraki	8\26	11\26	7\26	0\26
Xiropotamos	29\37	8\37	0\37	0\37

Hydrologic Conditions

The results for the stream water quality are presented in Table 3. These are just for one of the sampling periods that took place on May 25th 2019. The results presented are from the two sampling locations on Agia Barbara stream and Kallifyto torrent. The data based on the sampling are compared to the EU standards (Table 3). These comparisons reveal that with most parameters there are no problems since they are below the recommended standards. There is a problem with the total coliforms in all sampled locations and E. Coli in Kallifyto torrent since they do exceed the recommended standards. Such high concentration are probably the result of human activities, so their origin needs to be found so measures can be taken to reduce these pollutants.

In Figure 3 the stream flow for the month of August in 2019 is presented, from the two sampling locations of Agia Barbara stream. As expected, the flows are very low because of the summer season and the general lack of rainfall events. Still it is encouraging that despite the lack

Table 3. The results of the stream water variables analyzed from the sampling on May 25th 2019.

		Sampling Locations				EU standards **
Coordinates	X:	511408.615	511678.845	511653.158	511.019.337	
	Y:	4555024.921	4555044.138	4554283.327	4.553.913.996	
Stream Water Variables		Agia Barbara 1	Agia Barbara 2	Kallifytos 3	Kallifytos 4	
Temperature (°C)		15.9	17	16,9	18	-
pH		6.80	7.15	7,59	7,45	6,5-8,5
Dissolved oxygen (mg/l)		4.3	2.7	5,4	3,5	> 7
Conductivity (µS/cm)		408	407	411	412	1000 (at 20°C)
Alkalinity (mg/l)		655.2	433.9	443,5	470,6	> 200
Suspended sediments (mg/l)		<0.5	<0.5	<0,5	<0,5	25
Turbidity (NTU)		0.01	0.00	0,00	0,00	-
Ammonium (mg/l)		<0.02	<0.02	0,092	0,18	0.05
Orthophosphate (mg/l)		<0.015	<0.015	<0,015	<0,015	0.05
Total Phosphorus (mg/l)		<0.05	<0.05	<0,05	<0,058	0.4
Nitrates (mg/l)		8.33	8.24	7,87	8,1	50
Nitrites (mg/l)		<0.002	0.003	0,002	0,002	0.01
Total Coliforms (cfu/100ml)		620	770	TNTC*	TNTC*	50
E. Coli (cfu/100ml)		50	60	TNTC*	TNTC*	20

*TNTC: Too numerous colonization's to be able to be count

** EU DIRECTIVE 75/440/EEC (recommended as a guide) and E/ECE/JCES/733



Figure 3. The stream flow during the month of August in 2019 estimated with the use of a current meter in two locations of Ag. Barbara stream (top graph, 1st location and bottom graph, 2nd location).

of rainfall surface water flow remained in Agia Barbara. It will be interesting to see if the drier summer conditions due to climate change and urbanization activities will impact its perennial flow.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The Water Framework Directive (WFD; Directive 2000/60/EC), requires the European Union countries to assess the ecological status of their freshwater ecosystems. This needs to be done with biological indicators, as well as chemical, hydrochemical, and hydro-morphological parameters to be able to understand the current condition of the streams and their adjacent riparian areas (Van Der Broeck et al., 2015). Having knowledge of the current conditions will allow to develop sustainable management plans to achieve good qualitative and quantitative status of all (ground and surface) water bodies in the EU.

In this study, the geomorphological, vegetative (through the use of the two visual protocols) and physical and chemical water parameters (water quality and quantity measurements) are being assessed in the urban reaches of Drama City. The results of the protocols have most reaches being in good or worse conditions based on the QBR and in moderate or worse conditions based on SVAP. The fact the two protocols assessed differently the stream and riparian areas reaches show their complementarity and the fact that they focus on different parameters. From the water quality parameters and especially in regard total coliforms and E. Coli are worrisome. Urbanization is having major impacts on these reaches with the encroachment of many human infrastructures even in the channel that have modified the stream channel and degraded and simplified the riparian vegetation. Stream waters seem to be polluted from various urban sources while the presence of garbage is very frequently found in the streams and riparian areas. Overall, the urban riparian areas seem to be substantially fragmented, simplified and degraded.

These results clearly indicate that more effective management needs to be implemented in the urban streams and riparian areas of Drama City. The city needs to develop management plans based on

integrated water resources principles, ecosystem-based approaches, ecotourism practices and nature-based solutions to maintain and/or improve the quality of streams and riparian areas (Schismenos et al., 2019; Zaimes et al., 2019c). Improving the quality of urban streams and riparian areas will allow them to provide their full potential of ecosystem services to its urban dwellers. These services can include improved quality of life for its citizens (recreation activities and areas), improved quality of the water flowing through the city, as well as the healthy and biodiverse riparian vegetation that indirectly can help mitigate the effects of climate change in the city. Maintaining healthy riparian areas in urban settings can help alleviate future climate change impacts such as mitigating extreme temperatures (e.g. urban heat island effect) and the decreasing the frequency and impacts of flash floods (Davies et al., 2011; Iakovoglou et al., 2013; Martin et al., 2012)

The awareness of the citizens on the importance and best management and use of riparian areas also needs to be reinforced and promoted. Seminars and/or workshops need to be hosted for students (at the primary, secondary and university level) but also for stakeholders and the general public. Overall these types of assessments, management plans and awareness activities should be adopted in other Greek cities with urban streams since few if any efforts and plans have been done to enhance and protect the urban riparian areas, despite the many ecosystems services they offer.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project is funded by the European Regional Development Fund in the framework of the implementation of the "Sustainable Urban Development Strategy of the Municipality of Drama" of the R.O.P. A.M.T. 2014-2020. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

REFERENCES

- Booth, D.B., Karr, J.R., Schauman, S., Konrad, C.P., Morley, S.A., Larson, M.G., Henshaw Dillon, P., Nelson, E.J., Burges, S.J. 2001. Urban stream rehabilitation in the Pacific Northwest. *Wash Water Resources*, 12, 1-11.
- Davies, P.J., Ives, C.D., Findlay, S.J., Taylor, M.P. 2011. Urban rivers and riparian systems - Directions and recommendations for legislators, policy makers, developers and community users. *Environmental and Planning Law Journal*, 28, 313-331
- Dwire, K.A., Mellmann-Brown, S., Gurrier, J.T. 2018. Potential effects of climate change on riparian areas, wetlands, and groundwater-dependent ecosystems in the Blue Mountains, Oregon, USA. *Climate Services*, 10, 44-52.
- González, E., Sher, A.A., Tabacchi, E., Masip, A., Poulin, M. 2015. Restoration of riparian vegetation: a global review of implementation and evaluation approaches in the international, peer-reviewed literature. *Journal of Environmental Management* 158, 85–94.
- Gregory, S.V., Swanson, F.V., McKee, W.A., Cummins, K.W. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience* 41, 510–551.
- Groffman, P.M., Bain, D.J., Band, L.E., Belt, K.T., Brush, G.S., Grove, J.M., Pouyat, R.V., Yesilonis, I.C., Zipperer, W.C. 2003. Down by the riverside: Urban riparian ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1, 315-321
- Hartz, D.A., Prashad, L., Hedquist, B.C., Golden, J., Brazel, A.J. 2006. Linking satellite images and hand-held infrared thermography to observed neighborhood climate conditions. *Remote Sensing of Environment* 104 (2), 190–200.
- Hutmacher, A.M., Zaimes, G.N., Martin, J., Green, D.M. 2015. Vegetative litter decomposition along urban ephemeral streams in Southeastern Arizona. *Urban Ecosystems* 18, 431-448.
- Hutmacher, A.M., Zaimes, G.N., Martin, J., Green, D.M.. 2014. Vegetation structure along urban ephemeral streams in southeastern Arizona. *Urban Ecosystems* 17, 349-368.

- Iakovoglou, V., Zaimes, G.N., Gounaridis, D. 2013. Riparian areas in urban settings: Two case studies from Greece. *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 7, 271-288.
- Luther D., Hilty J., Weiss J., Cornwall C., Wipf M., Ballard G. 2008. Assessing the impact of local habitat variables and landscape context on riparian birds in agricultural, urbanized, and native landscapes. *Biodiversity and Conservation* 17, 1923–1935.
- Martin J., Kurc, S.A., Zaimes, G.N., Crimmins, M., Hutmacher, A., Green, D. 2012. Elevated air temperatures in riparian ecosystems along ephemeral streams: the role of housing density. *Journal of Arid Environments* 84, 9-18.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands And Water Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Monk, W.A., Compson, Z.G., Choung, C.C., Korbel, K.L., Rideout, N.K., Baird, D.J. 2019. Urbanisation of floodplain ecosystems: Weight-of-evidence and network meta-analysis elucidate multiple stressor pathways. *Science of the Total Environment* 684, 741–752.
- Naiman, R.J., Décamps, H., McClain, M.E. 2005. *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier Acad. Press, London, UK.
- National Research Council, 2002. *Riparian areas: Functions and strategies for management*. National Academy of Science. Washington, DC.
- Newham, M.J., Fellows, C.S., Sheldon, F. 2011. Functions of riparian forest in urban catchments: A case study from sub-tropical Brisbane, Australia. *Urban Ecosystems* 14, 165–180.
- Oneal, A.S., Rotenberry, J.T., 2008. Riparian plant composition in an urbanizing landscape in southern California, USA. *Landscape Ecology* 23, 553–567.
- Paul, M.J., Meyer, J.L. 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 333-65.
- Pickett S.T.A., Cadenasso M.L., Grove J.M., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Zipperer, W.C., Costanza, R. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 127-57.
- Rault P. A., Koundouri P., Akinsete E., Ludwig R., Huber-Garcia V., Tsani S., Acuna V., Kalogianni E., Luttik J., Kokg K., Skoulikidis N., Froebrich J. 2019. Down scaling of climate change scenarios to river basin level: A transdisciplinary methodology applied to Evrotas river basin, Greece. *Science of the Total Environment* 660, 1623–1632.
- Schismenos, S., Zaimes, G.N., Iakovoglou, V., Emmanouloudis, D. 2019. Environmental sustainability and ecotourism of riparian and deltaic ecosystems: Opportunities for rural Eastern Macedonia and Thrace, Greece. *International Journal of Environmental Studies* 76(4), 675-688.
- Terrado M., Acuna V., Ennaanayb D., Tallis T., Sabater S. 2014. Impact of climate extremes on hydrological ecosystem services in a heavily humanized Mediterranean basin. *Ecological Indicators* 37, 199-209.
- Tockner, K., Pusch, M., Borchardt, D., Lorang, M.S. 2010. Multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems. *Freshwater Biology* 55, 135–151.
- Tockner, K., Stanford, J., 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation* 25, 308–330.
- United Nations, 2018. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Department of Economic and Social Affairs. Population Division, New York, NY.
- Van den Broeck, Waterkeyna A., Rhazic L., Grillas P., Brendoncka L., 2015. Assessing the ecological integrity of endorheic wetlands, with focus on Mediterranean temporary ponds Maarten. *Ecological Indicators* 54, 1-11.
- Wu, M., Che, Y., Lv, Y., Yang, K. 2017. Neighbourhood-scale urban riparian ecosystem classifica-

tion. *Ecological Indicators* 72, 330–339

- Zaimes, G.N., Iakovoglou, V., Emmanouloudis, D., Gounaridis, D. 2010. Riparian Areas of Greece: Their Definition and Characteristics. *Journal of Engineering Science and Technology Review* 3, 176-183.
- Zaimes, G.N., K-H. Lee, M. Tufekcioglu, L.A. Long, R.C. Schultz, T.M. Isenhardt. 2012. The Effectiveness of Riparian Conservation Practices in Reducing Sediment in Iowa Streams. In: B.P. Hendriks (ed.) *Agricultural Research Updates*. Volume 2 Nova Science Publishers, Hauppauge, NY, pp. 117-166.
- Zaimes, G.N., Tardio, T., Iakovoglou, V., Gimenez, M., Garcia-Rodriguez, J. L., Sangallie, P., 2019. New tools and approaches to promote soil and water bioengineering in the Mediterranean. *Science of the Total Environment* 693, 133677



Changing Climate is Causing to Changes in Growth of *Pinus sylvestris* in Burabai Region (Kazakhstan)

Ünal Akkemik¹, Arailym Kopabayeva², Kuralay Mazarzhanova², Nesibe Köse¹

1. Department of Forest Botany, Division of Forest Engineering, Istanbul University-Cerrahpasa, Bahçeköy, 34473, İstanbul, Turkey; uakkemik@istanbul.edu.tr
2. Department of Forest Resources and Forestry, Agronomic Faculty, S. Seyfullin Agrotechnical University, Astana/Kazakhsta

Abstract

Climate change is an ongoing process since the formation of the world. However, the change that has been increasing in the last centuries is due to human impact. Climate change affects life positively or negatively in different parts of the world. The purpose of the paper is to present evidence on how it affects Scots pine forests in the Burabai region of Kazakhstan. For this purpose, 465 cores from 308 trees were collected from 16 different sites of the Burabai region and after the standard annual ring analysis, a master chronology covering the years of 1699-2014 was created. Tree-ring widths were compared with climatic parameters, which are the most variable factors in growing environments. In this context, correlation coefficients between annual ring widths and monthly total precipitation and monthly aver-

age temperature were calculated. Subsequently, the changes observed in the growth of trees in parallel with the climate change were determined and the changes in the hot and dry years in the last 300 years and their frequency and duration were revealed. According to the results, there is a significant change after the 1940s. After this period, there is an increase in the frequency of the years which are extreme dry and wet years, and especially the duration of the wet years has been increasing. Increaseing precipitation can affect positively tree-ring growth in general. On the other hand, the frequency the dry years is also increasing. The increasing trend of the dry years may threaten the life of trees on shallow soil. When the results are evaluated in terms of forestry, it can be concluded that the vegetation period of the trees

in fertile soil will be prolonged due to the effect of climate change and growth will be positively affected due to the increase in precipitation. On the other hand, because extreme dry years may cause low moisture and sudden tree deaths on dry slopes, it is advisable not to use Scots pine trees in afforestation. On the other hand, our historical fire analysis showed

that the fires started in dry years. This is an important issue in which fire risk will gradually increase in the region.

Keywords: Climate change, Dendroclimatology, *Pinus sylvestris*, precipitation reconstruction, tree ring.

INTRODUCTION

Climate change, which has been going on since the creation of the world, has accelerated in the last century and the carbon dioxide content in the atmosphere has surpassed the highest values of the last 400,000 years in a very short time (IPCC, 2015). This has started to manifest itself in different parts of the world with different effects on trees (Esper et al., 2002; Davi et al., 2006; Agafonov and Kukarskikh, 2008; Cook et al., 2015; Alfaro-Sánchez et al., 2018). Drought increases in some regions and rainfall and temperature increase in some other regions. Future climate projections indicate that this situation will lead to negative changes in most parts of the world.

Kazakhstan is located at a much more northern latitude than the Mediterranean zone and has a continental climate where winters are very cold and summer is dry. The forest rate is 4.6% and it is 29.3 million hectares. Tree-ring studies in Kazakhstan have shown significant relationships between climate and tree-ring growth (Pugachev 1986; Chen et al. 2012, 2015, 2017; Mapitov and Zhumadina 2016; Kopabayeva et al. 2017; Mazarzhanova et al. 2017; Panyushkina et al. 2017; Zhang et al., 2016, 2017a, b; Zou et al., 2012). With these studies, dry and wet years have been determined from past to present in forested regions of Kazakhstan. In this context, the aim of the paper is to determine whether there is a change in the impact of changing climate conditions on tree-ring growth in Burabai Region, which is sensitive to climate change, and to evaluate the climate change-annual ring relations.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted on the scotch pine in the Burabai region (Figure 1) in the north of Kazakhstan. Tree-ring chronology is produced in Kopabayeva et al. (2017) by using 465 incremental cores taken from 308 trees. This chronology and Akkemik et al. (2019) made the precipitation reconstruction covering the period of 1744-2015. In this study, this regional chronology was used to examine the effects of climate change. As the climate records, 50-54 N — 69-72 S grid climate data covering the years 1950-2015 were used. In the analysis, first 5-year moving average of tree-ring chronology was taken, missing rings were determined, fluctuations in tree-ring chronology and missing rings were compared. In the second stage, the climate records covering the years 1950-2015 were divided into three periods as 1950-1971, 1972-1993 and 1994-2015 and the correlation coefficients of tree-ring indices and monthly temperature and precipitation values were calculated in the same periods. Monthly changes of temperature and precipitation between these three periods were determined. After these calculations, the relationship between tree-ring width and changing climate was evaluated.

RESULTS AND DISCUSSION

Changes in tree-ring widths, sensitivity and missing rings

The chronology obtained from the 5-year moving average calculated on the tree-ring chronology revealed a significant difference in the growth pattern after the 1940s (Figure 2). In order to compare the difference in the 1940-2015 period with the previous period, a comparison was made with the 1865-1940 period of the same length.

After the 1940s, there was an increase in the formation of missing rings in the Scots pine trees. When the dry years and the years when the missing rings were concentrated, a high agreement was found between drought and missing ring formation (Figure 3).



Figure 1. The Burabay Region in the north-central Kazakhstan.

The number of missing rings in 16 different sites were compared with the sensitivity coefficients (Figure 4). The first 12 of these sites are bottom lands and the other 4 are mountainous slopes. The sensitivity coefficient between the sites and the correlation coefficients between the total missing rings were calculated as 0.71 ***. Especially in mountainous areas, both the number of missing rings and the amount of sensitivity are higher (Figure 4).

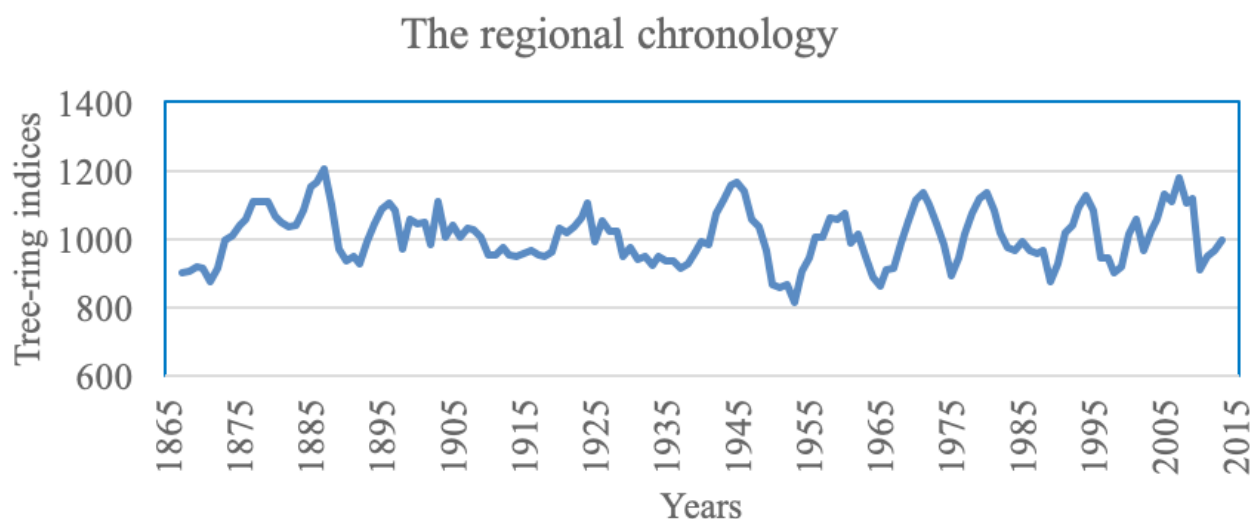


Figure 2. The 5-year moving average of the regional chronology. The box indicates the time interval 1940-2015)

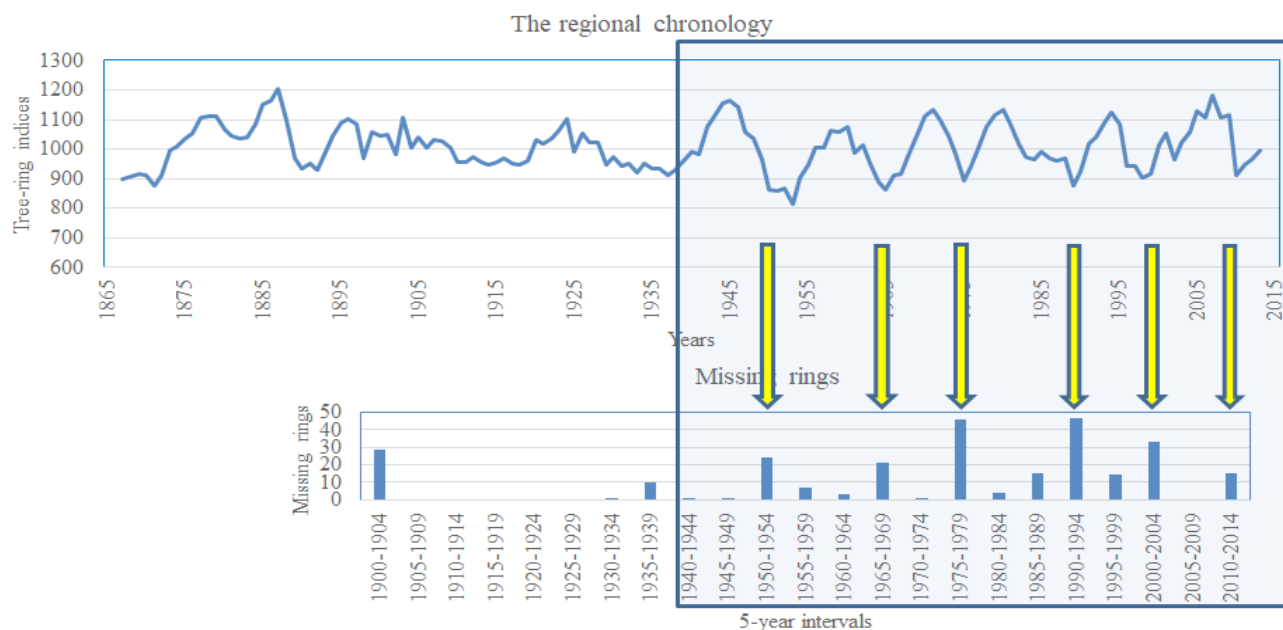


Figure 3. Comparison between missing rings and dry years

Relationships between tree-ring widths and changing climate

The climate in Burabai region is continental. The average temperature is 2.6 ° C, and the annual precipitation is 300 mm (Figure 5). The climate is continental with long and cold winters, and hot and short summers. The snow cover starts to cover the ground survey in October and removes in April. An increase in temperature and precipitation (Figure 6) is observed during the 1950-2015 period.

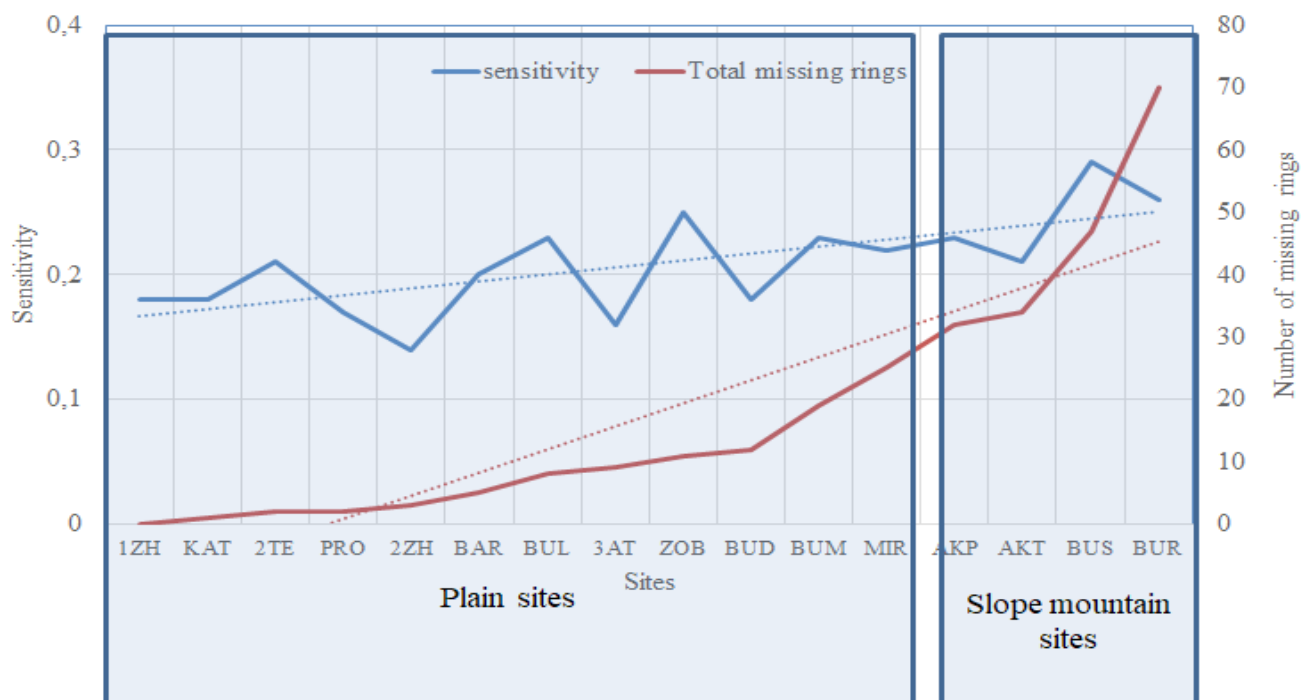


Figure 4. Comparisons of sensitivity coefficients and missing rings

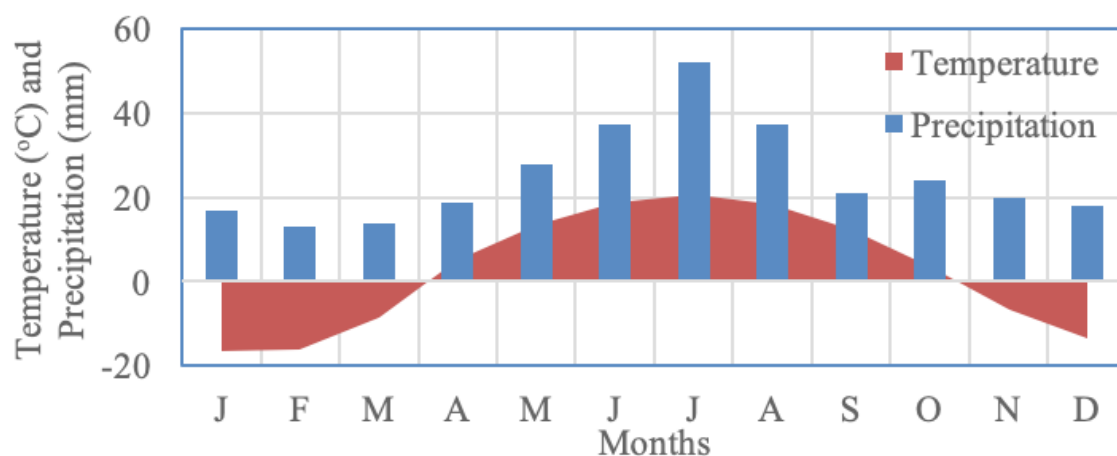


Figure 5. Climate diagram of Burabai region

The difference between the average temperature values in three separate periods, which covers the periods of 1950-1971, 1972-1993 and 1994-2015, is quite significant (Figure 6a). While the average temperature in the first period was 1.8 °C, it was 3.2 °C in the last period. The change in precipitation is not much (Figure 6b). When the distribution of these changes in months is examined, it is seen that the temperature increases all year round. On the other hand, precipitation decreased in summer, but increased in all other periods, especially in winter (Figure 6c).

The temperature in the period from October of the previous year to the September of the year of ring formation, which is called the biological year in the period of 1950-1971, generally has a negative effect on the formation of the ring. High temperatures, especially in summer, have a significant negative impact on the ring width. Precipitation in the same period is generally positive and the positive effect of summer precipitation is high and significant. The effect of the precipitation in February and March is almost zero.

While the temperature in the summer months of 1972-1993 was negative similar to the previous period, the increasing temperature in winter started to affect the ring width positively. It is likely that the increasing temperature is expected to be even more negative, but turning into a positive effect may be related to the increasing winter precipitation.

When the temperature and precipitation in the period of 1994-2015 were evaluated, it was observed that the negative effect of the temperature continued in the summer period and turned completely positive in the winter period. The increased temperature, especially in the winter, may have had a positive effect as the increased temperature has the potential to cause a faster and early melting of the snow. If the precipitation had not increased, the temperature effect would have been expected to be even more negative. The increase in precipitation also affects the effect of temperature on ring width. The effect of precipitation is positive throughout the year (Figure 7).

Kopabayeva et al. (2017) compared sensitivity coefficients with extreme years and after 1940, both the number and duration of extreme years began to increase.

The standard version of regional chronology used in this study shows long-term trends. This trend was also observed in the total precipitation from October to July of the year of ring formation, which had a positive impact on the ring width. There is a significant parallel variation between precipitation and ring width (Figure 8a). A similar trend exists between ring width and temperature. The positive relationship between temperature and ring width in the period from October to the year of April to the month of the year of ring formation is also seen in the long term (Figure 8b).

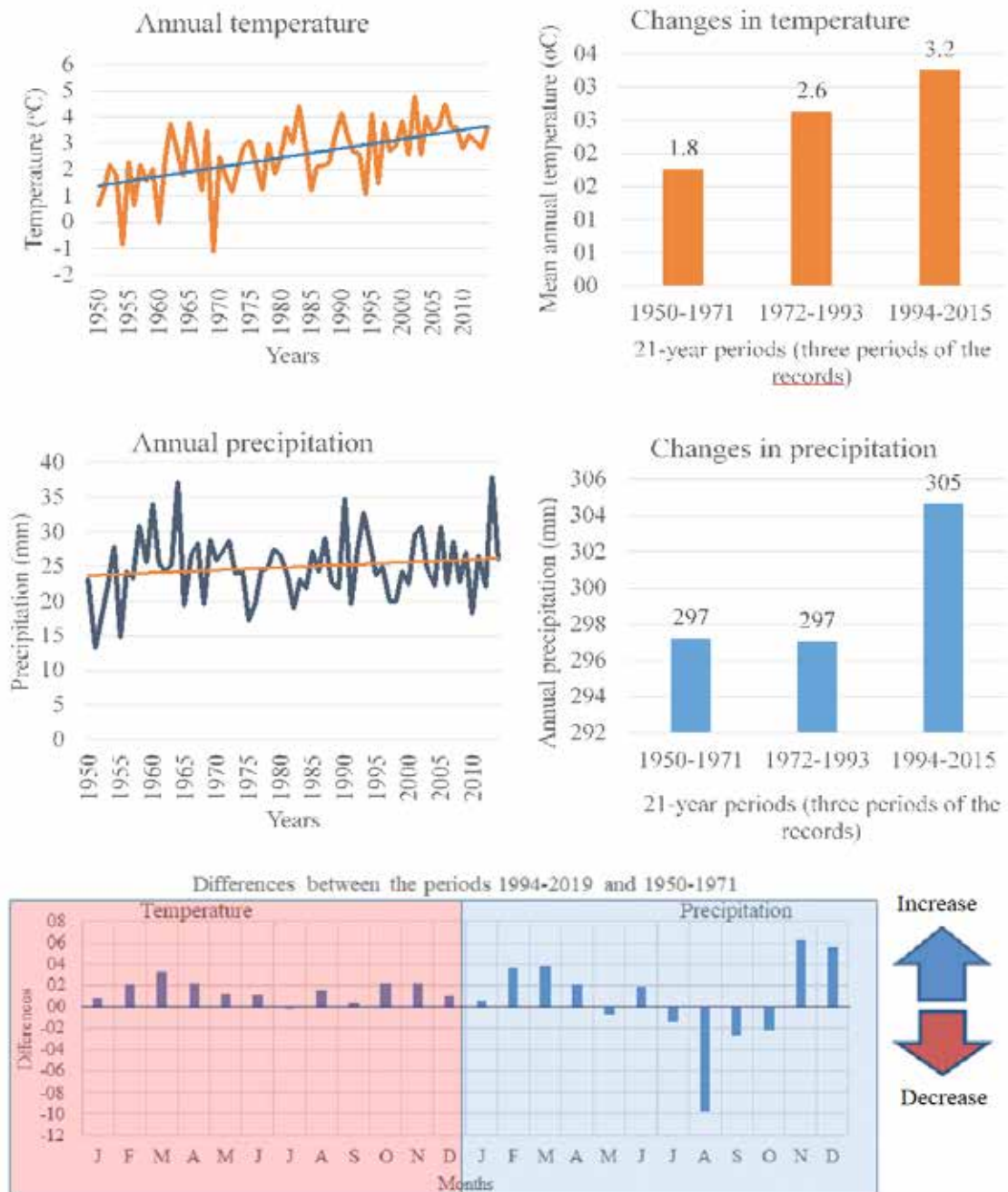


Figure 6. Changes in temperature and precipitation during the years 1950-2015.

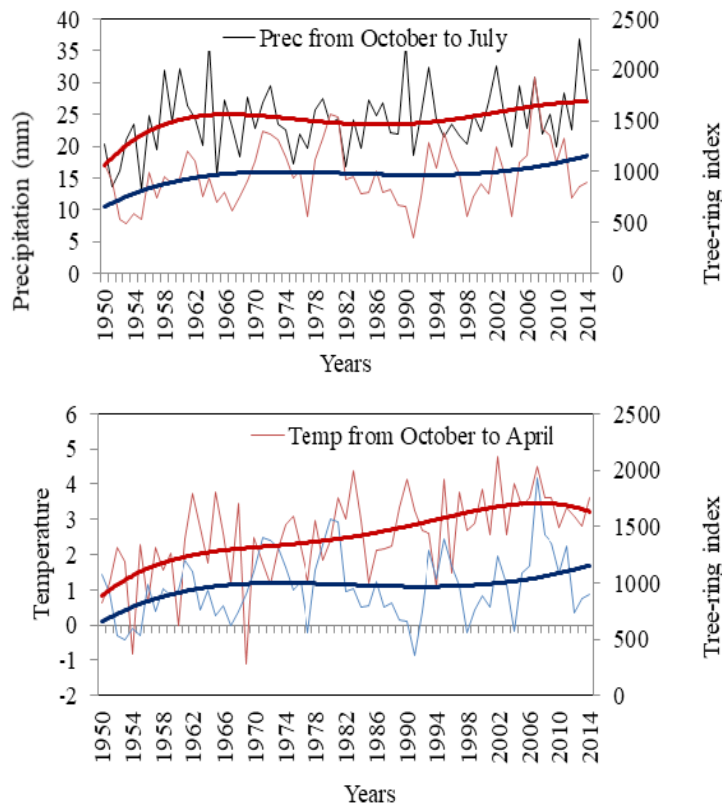


Figure 7. The relationships between tree-ring widths with montly mean temperatures and monthly total precipitation.

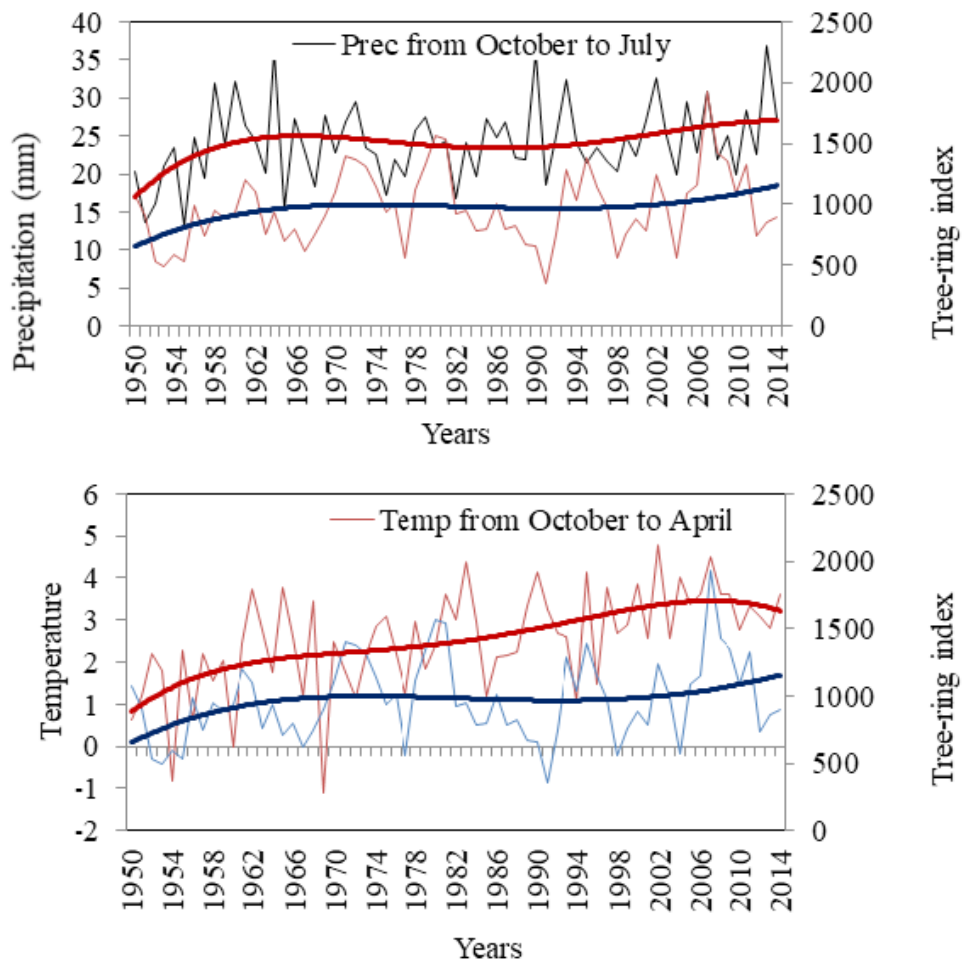


Figure 8. The parallel trends in tree-ring chronology and precipitation and temperature.

CONCLUSION

As conclusion;

- In Burabai region climate is changing. Trees of *Pinus sylvestris* on slope mountainous sites produce more sensitive tree rings under the effect of changing climate.
- Missing rings getting increase in dry and sensitive sites.
- Frequency of extreme dry and wet years is getting increase after 1940s.
- Response of tree rings to temperature and precipitation is changing from 1950s to 2015s.
- Increasing both precipitation and temperature has positive effect on the width of tree rings.
- In 1950s, early spring precipitation was negative for tree-ring formation. In contrast, it is positive in recent decades. Need more studies to explain this change.

FUNDING

This study was supported by S. Seyfullin Agrotechnical University.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Director of Forest Service in Burabai Region for permission and the foresters for their helps in the field. We also thank the Forester's Association of Turkey for making a good medium to discuss the results in the ICCCF'2019.

REFERENCES

- Agafonov LI, Kukarskikh VV (2008) Changing the climate of the last century and pine radial increment in the steppe of Southern Urals. *Russ J Ecol* 3:173-180
- Akkemik,Ü., Köse, N., Kopabayeva, A., Mazarzhanova, K. 2019. October-July precipitation reconstruction for Burabai Region (Kazakhstan) since 1744. *International Journal of Biometeorology* (under review in second round).
- Alfaro-Sánchez R, Nguyen H, Klesse S, Hudson A, Belmecheri S, Köse N, Diaz HF, Monson RK, Villalba R, Trouet V (2018) Climatic and volcanic forcing of tropical belt northern boundary over the past 800 years. *Nat Geosci* 11: 933–938
- Chen F, Yuan Y, Wei W, Wang L, Yu S, Zhang S, Fan Z, Shang H, Zhang T, Li Y (2012) Tree ring density-based summer temperature reconstruction for Zajsan Lake area, East Kazakhstan. *Int J Climatol* 32: 1089–1097
- Chen F, Yuan Y, Yu S, Zhang T, Shang H, Zhang R, Qin L, Fan Z (2015) A 225-year long drought reconstruction for east Xinjiang based on Siberia larch (*Larix sibirica*) tree-ring widths: Reveals the recent dry trend of the eastern end of Tien Shan. *Quatern Int* 358: 42-47
- Chen F, Mambetov B, Maisupova B, Kelgenbayev N (2017) Drought variations in Almaty (Kazakhstan) since AD 1785 based on spruce tree rings. *Stoch Environ Res Risk Assess* 31: 2097-2015
- Cook ER, Seager R, Kushnir Y, Briffa KR, Büntgen U, et al (2015) Old World megadroughts and pluvials during the Common Era. *Sci Adv* 1. e1500561
- Davi NK, Jacoby GC, Curtis AE, Baatarbileg N (2006) Extension of drought records for Central Asia using tree rings: West-Central Mongolia. *J Climate* 19: 288–299
- Esper J, Schweingruber FH, Winiger M (2002) 1300 years of climatic history for Western Central Asia inferred from tree-rings. *The Holocene* 12: 267–77
- IPCC (2015) Climate Change 2014 Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

- Kopabayeva A, Mazarzhanova K, Köse N, Akkemik Ü (2017) Tree-ring chronologies of *Pinus sylvestris* from Burabai Region (Kazakhstan) and their response to climate change. *Dendrobiology* 78: 96-110
- Mapitov N, Zhumadina S (2016) Tree-ring analysis of radial increment of *Pinus sylvestris* L. in Shalday pine forest in the northeast of Kazakhstan. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Science* 7 (6): 180-187
- Mazarzhanova K, Kopabayeva A, Köse N, Akkemik Ü (2017) The first forest fire history of the Burabai Region (Kazakhstan) from tree rings of *Pinus sylvestris*. *Turk J Agric For* 41: 165-174
- Panyushkina IP, Mukhamadiev NS, Lynch AM, Ashikbaev NA, Arizpe AH, O'Connor CD, Abjanbaev D, Mengdibayeva GZ, Sagitov AO (2017) Wild Apple Growth and Climate Change in Southeast Kazakhstan. *Forests* 8 (11): 406; doi:10.3390/f8110406
- Pugachev PG (1986) Cyclicism and forecast of radial increment of *Pinus sylvestris* L. in Turgai boreal forests. *Dendrochronology and dendroclimatology*. Nauka. Novosibirsk pp.184-186
- Zhang R, Yuan Y, Gou X, He Q, Shang H, Zhang T, Chen F, Ermenbaev B, Yu S, Qin L, Fan Z (2016) Tree-ring-based moisture variability in western Tianshan Mountains since A.D. 1882 and its possible driving mechanism. *Agr Forest Meteorol* 218–219: 267–276
- Zhang R, Shang H, Yu S, He Q, Yuan Y, Bolatov K, Mambetov BT (2017a) Tree-ring-based precipitation reconstruction in southern Kazakhstan, reveals drought variability since A.D. 1770. *Int J Climatol* 37: 741–750
- Zhang R, Ermenbaev B, Zhang T, Ali M, Qin L, Satylkanov R (2019) The Radial Growth of Schrenk Spruce (*Picea schrenkiana* Fisch. et Mey.) Records the Hydroclimatic Changes in the Chu River Basin over the Past 175 Years. *Forests* 10 (3). doi:10.3390/f10030223
- Zou Z, Zhang R, Wu B, Rong X (2012) Decadal variability in springtime snow over Eurasia: relation with circulation and possible influence on springtime rainfall over China. *Int J Climatol* 32: 1336-1345



Impacts of Climate Change on Biodiversity: Range Shifts of Species in Time and Place

Kani IŞIK

Biology Dept., Science Faculty, Akdeniz Univ., 07070 Konyaaltı-Antalya

Abstract

Anthropogenic climate change, especially within the last few decades, has been enforcing Earth's biodiversity to change. Each species (including human) has its specific optimal tolerance range and tolerance limits in response to changes in environmental factors. Each species can survive and reproduce, provided that only certain environmental conditions and climate variables (i.e., temperature, precipitation, humidity, evaporation, greenhouse gasses, etc...) prevail within its habitat. In other words, any shift in any climate variables beyond tolerance limits of a species endangers the life processes of the species in question. Climate variables above or below certain threshold values, either alone or in combination, cause irreversible changes on biodiversity elements and ecosystem processes. In response to climate changes, many species have been in process of range shifts in geographical, seasonal,

behavioral and physiological contexts. Responses by individual species to climate change are not isolated; they are connected through interactions with others at the same or adjacent trophic (feeding) levels. As a result, many terrestrial, freshwater and marine organisms have been negatively affected by the ongoing climate changes. The purpose of this presentation is to present certain number of evidence on such range shifts and their possible consequences. The data and information presented here are based on certain numbers of selected literature published around the world mostly within the last two decades. Such evidence exists, covering both flora and fauna, in different ecosystems ranging from tropical regions to the polar zones, from small inland waters to huge marine ecosystems. The evidence collected so far by the researchers appears to be a small fraction, compared to those projected for

the next 100 years. It is becoming increasingly evident that many species and ecosystems respond to such anthropogenic climate change with alarming signals. In addition, the responses of organisms appear in many diverse ways, and not in synchrony. Consequently, maintaining Earth's biodiversity and ecosystem health is a common

problem for all people in all nations. The United Nations, being aware of such a destiny, has initiated various measures in order to halt, or at least to mitigate, climate change and its possible harmful influences on Earth's biota.

Keywords: Biodiversity; Climate change; Ecosystem services; Range shift; Species extinction

REFERENCES

- Battisti A, Stastny M, Netherer S, Robinet C, Schopf A, et al. 2005. Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecol. Appl.* 15:2084–96.
 - Bellard C, Bertelsmeier P, Leadley W, Thuiller F, Courchamp. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, (2012), pp: 1-13, doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x
 - Carl F. Jordan. 1981. *Tropical Ecology*. Hutchinson Ross Pub. Co., 1981 - 356 sayfa (the below passage on *Ithomia* sp. is in page 117).
 - Charmantier A., Gienapp P. 2014. Climate change and timing of avian breeding and migration: evolutionary versus plastic changes. *Evolutionary Applications* published by John Wiley & Sons, 15–28
 - Chen IC, JK Hill, R Ohlemüller, DB Roy, CD Thomas. 2011. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science* 19 Aug 2011, Vol. 333, Issue 6045, pp. 1024-1026. DOI: 10.1126/science.1206432.
 - Dellal, I., McCarl, B.A., Butt, T. 2011. The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol: 12, No: 1, 376-385.
- Fuss et al 2014; CDIAC; IIASA AR5 Scenario Database; Global Carbon Budget 2016
- Global Carbon Project: a non-governmental organization, associated with Future Earth, Research for Global Sustainability. <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/16/presentation.htm>
 - Groom MJ, GK Meffe, CR Carroll. 2006. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc., third edition, 779 pp.
 - ICES (International Council for the Exploration of the Sea) Report. 2016. <http://ices.dk/publications/our-publications/Pages/Annual-Report.aspx>
 - ISIK, K. 2011. Rare and endemic species: Why are they prone to extinction? *Turkish Journal of Botany* 35(4):411-417 · Jan 2011. DOI: 10.3906/bot-1012-90.
 - IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 169 pp.
 - IPCC-2014. Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, et al. 2014. Technical summary. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94.
 - IPCC. 2002. *Climate Change and Biodiversity*. Intergovernmental Panel on Climate Change. UNEP. 86 pp.
 - Kadioglu M, Y Ünal, A İlhan, C Yürük. 2017. Türkiye’de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik. *Türkiye Gıda Sanayii Dernekleri Federasyonu*. 167 pp.

- LeQuéré C, RobbieM.Andrew2,JosepG.Canadell3,StephenSitch et al. 2016. Global Carbon Budget. *Earth Syst. Sci. Data*, 8, 605–649, 2016. doi:10.5194/essd-8-605-2016. www.earth-syst-sci-data.net/8/605/2016/.
- Lenoir J, JC Gégout, PA Marquet, P deRuffray, H Brisse. 2008. A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century. *Science*. 27 JUNE 2008 VOL 320, pp: 1768-1771. DOI: 10.1126/science.1156831.
- Martin Edwards & Anthony J. Richardson. 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology community and trophic mismatch. *Nature* 430, pp:881-884, (19 August 2004), doi: 10.1038/Nature02808
- Morecroft, MD and SA Keith. 2009. Plant Ecology as an Indicator of Climate and Global Change. in: *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth*, Elsevier, pp. 297-305.
- NASA 2017. Ozone Watch. National Aeronautics and Space Administration.
https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/monthly_2017-11_SH.html (accessed Nov. 5, 2017).
- Pathak R., Singh SK, Tak A., Gehlot P. 2018. Impact of Climate Change on Host, Pathogen and Plant Disease Adaptation Regime: A Review. *BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA*, Vol. 15(3), p. 529-540.
- Reale, D, AG McAdam, S Boutin, D Berteaux. 2003. Genetic and plastic responses of a northern mammal to climate change. *Proc. R. Soc. Lond. B* (2003) 270, 591–596, The Royal Society. DOI 10.1098/rspb.2002.2224.
- Stireman III, JO, LA Dyer, DH Janzen, MS Singer, JT Lill, RJ Marquis, RE Ricklefs, GL Gentry, W Hallwachs, PD Coley, JA Barone, HF Greeney, H Connahs, P Barbosa, HC Morais, IR Diniz. 2005. Climatic unpredictability and parasitism of caterpillars: Implications of global warming. 17384–17387 *PNAS (Proc Natl Acad Sci U S A)*, 2005 Nov 29; 102(48): 17384–17387. Published online 2005 Nov 17. doi: 10.1073/pnas.0508839102.
- Visser, M. E., L. J. M. Holleman, and P. Gienapp 2006. Shifts in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia* 147: 164–172.
- Walther, G-R. 2010. Community and ecosystem responses to recent climate change. *Phil. Trans. Royal Soc. B.*, 2010:365, pp: 2019-2024. doi: 10.1098/rstb.2010.0021.
- Walther G-R, E Post, P Convey, A Menzel, C Parmesank, TJC Beebee, J-M Fromentin, O Hoegh-Guldberg, F Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, Vol 416, March 28, 2002, pp: 389-395.
- Wright, R. T. 2008. *Environmental Science*. Pearson Int. Edtn., NJ., 682 pp



What will be the Effects of Converting Oak Forests to Coniferous plantations in the Light of Climate Change?

Nicklas Jansson¹, Mustafa Avci² and Adam Bergner¹

Biology/IFM, Linköping University, Linköping, SWEDEN. e-mail: nicklas.jansson@liu.se

Isparta University of Applied Sciences, Forestry Faculty, Isparta, TURKEY. e-mail: mustafaavci@isparta.edu.tr

Abstract

Turkey is a country with a large part of its land area covered by forests (22.621.935 Hectares or 28.8% of the country's land area). Most are coniferous forest, but 30% is deciduous and most of this consist of oaks (*Quercus* spp.). The number of tree species are very high in the country and for oaks there are 24 taxa (17 species, 7 subspecies and varieties). The oaks have a long history of adaptation and are so diverse they occupy most kinds of habitats and conditions. With a changing climate the many oak species can be an important resource to meet the changing conditions in future. Only a smaller part of the oak forest in Turkey is classified as productive high forest and the rest is classified as non-productive because of poor soil conditions or impact from human activities such as pollarding and coppicing. Turkey is one of few countries with a living culture of nomad people living on herding animals and pollarding trees for getting fodder to the animals. The oaks are the most important trees for these activities. The effect of the grazing animals have

different effects but one positive is the reduction of the fire prone under vegetation in many forests.

Every year there are more than 2388 forest fires in Turkey and average area of burnt forests are >6675 ha (2009-2018 period). The budget for wildfire control in Turkey for 2018 was 799.206.755 TL (127 Million euro). A changing climate with extreme variations with long dry periods hazard to increase these figures dramatically. The position of the country, the many different vegetation zones, the long history and the many high mountains have evolved an enormous biological diversity in most organism groups. Most well-known for having a high species richness are the plants, but there is also an exceptionally high diversity of butterflies and beetles compared to other European countries. For example, we have been studying the saproxylic beetle fauna in 10 different areas with old hollow oaks in southern Turkey. The number of species found is very high (340 species in total) and 10%

of the species has been identified as new to science and endemic to Turkey. In another of our studies we could show that the composition of forest birds was very different in Oak and Pine forests but also that the species number were lower in younger forests.

The last years large areas with old oaks, both coppice and pollarded trees have been converted into coniferous plantations in Turkey. What effects can this have for the future?

1. As the old oaks have a rich and unique diversity of saproxylic that cannot live on young coniferous trees it can be negatively affected and lead to a decrease in species richness and regional or national extinction of many species.
2. As the composition and number of birds are different between Oak and Pine forests and lower in young Pine forests a large change can be expected. This is especially true for woodpeckers and other cavity nesters in need of old trees.

3. As oak forests are more fire resistant and less fire prone than coniferous forests it can be harder to control wild fires.
4. As the oaks have a long history of adaptations and are so diverse they can probably be very useful as timber and bio fuel production in the future. There is a risk of losing valuable genetical diversity amongst oaks that can be useful in a changing climate.
5. As many of the nomad people in Turkey are highly dependent of oaks for fodder and fire wood it risk to deteriorating their living conditions.

Keywords: forest fires, biofuel, pollarded, birds, beetles



Session Chair: Prof. Dr. Cantürk GÜMÜŞ • Co-Chair: Dr. Funda OKSAY

CHAPTER TWO



Forest Plantations – Assessments on Climate Change Interaction

Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER¹

1. Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon, TÜRKİYE

Abstract

Climate changing is a global threat to the world. Climate change is one the most pressing issues facing society today and one of the main contributors is our continued use of fossil fuels. There is a need to prepare for climate change that will occur whatever the trajectory of future greenhouse gas emissions. Today the most preferred way to meet the needs of various industries that process forest products and to close the openings of wood raw materials are fast-growing kind of industrial plantations. Although industrial plantations are established to provide wood for industry it is not always possible to draw a rigid line between industrial and non-industrial plantation areas. Plantation forests provide direct and indirect benefits to biodiversity via the provision of forest habitat for a wide range of species, and by reducing negative impacts on natural forests by offsetting the need to extract resources. One of the major tasks envisaged for plantations worldwide is the fight against global warming. Different

plantation species show significant differences in carbon holding potential according to regions and plan. For this reason, it can say that well-designed, multi-purposed plantations can help mitigate climate change through direct carbon sequestration or by avoiding deforestation, while simultaneously protecting remaining natural forests through increased productivity. Research has shown that fast growing tree species have more carbon-holding capacity. However, the selection of species needs to be more careful in establishing new forest plantations. Consequently, as foresters in the world we should consider new approaches to plantation forestry in an effort to create forests resilient to the effects of changing climatic conditions.

Keywords: climate change, forest plantations, carbon sequestration, species selection

Orman Plantasyonları – Küresel İklim Değişikliği Etkileşimi Üzerine Değerlendirmeler

Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER¹

1. Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon, TÜRKİYE

Özet

İklim değişikliği dünya için küresel bir tehdittir. İklim değişikliği bugün toplumun karşılaştığı en acil konulardan birisidir ve bu duruma en çok neden olanlardan birisi, fosil yakıtların kullanılmaya devam edilmesidir. Gelecekteki sera gazı emisyonları ne olursa olsun ortaya çıkacak olan iklim değişikliği sürecine hazırlanmaya gerek bulunmaktadır. Günümüzde, orman ürünlerini işleyen çeşitli endüstrileri kollarının odun hammaddesi açığını kapatmada en çok tercih edilen yöntem, hızlı büyüyen tür endüstriyel plantasyonların kurulmasıdır. Endüstriyel plantasyonlar odun hammaddesini sağlamak amaçlı kurulsun da, endüstriyel ve endüstriyel olmayan plantasyon alanları arasında her zaman keskin bir çizgi çizmek mümkün değildir. Plantasyon ormanları, çok çeşitli türler için yaşam alanı sağlayarak doğal ormanlar üzerindeki olumsuz etkileri azaltmakla kalmayıp, biyolojik çeşitliliğe doğrudan ve dolaylı faydalar sağlamaktadır. Dünya çapında plantasyonlar için öngörülen en önemli görevlerden birisi küresel ısınmaya karşı mücadeledir. Farklı plantasyon türleri, bölgelere ve planlamalara göre karbon

tutma potansiyelinde önemli farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle, iyi tasarlanmış, çok amaçlı plantasyonlar doğrudan karbon tutma yoluyla iklim değişikliğini önlemede katkıda bulunup, aynı zamanda doğal ormanlar üzerindeki baskıyı azaltarak yapılarının iyileşmesini sağlamakta ve bu şekilde doğal ormanları korumaktadır. Pek çok araştırma sonucu hızlı büyüyen ağaç türleri ile kurulan plantasyon ormanlarının doğal ormanlara göre daha fazla karbon tutma kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, küresel ısınmanın neden olduğu sonuçlara bağlı olarak, yeni orman plantasyonlarının kurulmasında tür seçiminde daha dikkatli olunması gerekmektedir. Sonuç olarak, dünyadaki ormancılar olarak, değişen iklim koşullarının etkilerine karşı dayanıklı ormanlar oluşturmak amacıyla ormancılıkta yeni yaklaşımlar düşünmeli planlamaları buna göre yapmalıyız.

Anahtar kelimeler: iklim değişikliği, orman plantasyonları, karbon tutulumu, tür seçimi

GİRİŞ

İklim değişikliğinin azaltılması, enerji güvenliği, ulusal sanayilerin desteklenmesi ve tarım sektörünün korunması gibi sebepler, yenilenebilir enerjiyi desteklemenin temel nedenleridir. Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin iddialı biyoenerji hedefleri vardır ancak sağlam ve destekleyici yasaları bulunmamaktadır (Kraxner vd., 2013). Küresel ısınmaya karşı öngörülen en temel tedbirlerin başında atmosferdeki fazla karbonun tutulması gelmekte ve en önemli karbon yutakları olan ormanların özellikle de doğal ormanların korunması ve yeni ormanların kurulması temel politikalar içinde yerini almaktadır (Şıklar ve Öztürk, 2009). Küresel iklim değişikliği olasılığına karşı koyma stratejisinin bir parçası olarak ağaç dikme kavramı artık yaygın olarak kabul görmektedir (Marland ve Marland, 1992). Birçok ülkede yapılan pekçok çalışmanın sonuçları, plantasyon ormanlarının çok çeşitli doğal orman bitkileri, hayvanlar ve mantarlar için habitat sağlayabileceğini göstermiştir (Brockhoff vd., 2008) ve plantasyon ormanlarının; ormanlar, otlaklar ve çalılıklar gibi doğal ekosistemleri değiştirmek yerine, bozuk orman alanları üzerinde kurulduklarında ve egzotik türler yerine doğal ağaç türleri kullanıldığında biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunma ihtimalinin yüksek olduğunu söylemek olasıdır (Bremer ve Farley, 2010). Plantasyon ormanları tasarlanış biçimlerine göre; birden fazla ekosistem hizmeti sağlamakla doğal ormanlar üzerindeki baskıyı azaltabilmekte ve hatta doğal ormanların sağladığı bazı ekolojik hizmetleri bile yerine getirebilmektedir (Charnley, 2005; Paquette and Messier, 2010). Dolayısıyla plantasyonlar; odun üretimi, toprak ve su koruma görevi ve son dönemlerde karbon tutulumu gibi pek çok görevi yerine getirmek üzere kurulmaktadır (Bremer ve Farley, 2010). Buna karşın bu çalışmaların nasıl kurulduğuna yönelik tanımlamalarda da farklı görüşler ortaya konmaktadır. Endüstriyel orman ağaçlandırmaları; ağaçlandırma veya yapay gençleştirme amacıyla dikim ve/veya ekim yöntemleri kullanılarak oluşturulan meşcereler olarak tanımlanmaktadır (Bull vd., 2006). Endüstriyel plantasyonlar için belirleyici tek unsur kuruluş amacı olup, ana işletme amacı ya da ikincil işletme amacı endüstriyel odun üretimi olan plantasyonlar, endüstriyel plantasyonlar olarak düşünülmelidir (Şıklar ve Öztürk, 2009). Buna karşın; literatürün çoğunda hala kafa karışıklığı bulunmaktadır ve Bull vd. (2006), çeşitli kaynaklardan derlediği bilgilere göre; hem ağaçlandırma hem de plantasyon ormanlarının tam olarak tanımlamanın zor olduğunu belirtmektedirler. FAO (2006), plantasyon ormanlarının ve dikilmiş yarı doğal ormanların birbirinden materyal olarak farklı olmadığını kabul etmekte ve bu iki orman kategorisini tek bir dikilmiş orman kavramı altında birleştirmektedir. Benzer şekilde, Kanowski (1997), "ağaçlandırma" veya "plantasyon ormanlarını" tam olarak tanımlamanın güç olduğunu belirtmekte, özellikle, ağaçlandırma çalışmaları ile bozulmuş orman ekosistemlerinin rehabilitasyonu veya iyileştirilmesi, plantasyon ormanları veya tarım ormancılığı gibi çeşitli biçimlerin ayırt edilmesinin genellikle kolay olmadığını vurgulamaktadır. Ayrıca da, endüstri için odun sağlamak amacıyla endüstriyel plantasyonlar kurulsun da, endüstriyel ve endüstriyel olmayan plantasyon alanları arasında da her zaman keskin bir çizgi çizmek mümkün olamamaktadır (Bull vd., 2006). Öte yandan, daha fazla biyokütle elde etmek için tercih edilen kısa rotasyonlu sürgün ormancılığı da, endüstriyel veya endüstriyel olmayan plantasyon ormancılığı olarak tanımlanabilmektedir. Tüm bu kavram farklılıklarına ve kabullere karşın burada esas olan konu, tesis edilmiş/tesis edilecek olan orman plantasyonlarının planlama aşamalarının ve faydalanma şekil ve yöntemlerinin küresel iklim değişikliği sürecinde nasıl bir etki mekanizması oluşturacağını anlaşılabilmesi ve bu duruma göre hareket edilebilmesidir.

İklim değişikliği, dünya için küresel bir tehdit olarak karşımızdadır ve bugün toplumların karşılaştığı en acil konulardan birisidir. Fosil yakıtların kullanılmaya devam edilmesi bu süreçteki ana tetikleyicilerden birisidir. Buna karşın yenilenebilir enerji düşük karbonlu enerji kullanımında ana enerji arz seçeneği haline gelmekte (Verbruggen vd., 2010) ve enerji hizmetlerini ve güvenliğini sürdürülebilir bir biçimde sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Nema vd., 2012). Biyoenerjinin iklim değişikliğini önlemedeki temel faydası, bir biyokütle yetiştiriciliğine gerek duyması ve bunun için de bir toprağa ihtiyaç bulunmasıdır. Bu şekilde toprakta: 1- Biyosferik karbon (C) stoklarını biyokütle artırmakta, böylece CO₂'yi atmosferden çekmektedir. 2- Fosil bazlı yakıtlar ve diğer ürünler için bir alternatif enerji kaynağı olarak biyokütle elde edilmekte, böylece atmosfere fosil CO₂ emisyonlarının azalmasını sağlamaktadır (IEA, 2009). Biyokütle büyüme sırasında, atmosferdeki fotosentez yoluyla karbondioksiti hapsetmekte ve biyokütle ayrıştırıldığında veya yandığında, karbon tekrar karbondioksit olarak salınmaktadır. Bu süreç küresel karbon döngüsünün bir parçasını oluşturmaktadır (Nema vd., 2012). Farklı biyoenerji sistemlerinin önemli oranda ve uygun maliyetli sera gazı azaltımları sağladığı yapılan analizler sonucunda or-

taya konmuş olup, biyokütlenin olumlu özelliklerinden birisi, çeşitli biyoenerji ve biyomateryal ürünler sunmak için kullanılabilmesidir (Thornley vd., 2015).

Bahsi geçen bu noktalardan hareketle bu bildirinin amacı, plantasyon ormanlarının kavramsal farklılıklarını teknik esaslarla harmanlayarak, küresel iklim değişikliğini hafifletmedeki etkinliklerini ortaya koymaktır.

PLANTASYON ORMANCILIĞI-İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ

Plantasyon Ormanları- Karbon Tutma İlişkisi

Sağlam ve Asan (2011), ormanlardaki artım miktarının yükselmesinin sonucu olarak biyokütlenin hızla büyümesinin karbon tutma miktarını da artırmakta olduğundan bahisle, Marland ve Schlamadinger (1997)'ye atıfta bulunarak doğal ormanlara göre çok yüksek artım performansına sahip olan plantasyonların bağladığı karbonun doğal ormanlardan çok fazla olduğunu belirtmektedirler. Türkeş (2012) ise, ormanların birer karbon yutağı olduğu da dikkate alınarak, ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, erozyon ve önlenmesi çayır/mera iyilestirmesi için bütçeden yeterli kaynak aktarılmalıdır şeklinde öneride bulunmaktadır. Bu anlamda dünya genelinde plantasyonlar için öngörülen önemli görevlerden birisi küresel ısınmayla mücadeledir (Canadell ve Raupach, 2008). Kyoto Protokolü çerçevesinde plantasyonların C emisyonlarını azaltmada ve aynı zamanda doğal ormanlar üzerindeki baskıyı hafifletmede önemli bir değerlendirme potansiyeli bulunmaktadır (Paquette and Messier, 2010). Buna karşın, farklı plantasyon türleri, bölgeler ve planlamalar arasında karbon tutma potansiyeli bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Çevresel koşullardaki farklılıklar, nispeten küçük bir coğrafi alanda bile karbon tutumu potansiyelini etkileyebilmektedir (Fang vd., 2007). Kısa rotasyonlu sürgün (KRS) plantasyonlarının, biyoenerji için biyokütle üretiminde önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Kısa rotasyonlu plantasyonlarda ortaya çıkan biyokütle, fosil yakıtlara alternatif bir hizmet verebilmekte ve sera gazlarının atmosfere salınmasını azaltarak, sera gazı emisyonunu azaltma hedefine ulaşılmasında yardımcı olabilmektedir. Nitekim, Atmosferde artan CO₂ konsantrasyonları ve bunların küresel iklim değişikliği ile olan ilişkileri, net CO₂ emisyonlarını azaltmak adına söğüt sürgünlerinden kısa rotasyonlu biyoenerji ürününün elde edilmesi gibi önemli büyük uluslararası girişimlerin başlamasına yol açmıştır. KRS plantasyonlarından kaynaklanan toprak karbon tutumu yoluyla karbon azaltma oranının %5 civarında olduğu modellenmeyle ortaya konmuştur. Sonuçlara göre tek yıllık ürün yetiştirmeye dayanan ve tarımsal amaçlı kullanılan tarım alanlarında karbon tutulumu daha düşük seviyelerde gerçekleşmektedir (Grogan ve Matthews, 2002). "Biyoenerji mahsulü" olarak da tanımlanan kısa rotasyonlu sürgünler İngiltere'de karbon azaltımı için en yüksek potansiyele sahip ürün olarak gösterilmektedir (Smith vd., 2000). Enerji ikamesinin de hesaba katılmasıyla kısa rotasyonlu kavak sürgünü işletmeciliği, CO₂ emisyonunu 24.3-29.3 ton/yıl/ha azaltırken, meşe ve kayın karışık ormanında ise bu değerin sadece 6.2-7.1 ton/yıl/ha olduğu ortaya konmuştur ve küresel iklim değişim koşulları altında, C emisyonlarını azaltmada kısa rotasyonlu sürgün plantasyonları ile karışık ormanlar arasındaki farkın önemli ölçüde artmış olduğu ifade edilmektedir (Deckmyn vd., 2004). Brezilya'da Eucalyptus camaldulensis plantasyonlarının, hektar başına yılda 5 tonun üzerinde net bir karbon birikimine sahip olduğu ifade edilmektedir (Wright vd., 2000). Yine aynı eserde hızlı gelişen bir tür olan *Pinus radiata*'nın; Şili ve Avustralya plantasyonlarında ortalama yıllık net CO₂ biriktirme oranının hektarda 4.5 ton olduğu belirtilmektedir.

İklim Değişikliği- Plantasyon Tür Seçim İlişkisi

Geçtiğimiz yarım asırdan beri endüstriyel odun talebi gittikçe artan bir biçimde doğal ormanlardan, dikilmiş ormanlara doğru kaymaktadır. 50 yıl önce oluşturulmuş yapay ormanlardan endüstriyel odun karşılanamıyorken, günümüzde mevcut odun hammaddesi gereksiniminin 1/3'ü bu dikilmiş ormanlardan karşılanmaktadır (Krilenko ve Sedjo, 2007). Değişen sıcaklık ve yağış şekilleri ve artan atmosferik CO₂ konsantrasyonlarının, doğal ve yarı doğal ormanlarda önemli değişikliklere neden olması beklenmektedir. İklim değişikliği nedeniyle daha sıcak bir iklim, daha uzun büyüme mevsimleri ve yüksek atmosferik CO₂ konsantrasyonlarının oluşması bitki örtüsünün büyümesini hızlandırabileceği öngörülmektedir (Krilenko ve Sedjo, 2007). Bu durum küresel ısınmaya karşı uyum yeteneği gösterebilecek

türlerin plantasyonlarında biyokütle üretimini olumlu etkileyeceğini düşündürmektedir. Ancak plantasyonlarda kullanılan türlerde uyum sorunlarının en önemli gündemi oluşturacağı da ortadadır. Nitekim, Lindner vd. (2010) iklim değişikliğinin, şu anda plantasyonlarda kullanılan birçok önemli ağaç türünün biyoklimatik göstergesini değiştireceğini tahmin etmektedir. Bu durumu destekler nitelikte; örneğin, *Picea abies* veya *Pinus pinaster* gibi Avrupa plantasyon ormanlarının kilit türlerinin verimliliğindeki düşüşün, düşük enlem ve yükseltilerdeki artan sıcaklık ve su stresi kombinasyonundan kaynaklandığı belirtilmektedir (Lexer vd., 2002 ve Mora vd., 2012'ye atfen Pawson vd., 2013). Küresel ortalama yüzey sıcaklığında gözlenen ısınma eğiliminin, Türkiye'nin de içinde yer aldığı 40 °K ve 70 °K enlemleri arasındaki anakarada en fazla olduğundan bahisle, küresel ısınmayı önlemeye yönelik iklim ve çevre dostu politikalar ve önlemler içerisinde; yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle, vb.) birincil enerji kaynakları içindeki payının artırılması önerisi yer almaktadır (Türkeş vd., 2000). Ancak burada, plantasyonlarda tür seçiminde çok daha dikkatli olunması gerçeği ile karşı karşıya olduğumuzun da unutulmaması gereklidir.

Plantason Ormanları-Mevcut Durum-Gelecek Perspektifi

Yoğun şekilde planlanan (entansif) plantasyonlar, odun hammaddesini doğal ormanlara göre daha etkili bir şekilde sağlayabilmekte ve bu şekilde daha az arazi gerektirdiğinden doğal ormanların daha fazla korunmasını sağlamaktadır (Brockherhoff vd., 2008). Tarımsal kullanıma uygun toprakların ağaçlandırılması, C tutulumunu artırarak Kyoto protokolünün amaçlarına katkıda bulunabileceği (Deckmyn vd., 2004), Uluslararası Enerji Birliği'nin (IEA) 2030 projeksiyonuna göre ise, iklim değişikliği kapsamında biyoenerjinin payının artmasının beklendiği ifade edilmektedir (IEA, 2009). Avrupa Birliği yenilenebilir enerji tüketimini 2008'de % 10'dan 2020'ye kadar % 20'ye yükseltmeyi hedeflemiştir (Baum vd., 2012). Türkiye Ormancılar Derneğinin Orman Genel Müdürlüğünce uygulanmakta olan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı" üzerine değerlendirmeler ve öneriler adlı raporunda (TOD, 2019); "dünyadaki örnekleri dikkate alındığında endüstriyel orman ağaçlandırmalarının sadece orman alanlarında yapılmadığı, bu amaçla özellikle kullanılmayan tarım arazilerinden de faydalandığı bilinmektedir, ülkemizdeki uygun özel arazilerde endüstriyel orman ağaçlandırma çalışmaları başta kavak olmak üzere desteklenmeli, hukuki ve mali alt yapı düzenlemeleri gerçekleştirilmelidir" şeklinde öneri oluşturulmuştur. Bu önerinin küresel iklim değişikliği bağlamında, C emisyonunu azaltma noktasında, kızılçam da dahil, hızlı gelişen tür plantasyonların yararlarına odaklanılarak geliştirilmesi gerekmektedir.

FAO (2015)' e göre; küresel toplam orman alanı 1990'dan 2015'e kadar 4.28 milyar hektardan 3.99 milyar hektara, oransal olarak yüzde % 31.85'ten %30.85'e düşerken, dikilmiş ormanların alanı 167.5 milyon hektardan 277.9 milyon hektara oransal olarak % 4.06'dan % 6.95'e yükselmiştir. Alansal olarak genel orana göre düşük bir değere sahipmiş gibi gözükmesine rağmen, orman plantasyonlarının endüstriyel yuvarlak odun gereksiniminin üçte birinden fazlasını sağladığı ve üretimin doğal ormanlardan orman plantasyonlarına kaymasının 2030'larda (40,4) % 40'a, 2050'lerde ise % 75'e çıkacağı tahmin edilmektedir (İrland vd., 2001).

FAO (2015)' in Tablo 1'de verilen ve 1990-2015 dönemini kapsayan 25 yıllık verilere göre; plantasyonlardaki artışın bölgesel olarak Doğu Asya ülkelerinin en fazla, ardından Avrupa'da, Kuzey Amerika'da ve Güney ve Güneydoğu Asya ülkelerinde gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Türkiye de plantasyon ormanları artışı bakımından iyi durumda görülmektedir. Ancak bu değerlerin hangi tür plantasyon çeşidinden geldiği bilinmemektedir. Bu anlamda kızılçam; giriş başlığı altında tanımlanmaya çalışılan plantasyon kavramındaki tüm farklı tanımlar içerisinde yer alabilecek plantasyon çeşitlerinin kurulabileceği, ormanlık alanlarımızın %25.11' ini oluşturan ve %61.5 oranında normal kapalı olan, 5.61 milyon hektarlık orman alanı (OGM, 2015) varlığıyla Türkiye ormancılığının gerek endüstriyel hammaddesi sağlama ve gerekse diğer hizmetleri bakımından en önemli potansiyele sahip türüdür. Türkiye'nin gelecekte iklim değişikliği sürecinden daha fazla etkileneyeceği coğrafyada bulunduğu ifade edilmekle (Türkeş vd., 2000), bu değişikliklere uyum sağlayıcı adaptasyon yeteneği fazla ve hızlı gelişmesi nedeniyle C tutma potansiyeli bakımından da kızılçam, gelecekte plantasyon ormancılığının en önemli türü olacaktır.

Tablo1. Dünyadaki bazı ülkelerde plantasyon orman alanlarının 25 yıllık değişimi (FAO, 2015).

Plantasyon ormanları (1990-2015)													
Ülke	Dikilen Alan (1000 ha)					Yıllık Değişim Oranı							
	1990	2000	2005	2010	2015	1990-2000		2000-2010		2010-2015		1990-2015	
						1000 ha/yıl	%	1000 ha/yıl	%	1000 ha/yıl	%	1000 ha/yıl	%
Çin H. C.	41950	54394	67219	73067	78982	1244.3	2.6	1867.3	3.0	1183.1	1.6	1481.3	2.6
A.B.D	17938	22560	24425	25564	26364	462.2	2.3	300.4	1.3	160.0	0.6	337.0	1.6
Rusya F.	12651	15360	16963	19613	19841	270.9	2.0	425.3	2.5	45.6	0.2	287.6	1.8
Kanada	4578	9345	11710	13975	15784	476.7	7.4	463.0	4.1	361.8	2.5	448.2	5.1
İsveç	7399	9839	11099	12564	13737	244.0	2.9	272.5	2.5	234.6	1.8	253.5	2.5
Hindistan	5716	7167	9486	11139	12031	145.1	2.3	397.2	4.5	178.4	1.6	252.6	3.0
Japonya	10287	10331	10324	10292	10270	4.4	0.0	-3.9	0.0	-4.4	0.0	-0.7	0.0
Polonya	8511	8645	8767	8877	8957	13.4	0.2	23.2	0.3	16.0	0.2	17.8	0.2
Brezilya	4984	5176	5620	6973	7736	19.2	0.4	179.7	3.0	152.6	2.1	110.1	1.8
Finlandiya	4390	4953	5901	6775	6775	56.3	1.2	182.3	3.2	0.0	0.0	95.4	1.8
Sudan	5424	5639	5854	5940	6121	21.5	0.4	30.1	0.5	36.2	0.6	27.9	0.5
Almanya	5388	5416	5278	5290	5295	2.8	0.1	-12.6	-0.2	1.0	0.0	-3.7	-0.1
Ukrayna	4637	4755	4787	4818	4860	11.8	0.3	6.3	0.1	8.4	0.2	8.9	0.2
Endonezya	--	3322	4659	4803	4946	--	--	148.1	3.8	28.6	0.6	--	--
Tayland	2668	3111	3444	3986	3986	44.3	1.5	87.5	2.5	0.0	0.0	52.7	1.6
Türkiye	1495	1952	2192	2840	3386	45.7	2.7	88.8	3.8	109.2	3.6	75.6	3.3
Şili	1707	1936	2063	2384	3044	22.9	1.3	44.8	2.1	132.0	5.0	53.5	2.3
İspanya	2037	2504	2549	2882	2909	46.7	2.1	37.8	1.4	5.4	0.2	34.9	1.4
Y. Zelanda	1546	2052	2107	2082	2087	50.6	2.9	3.0	0.1	1.0	0.0	21.6	1.2
Avustralya	1023	1176	1628	1903	2017	15.3	1.4	72.7	4.9	22.8	1.2	39.8	2.8
G. Afrika	1626	1724	1750	1763	1763	9.8	0.6	3.9	0.2	0.0	0.0	5.5	0.3
Macaristan	1453	1519	1566	1629	1652	6.6	0.4	11.0	0.7	4.6	0.3	8.0	0.5
Norveç	1089	1325	1400	1463	1529	23.6	2.0	13.8	1.0	13.2	0.9	17.6	1.4

ÖNERİLER

Küresel ısınmanın yaratacağı olumsuz etkileri hafifletmenin yollarından birisi, karbon havuzunun artırılmasıdır. Plantasyon ormanları içerisinde hızlı gelişen türlerin yer aldığı endüstriyel plantasyonlar konusunda daha fazla çaba gösterilmeye ve daha teknik çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Ormancılığın küresel ısınmaya tepkisinin çok yönlü olacağı açıktır. Bazı bölgelerde, iklime daha uygun olan türler, artık iklime uygun olmayan önceki türlerin yerini alacaktır. Bu sebeple odun hammaddesi gereksinimini karşılamada en önemli kaynak olabilecek plantasyon ormancılığının planlanmasında sıcaklık ve yağış gibi temel iklim parametrelerindeki değişikliğinin oluşturacağı çok yönlü etkiye göre; biyoiklim zonlarını dikkate alarak uygun türlerin seçilmesi çok daha önemli hale gelmektedir. Günümüz

ormancılarının plantasyon ormanları kurulumunda daha dikkatli olmaları planlama süreçlerini buna göre şekillendirmeleri gerekecektir.

İklim değişikliğinin ortaya koyacağı sonuçları Türkiye koşullarında kendi doğal türlerimizde gözleyerek, biyoiklim değerlendirmeleriyle yöreye göre tür seçimine karar verilmesi, bu konuda türlerimizin karşı karşıya kalacağı stres koşulları ve dayanıklılıklarının belirlenmesi üzerine çalışmalar yapılması ve OGM'nin plantasyon ormancılığında daha teknik ve destekleyici olmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Baum, S., A. Bolte., M. Weih. 2012. High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. *GCB Bioenergy* 4: 728–738. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2012.01162.x>
- Bremer, L.L., K.A. Farley. 2010. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness, *Biodivers Conserv* 19: 3893–3915. DOI 10.1007/s10531-010-9936-4.
- Brockhoff, EG., H. Jactel, J.A. Parrotta, C.P. Quine, J. Sayer. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodivers Conserv* 17: 925–951. DOI 10.1007/s10531-008-9380-x.
- Bull, G.Q., M. Bazett, O. Schwab, S. Nilsson, A. White, S. Maginnis. 2006. Industrial forest plantation subsidies: Impacts and implications, *Forest Policy and Economics* 9: 13– 31. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.01.004>.
- Canadell, J.G., M.R. Raupach. 2008. Managing forests for climate change mitigation. *Science* 320: 1456-1457. DOI: 10.1126/science.1155458.
- Charnley, S. 2005. Industrial Plantation Forestry: Do Local Communities Benefit? *Journal of Sustainable Forestry* 21, 4: 35-57. https://doi.org/10.1300/J091v21n04_04.
- Deckmyn, G., B. Muys, J. Garcia Quijano, R. Ceulemans. 2004. Carbon sequestration following afforestation of agricultural soils: comparing oak/beech forest to short-rotation poplar coppice combining a process and a carbon accounting model, *Global Change Biology* 10: 1482–1491. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00832.x>
- Grogan, P., R. Matthews. 2002. A modelling analysis of the potential for soil carbon sequestration under short rotation coppice willow bioenergy plantations, *Soil Use and Management* 18: 175-183. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00237.x>
- Fang, S., J. Xue, L. Tang. 2007. Biomass production and carbon sequestration potential in poplar plantations with different management patterns, *Journal of Environmental Management* 85: 672–679. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.09.014>
- FAO.2006. Global planted forests thematic study: results and analysis. In: Del Lungo A, Ball J, Carle J (eds.) *Planted forests and trees working paper* 38. Rome.
- FAO. 2015. *Global Forest Resources Assessment*, Forestry Paper 253 p. Rome.
- IEA. 2009. *Bioenergy – a sustainable and reliable energy source: a review of status and prospects*. Main Report. 107 p.
- Irland, L.C., D. Adams, R. Alig, C.J. Betz, C.C. Chen, M. Hutchins, B.A. McCarl, K. Skog, B.L. Sohngen. 2001. Assessing Socioeconomic Impacts of Climate Change on US Forests, Wood-Product Markets, and Forest Recreation: The effects of climate change on forests will trigger market adaptations in forest management and in wood-products industries and may well have significant effects on forest-based outdoor recreation *BioScience* 51: 753–764. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0753:ASIOCC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0753:ASIOCC]2.0.CO;2)
- Kanowski, P.J. (1997). Afforestation and plantation forestry, XII. World Forestry Congress, 12, 23-33.

- Kraxner, F., Nordström, E.M., Havlik, P., Gusti, M., Mosnier, A., Frank, S., Valin, H., Fritz, S., Fuss, S., Kindermann, G., McCallum, I., Khabarov, N., Böttcher, H., See, L., Aoki, K., Schmid, E., Mathe, L., Obersteiner, M. (2013). Global bioenergy scenarios e Future forest development, land-use implications, and trade-offs, *Biomass and Bioenergy* 57: 86-96. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.003>
- Kirilenko, A.P., R.A. Sedjo. 2007. Climate change impacts on forestry. *PNAS* 104, 50: 19697–19702. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701424104>
- Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbat, J. Garcia-Gonzalo, R. Seidl, S. Delzon, P. Corona, M. Kolstrom, M.J. Lexer, M. Marchetti. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259 (4): 698–709. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.023>
- Marland, G., S. Marland. 1992. Should we store carbon in trees? *Water, Air, and Soil Pollution, in Natural Sinks of CO₂*. Ed. Joe Wisniewski Ariel E. Lugo, Palmas Del Mar, Puerto Rico, 64: 181-195.
- Nema, P., S. Nema, P. Roy. 2012. An overview of global climate changing in current scenario and mitigation action. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 2329–2336. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.044>
- OGM. 2015. Türkiye orman varlığı 2015, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 32s., Ankara.
- Paquette, A., C. Messier. 2010. The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. *Front. Ecol. Environ.* 8, 1 : 27–34. <https://doi.org/10.1890/080116>
- Pawson, S.M., A. Brin, E.G. Bockerhoff, D. Lamb, T.W. Payn, A. Paquette, J.A. Parrotta. 2013. Plantation forests, climate change and biodiversity. *Biodivers Conserv* 22: 1203–1227. DOI 10.1007/s10531-013-0458-8.
- Sağlam, S. Ü. Asan. 2012. Endüstriyel Plantasyonlarda Optimal Kuruluş Sorunları ve Çözüm Yolları, *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 61, 2: 115-138.
- Smith, P., R. Milne, D.S. Powlson, J.U. Smith, P. Falloon, K. Coleman. 2000. Revised estimates of the carbon mitigation potential of UK agricultural land. *Soil Use and Management* 16: 293-295. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2000.tb00214.x>
- Şıklar, S., H. Öztürk. 2009. Türkiye’de odun hammaddesi üretiminin artırılması açısından kızılçam endüstriyel plantasyon ormancılığı. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 7-9: 26-29.
- Thornley, P., P. Gilbert, S. Shackley, J. Hammond. 2015. Maximizing the greenhouse gas reductions from biomass: The role of life cycle assessment. *Biomass and Bioenergy* 81: 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.05.002>
- TOD. 2019. Orman genel müdürlüğünce uygulanmakta olan “endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları eylem planı” üzerine değerlendirmeler ve öneriler, 13 s., Ankara.
- Türkeş, M. 2012. Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 4: 1-32.
- Türkeş, M., U. M. Sümer, G. Çetiner, 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, Ankara.
- Verbruggen, A., M. Fischedick, W. Moomaw, T. Weir, A. Nadai, L.J. Nilsson, J. Nyboer, J. Sathaye. 2010. Renewable energy costs, potentials, barriers: conceptual issues. *Energy Policy* 38, 2: 850–61. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.036>
- Wright, J.A. A. DiNicola, E. Gaitan. 2000. Opportunities for Carbon Sequestration, Economic Development, and Financial Returns. *Journal of Forestry* 2: 20-23. <https://doi.org/10.1093/jof/98.9.20>



Evaluation of the Effects of the Directorate of Forest-Village Relations (DoFVR) Firewood Reduction Projects on Climate Change

¹Ufuk COŞKUN

¹Karabuk University Faculty of Forestry Department of Forest Engineering-KARABUK

Abstract

One of the most important global changes in the atmospheric layer closest to the surface is global climate change due to the increase of CO₂. Climate Change; In addition to the natural variability of climate, it is defined as the change of climate in certain time periods with the direct or indirect effect of human activities. The process of combating climate change; human impact is the key criterion in terms of release, reduction and adaptation activities. Forests; provides significant solutions in terms of adaptation and reduction in the fight against climate change. Sustainably managed forests, providing many ecosystem services besides carbon sequestration, increase the durability of communities and ecosystems. There are approximately 7.2 million forest villagers in our country. One of every three villagers living in rural areas is a forest villager. The natural habitats of the forest villagers are intertwined with the fo-

rest areas and all activities of the forest villagers to benefit from forests affect the forest areas. This formation in the fight against climate change; It adds an important dimension to the key human and nature interaction.

The Directorate of Forest-Village Relations (DoFVR) was established to reduce the negative impact of forest villagers on forest areas and to improve economic losses due to forestry activities. For this reason, it has implemented individual and cooperative credit project applications for social and economic purposes. One of the applications in recent years has been the creation of supported projects to reduce the use of firewood. Examples of these projects; Solar energy systems, sheathing and cooking stove use projects. The aim of this study is to determine the effects of social projects implemented by DoFVR in order to reduce the use of firewood on wood

consumption levels and thus to determine the effects and contribution of adaptation and reduction, carbon sequestration in terms of combating climate change. Study; DoFVR implemented projects to reduce the use of firewood; the amount of savings provided is based on data from families in forest villages sampled from the Western Mediterranean and Western Black Sea regions. According to this data; energy savings and economic dimensions of the savings are determined. As a result; DoFVR's social projects aimed at reducing the use of firewood it has emerged quite

different dimensions. For example, the level of the saving of firewood in terms of carbon holding capacity of the country is shown. The equivalent amounts of these savings are determined as the fossil fuel type coal. When these data are taken into consideration, the extent to which DoFVR firewood reduction project implementations have been discussed in terms of reduction and adaptation in terms of combating climate change is discussed.

Keywords: Forest villages, Climate change, DoFVR fuel reduction projects

INTRODUCTION

The people in the rural areas that are intertwined with forest areas is called forest villagers. This way of life of the forest villagers has resulted in the utilization of forest areas in various ways. These benefits emerge as negative impacts on forest ecosystems and adversely affected forestry activities.

Forest villagers' levels of forest utilization and researches and studies aimed at preventing them gained a more effective structure with the establishment of Directorate of Forest Village Relations at the end of 1970s. In this period; the effects of forest villagers and forestry activities on these villagers were evaluated in various dimensions (DPT, 1970; DPT, 1971; Anıl, 1973; Duruöz, 1975; Duruöz et al., 1976; İstanbullu, 1978). In the 1980s; within the scope of the development of forest villages, socio-economic conditions of the forest villagers were investigated and problems and solution opportunities were revealed (Geray and Acun, 1980; Geray, 1982; Taraklı, 1982; Acun, 1983; Çağlar, 1986; Çağlar, 1987).

In the 1990s, the project subjects realized by DoFVR were compared with various dimensions (Tolunay, 1992; Türker and Toksoy, 1992; Türker, 1992; Anonim, 1993; Gümüş, 1993; Gökçe et al., 1998; Tolunay, 1998; Özkurt, 1998). In the 2000s; the effects of DoFVR project implementations on the forest villagers, their contribution to the development of forest villagers and the evaluation of the results of the project studies were particularly examined (Tolunay et al., 2002; Daşdemir, 2003; Coşgun, 2005; Tolunay et al. 2007; Tolunay and Korkmaz, 2005; Coşgun et al., 2007; Uzun, 2008; Coşgun et al., 2009; Önal, 2010; Önal and Bekiroğlu, 2011; Okutucu et al., 2012; Korkmaz and Alkan, 2014; Daşdemir, 2016; Coşgun, 2017; Daşdemir, 2017; Coşgun, 2018; Türker, 1992; Türker and Toksoy, 1992).

DoFVR 's work area and its efforts; The aim is to develop the forest villagers who are the poorest of the rural areas that are intertwined with the forest areas. In the process, an organization under the Ministry of Agriculture and Forestry has emerged. In these processes, as well as being represented at the level of the General Directorate, it has also had to carry out its activities under the Department Head. In 2011, in the establishment of the Ministry of Forestry and Water Affairs, it was reduced from the General Directorate level to the Department Head (Coşgun, 2016). Other forms of organization in this practice and process are due to the lack of connection between the functions allocated to DoFVR and the resources allocated to DoFVR; has received serious criticism for its studies.

It was aimed to reduce the pressure on forests through economic and social lending activities developed by DoFVR for forest villagers. Therefore; Forest villagers' development is aimed by providing economic and social loans to forest villagers and economic loans to forest village cooperatives.

Various studies have been carried out by DoFVR on project applications aiming to reduce the consumption of firewood and the amount of wood usage savings realized (Gümüş, 1993; Önal, 2010; Önal and Bekiroğlu, 2011; Okutucu et al., 2012; Coşgun, 2018; Coşgun, 2017). Within the framework of climate change; the dimensions of forest villagers' utilization of forest areas are examined for the first time with this study.

The aim of this study is to determine the wood consumption levels of social projects (Solar energy systems, sheathing and cooking stove use projects) implemented by DoFVR to reduce the use of fi-

rewood. So; to determine the effects and contribution of climate change adaptation, mitigation and carbon sequestration in terms of combating climate change.

MATERIAL AND METHOD

Social projects implemented by DoFVR in recent years; Firewood reduction projects have an important place. These projects; solar energy systems with water heating, sheathing and cooking stove use projects.

With the implementation of DoFVR's projects aimed at reducing the consumption of firewood; the aim of this study is to determine the effects of the savings on carbon accumulation and to evaluate the data obtained from three stages.

The first of these is the solar water heating project of the forest villages in the western Mediterranean region (Antalya, Burdur ve Isparta forest villages); determination of the effects of firewood savings on carbon consumption and accumulation. The second stage is related to solar water heating, sheathing and cooking stove use in the forest villages of the Western Black Sea Region (Zonguldak, Bartın ve Karabük Isparta forest villages); determination of the effects of firewood savings on carbon consumption and accumulation. In the third stage, with the help of the data of the western Mediterranean and the Western Black Sea region; the aim of this study is to determine the effects of firewood savings on carbon consumption and accumulation by solar water heating, sheathing and cooking stove use projects in forest villages of our country.

In order to reduce the consumption of firewood in forest villages of Antalya, Burdur and Isparta provinces of the Western Mediterranean Region, Solar Energy Systems Heating Project was implemented. 29 of the 37 forest villages in the province of Antalya, 30 of the 50 forest villages in the province of Burdur, 41 of 65 forest villages in the province of Isparta were sampled, thus a total of 100 forest villages were sampled from 152 forest villages in the Western Mediterranean region. A total of 629 questionnaires were conducted by sampling 25.7% of 2,444 families benefiting from the GES application in the Western Mediterranean Region.

In order to reduce the consumption of firewood, DoFVR has implemented sheathing and cooking stove use and solar energy systems (SES) projects in forest villages of the Zonguldak Forestry Regional Directorate. DoFVR applied in the forest villages of the Zonguldak Forest Regional Directorate, sheathing houses (129) and cooking stove use projects (21) project applications; A total of 150 families were surveyed by face-to-face surveys.

Solar water heating systems project applications (6% of 2590 families were sampled) were sampled in the villages where the sheathing houses and cooking stove use projects were carried out or in the neighboring villages with 150 samples that benefited only from the SES project. A total of 300 families were interviewed face-to-face throughout the region.

Forest villagers in the investigated regions; annual amounts of firewood and savings from firewood reduction projects applied to forest villagers; above-ground vegetative mass calculations were made by using coefficients called Biomass Conversion and Expansion Factors (BCEF) (IPCC, 2006; Karabiyik, 2014; Tolunay, 2019). Within the framework of the studies; Firewood values were calculated by considering BEF1 coefficients (Karabiyik, 2014; Tolunay, 2019).

The population of forest villagers living in forest villages of our country is 6.8 million people (Anonymous, 2018). The number of forest villagers households in forest villages is 1.288.208. These data are the basic data for determining the amount of reductions in the country's carbon stocks through wood consumption of forest villagers.

RESULTS

In forest villages where firewood reduction project is implemented in the Western Mediterranean region; annual amount of firewood use and forest villages in which forest wood reduction projects are implemented in forest villages of Western Black Sea Region is 10.50 ster/ year (Coşgun, 2017; Coşgun, 2018). In forest villages in Turkey, through the annual firewood consumption; the amount

decreasing from carbon stocks is 3.199.777 tons / year. The equivalent amount of CO₂ is 11.743.180 tons / year. Firewood amount through the reduction projects, the amount of savings achieved contribute to the annual carbon stocks in Turkey; 1,345,394 tons / year. The equivalent amount of CO₂ is 4.937.596 tons / year.

DISCUSSION

Various studies on carbon calculations in our country gained momentum at the beginning of the 21st century and firstly carbon calculations were initiated for tree species in our country (Atmaca, 2008; Çömez, 2010; Çakıl, 2008; Çömez, 2011; Doğan, 2010; Durkaya et al. 2013a; Durkaya et al 2013b; Durkaya et al., 2015). According to Tolunay 2019; the countries which are party to the Kyoto Protocol; they prepare their greenhouse gas national inventories regularly and submit them to the secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change. These reports include energy, industrial processes and product use in various sectors, agriculture, land use, land use change and forestry, waste greenhouse gases emissions and binding amounts.

The methods specified in the guidelines prepared by the Intergovernmental Panel on Climate Change are used in the preparation of the reports. Of these guidelines, forestry related land use, land use change and forestry published (LULUCF) in 2003 and agriculture, forestry and other land use were published (AFOLU) in 2006. According to these guides; In the calculation of the amount of carbon bound by forests, it is possible to calculate the amount of carbon stored in plant mass or stored annually by using various coefficients from tree wealth or increment values in forests. Similarly, the amount of carbon removed from the fire, production, illegal cuts and forests can also be estimated with the help of coefficients.

In the study; According to AFOLU guideline, BEF₁ coefficients of plant mass expansion factors were 1,212 for coniferous and 1,310 for leafy. In addition to the study; The BEF₂ coefficients that can be used to convert the usable wood volume to above-ground vegetative mass have been updated to be 1,326 for leafy and 1,262 for coniferous. Made works; Turkey's carbon stock accounts has been carried out for the more healthy. The effects of annual amount of firewood on the carbon stocks of the forest villagers have been revealed for the first time. For the first time, the contribution of forest villagers to carbon stocks has been determined with the help of the savings obtained through the firewood reduction projects implemented by DoFVR.

Considering the studies; 2018 in Turkey in response to the amount of industrial wood raw material produced 6.943.254 tons / year is a decrease in carbon stocks (Karabiyik, 2014; Anonymous, 2019) Forest villagers; The decrease in the carbon stock caused by the annual amount of firewood consumption is about 46.08% of the amount of carbon stock that our country lost with industrial wood production in 2018. The amount of carbon stock lost due to the amount of firewood produced in 2018 in Turkey is 1.179.635 tons / year

The contribution of the savings provided (1.345.394 tons/year) by DoFVR to the reduction of the consumption of firewood in the carbon stock is equal to the amount of carbon that is destroyed by the firewood produced in 2018 in Turkey

CONCLUSION

The effects of climate change are rapidly experienced in our country and all over the world. Activities of human origin are the main factors in the emergence of these effects. The rapid destruction or destruction of forest areas, which are a renewable natural resource, also causes these effects to increase. The whole world is trying to create common views to reduce these impacts and to provide agreements that undertake various practices. In climate change; Treaties to reduce the amount of carbon released into the atmosphere, which is an important source of problems, constitute one of the concrete examples of these approaches. On the other hand, a carbon market has been formed all over the world. Countries; is trying to calculate its own carbon stock amounts by the methods they have developed jointly

Developing countries; they want to maintain or increase their development rates by utilizing their natural resources in a planned way by using the revenues provided by these resources. In our country, the pressures on the forest continue in various ways. Benefiting from forests, sometimes legally and sometimes illegally, continues. This is seen as rapid deforestation and the impact of our carbon stocks. In particular, a planned and balanced development can be achieved by ensuring rural development. For this to happen; an acceptable development and standard in the living conditions of the rural population is deemed necessary.

One out of every three people living in rural areas in Turkey, is forest villager living within forest areas. The utilization of the natural habitats of the forest villagers and the forestry activities as institutional ones affect each other directly. DoFVR implementations aiming to reduce the pressure on forest areas through the development of forest villagers in rural areas have a significant impact. It has been observed that the projects developed by DoFVR to reduce the consumption of firewood in recent years have serious, economic and social dimensions. With this study; In Western Mediterranean and Western Black Sea Regions; the effects firewood reduction projects of DoFVR 's on carbon stocks were examined.

Compared with the data of the General Directorate of Forestry in the wood raw material manufacturer in Turkey; It is seen that the annual amount of firewood consumption of forest villages in the regions does not overlap. It is considered that it is important that the data of the General Directorate of Forestry (GDoF) does not correspond to the regional data. In particular, the amount of legally produced firewood and the amounts for illegal use do not coincide with the realities of the region. For example, for the years 2002-2012; The loss of 11 years of illegal firewood production in carbon stocks is 1.200.869 tons / year. This loss can be assessed in two ways. Firstly; It corresponds to 37.52% of the carbon stock lost due to annual consumption of forest villagers as firewood. In other words, 1/3 of the annual amount of firewood used by forest villagers is provided by illegal sectors and affects carbon stocks. Secondly; DoFVR 's carbon stock recovery obtained by firewood reduction projects (1.345.394 tons / year) easily meets the amount of carbon stocks destroyed by illegal cuts.

Field data on sensitive subjects such as GDoF firewood production, illegal cuts should be converted to a more reliable data set. DoFVR has to evaluate its studies with various dimensions. Social and economic dimensions of resource transfers should be evaluated in various aspects. Thus, only resource transfer and return of these resources should not be seen as a vicious circle of work. It should adapt to the developing and changing world forestry and should make a rapid change and development effort in this direction.

REFERENCES

- Acun, E., 1983; Aydın İli Köylerinin ve Özellikle Orman köylerinin Kalkındırılmaları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Yayın No: 3141, OF Yayın No: 338, İstanbul.
- Anıl, Y.; 1973. Yukarı Çulhalı Köyünün Sosyo-Ekonomik Dokusu, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten Serisi No: 57, Ankara.
- Anonymous, 2018. Orman Genel Müdürlüğü, ORKÖY Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonymous, 2019. Orman Genel müdürlüğü istatistikleri, Ankara.
- Atmaca, S., 2008; Construction of Biomass Tables of Scots Pine in Erzurum Forest Regional Headquarter, unpublished M.Sc. thesis, Graduate School of Natural and Applied Science, University of Zonguldak Karaelmas.
- Coşgun U., 2005. "Batı Karadeniz Bölgesi Orman İçi Köylerin Sosyo-Ekonomik Yapısı Ve Bu Köylerin Kalkındırılmasında Etkili Olan Sosyoekonomik Faktörlerin Çoğul Sayısal Analiz Yöntemleriyle Belirlenmesi", Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 11, Orman bakanlık No: 220, Müdürlük Yayın No: 16, Bolu
- Coşgun, U., Ok, K., Yılmaz, E., Telek, A., Ay, Z., Uzun, E.; 2007. "ORKÖY Kaynaklarının Tahsisinde Orman Köylerinin Önceliklerinin Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi" Saptanması- Antalya İli Örneği, Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten No: 28, Antalya

- Coşgun, U., Bekiroğlu, S., Telek, A.; 2009. "Orman Köylerindeki Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerinin Etkinlik Düzeylerinin İrdelenmesi (Antalya İli Örneği)", Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No: 46, ANTALYA.
- Coşgun, U., 2016; Türkiye'nin Ormancılık Politikası Serüveni Örgütlenmesi ve Ormancılıkta Kadının Yeri, "OGM Örgütlenme Yapısı ve Uygulamalarının Değerlendirilmesi", Dönmez Ofset Basım Evi, Sayfa Sayısı 119, ISBN:978-605-64482-5-6
- Coşgun, U. 2017. Evaluation of solar Energy by the General Directorate of Forest-Village Relations in the South West Region of Anatolia, pages: 961-963, Volume: 3, Number 5, Journal of Environmental Biology, (SCI). DOI : [http://doi.org/10.22438/jeb/38/5\(SI\)/GM-13](http://doi.org/10.22438/jeb/38/5(SI)/GM-13).
- Coşgun 2018; ORKÖY Güneş Enerjisi İle Su Isıtma Sistemleri (GES) ve Dış Cephe Yalıtımı Mantolama Kredi Uygulamalarının Orman Köylerindeki Yakacak Odun Tasarrufuna Olan Katkılarının Belirlenmesi (Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Örneği), Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen; "Proje Numarası: KÜBAP-15/1-DS-024" projesi, Karabük.
- Çağlar, Y., 1986. Türkiye'de Orman Köyleri ve Kalkındırılmasına Yönelik Etkinlikler. Ankara: MPM Yayınları, No: 340.
- Çağlar, Y., 1987, Orman Köylüleri Ve Küçük Üreticilik Üzerine, 11. Tez Kitap Dizisi No: 7, İstanbul, s. 59-83.
- Çakıl, E., 2008. Constructing Biomass Tables of Crimean Pine in Zonguldak Forest Administration, unpublished M.Sc. thesis, Graduate School of Natural and Applied Science, University of Zonguldak Karaelmas.
- Çömez, A., 2010. Construction of Biomass Tables of *Pinus sylvestris* in Artvin Forest Regional Headquarter (A Case Study of Borçka Planning Unit), unpublished M.Sc. thesis, Graduate School of Natural and Applied Science, Karadeniz Technical University.
- Çömez, A., 2011. Determination of Carbon Sequestration in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands on Sündiken Mountain, unpublished PhD thesis, Graduate School of Engineering and Science, İstanbul University.
- Daşdemir, İ., 2003. Sarıkamış ve Oltu Yöresindeki Ormancılık Kooperatiflerinin Kırsal ve Bölge Ormancılığı Açısından Değerlendirilmesi. Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi, www.orkoop.org.tr/uploads/files/14.doc. Erişim tarihi: 09.06.2015.
- Daşdemir, İ., Yılmaz, A., 2016. Sürdürülebilir Kırsal Kalkınmada ORKÖY'ün Rolü (Samsun Orman İşletme Örneği), pages: 307-317, ISEM2016, 3rd International Symposium on Environment and Morality, 04-06 November 2016, Alanya/Antalya
- Daşdemir, İ., Yıldırım, Ö., 2017. The Effect of ORKÖY Activities on Sustainable Rural Development (Example of Kütahya Regional Directorate of Forestry, International Conference on Agriculture, Forest, Food Science and Technologies, pages; 115, Cappadocia, Nevşehir.
- Doğan, N., 2010. Diameter-Based Biomass Prediction and Assessment of Leaf Area:Sapwood Ratio for Turkish-Fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *Bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) in Duzce Province, unpublished M.Sc. thesis, Graduate School of Natural and Applied Science, Duzce University.
- Durkaya, B., 1998. Construction of Biomass Tables of *Quercus* in Zonguldak Forest Region Administration, unpublished M.Sc. thesis, Graduate School of Natural and Applied Science, University of Zonguldak Karaelmas.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Ülküdur, M., 2013a. Estimation of above-ground biomass and sequestered carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. *Iforest-Biogeosciences and Forestry*, 278-284. DOI: 10.3832/ifor0899-006.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Karabürk, T., 2013b. Estimating above-ground biomass and carbon stock of individual trees in uneven-aged Uludag fir stands. *Fresenius Environmental Bulletin* 22(2): 428-434.

- Durkaya, A., Durkaya, B., Makineci, E., Orhan, İ., 2015. Aboveground biomass and carbon storage relationship of Turkish pines. *Frese- nius Environmental Bulletin* 24: 3573-3583
- Duruöz, E., 1975. Demirköy Orman İşletmesinin Orman Köylerinin Ekonomik Yapılarına Olan Katkısı Üzerine Araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:61*, 80 Ankara
- Duruöz, E., Anıl, Y., Çoban, C., 1976. Orman Köylüsünün Ormancılık Kesiminde ve Orman Bölge Müdürlüklerindeki Kentlerde İşlendirilmesi Olanakları. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:79*, 55 Ankar
- DPT, 1970. Türk Köyünde Modernleşme Eğilimleri Araştırması, Rapor I, Yayın No: DPT: 860, SPD: 198, Ankara.
- DPT, 1971. Türk Köyünde Modernleşme Eğilimleri Araştırması, Rapor III, Yayın No: DPT: 1071, SPD: 233, Ankara.
- Geray, U., Acun, E.; 1980. Orman Köylülerinin Kentleşmesi ve Orman-köy İlişkileri (Safranbolu Örneği), İ.Ü. Yayın No: 2640, OF Yayın No: 279, İstanbul.
- Geray, U.,1982. Toplum Ormancılığı, Türkiyede Toplum Ormancılığı Geliştirme Projesi. Vezirköprü, Kunduz Eğitim Merkezi Seminer Notları, 35-48 Ankara.
- Gümüş, C., 1993. Orman Köyleri Kalkınma Planlarında ve Sosyal Ormancılık Çalışmalarında Çok Boyutlu Analizlerden Yararlanma Olanakları, I. Ormancılık Şurası, 1-5 Kasım Cilt II, s.267-278, Ankara.
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe). Available from: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>. (Access date: 5 March 2016).
- İstanbullu, T., 1978. "Türkiye 'de Yakıt ve Özellikle Yakacak Odun Sorunu Üzerine Araştırmalar", İ.Ü. Yayın No. 2405, O.F. Yayın No: 251, Çelikköy Matbaası, İstanbul.
- Karabıyık, S., B., 2014. Türkiye Ormanlarında Bitkisel Kütledeki Karbon Stoku: Farklı Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması, İ.Ü. Fen Bilimleri enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programı, (yayınlanmamış yüksek lisans tezi) İstanbul.
- Korkmaz, M., Alkan H., 2014. Ormancılık ve Kırsal Kalkınma: Isparta Orman köyleri Örneğinde Bir Değerlendirme. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim 2014, s.1084, Isparta.
- Okutucu, M., A., Demir, M., Ağyürek, C., Bilgili, A., Güven, M., 2012. "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin, ORKÖY Projelerinde Uygulama Sonuçlarının Araştırılması (Erzurum İli)", III. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, İstanbul.
- Önal, P., 2010. "Orman Köylerinde ORKÖY Tarafından Gerçekleştirilen Köy Kalkındırma Projelerinin Uygulama Sonuçlarının Araştırılması (Şile-İstanbul)" İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Önal, P., Bekiroğlu, S., 2011. Orman Köylerinde ORKÖY Tarafından Gerçekleştirilen Köy Kalkındırma Projelerinin Uygulama Sonuçlarının Araştırılması (Şile-İstanbul). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 61 (2): 53-66.
- Taraklı, D.;1982. Mudurnu İlçesi Orman Köyleri (Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve İlçe İçin Doğrusal Programlama Yöntemi ile Optimum İşletme Planlarının Saptanması), Ankara.
- Tolunay, A., Korkmaz, M.-Alkan, H., 2002. ORKÖY Kalkınma Projelerinin Hazırlanmasında Kullanılabilecek Proje Değerlendirme Kriterleri. *Kırsal Çevre Yıllığı* 2002, s.117-134, Ankara.
- Tolunay A. Korkmaz M., 2005. 35. Kuruluş Yılında ORKÖY, I. Çevre ve Ormancılık Şurası, 22-24 Mart 2005, s. 1575-1582, Antalya



- Tolunay A, Alkan H, Korkmaz M, Bilgin F S, 2007. Classification of Traditional Agroforestry Practices in Turkey, International Journal Natural and Engineering Sciences, 1 (3): 41-48
- Türker, M. F., Toksoy, D., 1992. Devlet ormanlarından odun hammaddesinin yakacak odun amacıyla tüketilmesi probleminin çözüm yolları. Çevre Dergisi, Ekim-Kasım-Aralık Sayı 5, Sayfa 5-8.
- Tolunay, D., 2019; Biomass factors used to calculate carbon storage of Turkish forests, DOI: 10.26650/forestist.2019.110719, Forestist 2019, 69(2): 145-155, İstanbul.
- Türker M. F., 1992. "Maçka Devlet Orman İşletme Müdürlüğü Ormanlarından Odun Hammaddesinin Yakacak Odun Amacıyla Tüketilmesinin Sosyo-Ekonomik Analizi", KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamıştır) Trabzon.
- Uzun, E., 2008. Gündoğmuş İlçesi Orman Köylerinin ve Bu Köylerdeki Tarım İletmelerinin Sosyo-Ekonomik Yapılarının Belirlenmesi, Teknik Bülten No: 32, Antalya.



The Effects of University Education on Climate Change Risk Perception

¹Mehmet KORKMAZ, ²Esmagül GÜLSOY

1. Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, East Campus, 32260, Isparta, Turkey

2. Innovative Technologies Application and Research Center, Suleyman Demirel University, West Campus, 32260, Isparta, Turkey

Abstract

In this paper, the climate change risk perceptions of university students were investigated. Within the scope of the study, the following differences regarding risk perceptions were evaluated (i) between departments (science, social science and health sciences), (ii) according to whether they take courses on climate change, (iii) between students studying in the natural sciences (forest engineering, landscape architecture, biology etc.) and other students. The study was carried out at Süleyman Demirel University. The data were collected through surveys conducted with senior students of the departments where undergraduate education was given. In this context, 579 students were interviewed. According to the results of our study, perception and level of knowledge of students taking courses on climate change were significantly higher. The fact that the students' educational fields are different creates statistically significant differences in many perceptions of climate change, and it was seen that science students were more conscious

in some technical subjects such as atmospheric greenhouse gases and occupational problems. It is possible to say that the level of knowledge of students can be effectively increased through courses and trainings they take during their education.

Keywords: Climate change, Natural science, Risk perception, Universities

INTRODUCTION

Nowadays, global warming is accelerated due to human-induced effects and climate change has reached a level that will affect the future of societies. In the fight against climate change; the challenge for policy-makers is to understand the impacts of climate change, to identify strategies for optimal adaptation, and to implement these into rational policies.

Significant changes such as increasing temperatures and decreasing precipitation are effective in awareness of climate change. The most striking aspect of climate change perception is that personal experience of adverse natural phenomena is a strong determinant of individual risk perception (Fronzel et al., 2017). The risk perception of the public regarding the possible consequences of climate change is of great importance. Risk perception plays a central role not only in shaping climate policies, but also in providing support for adaptation and mitigation initiatives. Therefore, more information is needed on the determinants of people's perceptions of climate change.

Although the issue is of great importance, people's perceptions of climate change risk differ. In this respect, it is especially important to know the level of knowledge and perceptions of university students who will work in different future occupational groups. In this paper, climate change perceptions of university students were investigated to determine whether the risk perceptions differ according to departments and courses taken.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in 2017 at Süleyman Demirel University. The data were collected through surveys conducted with senior students of the departments where undergraduate education was given. In this context, 579 senior students from 28 departments of 12 faculties (Table 1) were surveyed.

Table 1. Faculties participating in the survey

Faculty	Faculty	Faculty
Forestry	Law	Economics and Adm. Sciences
Architecture	Agriculture	Arts&Sciences
Medicine	Technology	Engineering
Dentistry	Divinity	Health sciences

The majority of the students who participated in the survey were between the ages of 21-25 (90.7%). The average age was 23.1 years. 55.4% of the students were female and 44.6% were male. The data obtained from the survey were evaluated with statistical methods. In this context, the answers given in the first stage were converted to percentages. Whether the data were parametric data was investigated by Shapiro-Wilk test. Since our data were not normally distributed ($p < 0.05$) at the 95% confidence level, chi-square test and cross tables were used in the analysis of the data.

RESULTS AND DISCUSSION

Level and sources of knowledge on climate change

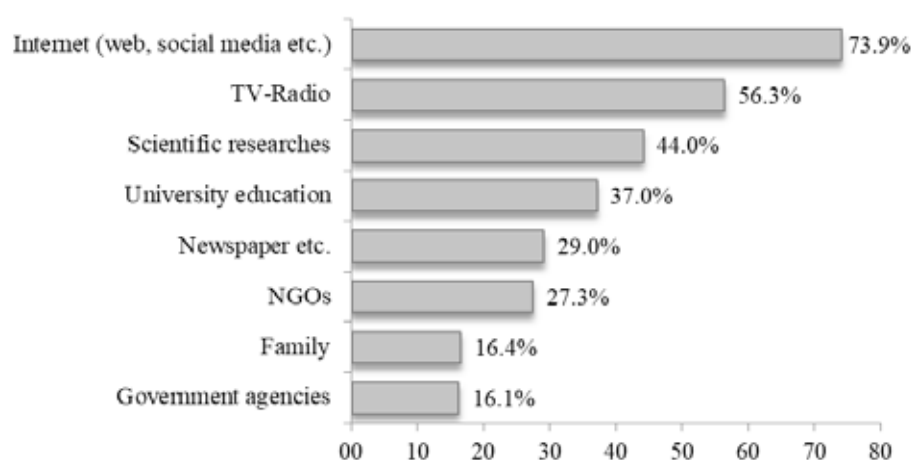
When climate change was mentioned, the first concept that came to mind in 31.6% of the students was the change of seasons. In addition, a significant number of students defined climate change as the disruption of natural balance (21.6%) and global warming (17.8%). Some studies have reached similar findings in climate change risk perceptions (Steentjes et al. 2017; Korkmaz, 2018, Şen and Özer, 2018; Güloğlu and Bulut, 2016). This situation reveals the importance of individual experience in the formation of individual risk perceptions. In addition, emission, environmental pollution and air pollution, which are the driving forces of climate change, came to mind less when it comes to climate change. As can be seen, this situation supports the idea that emotional and experience-based learning

ning is more effective than intellectual-based learning in changing attitudes towards climate change issues (Lujala et al., 2015).

When the level of knowledge of the students about the causes of climate change was examined, it was seen that 28.5% of them had good or very good knowledge, while the majority of them (52.3%) had a medium level knowledge about the subject. 47.2 of the students had moderate knowledge and 37.2% had good knowledge about the effects of climate change on our lives. The level of knowledge about how to tackle climate change was lower. 30.7% of the students had either little or no knowledge about these subjects. Similar findings were reached in Sayman et al. (2014). According to "Republic of Turkey Climate Change Action Plan (2011-2020)", there are no divisions in the related faculties that provide training on climate change and reduction of greenhouse gas emissions at higher education level. Moreover, the time and human resources allocated to climate change in the curricula are insufficient (CSB, 2011). In a study conducted by Atik and Doğan (2019), it was determined that the knowledge level of high school students towards climate change was lower and insufficient. According to the students participating in the survey, the most important causes of climate change are air pollution, deforestation and greenhouse gases.

It was stated that the main sources of knowledge about climate change were internet (73.9%), TV-Radio (56.3%) and scientific studies (44.0%) in this study (Figure 1). With 37.0%, the contribution of university education seemed to be medium. On the other hand, one can see that the level of information about climate change students obtain from family and close environment (16.4%) and government agencies (16.1%) was quite low. Similar findings were found in Tetik and Acun (2015), Güloğlu and Bulut (2016), Şen and Özer (2018) and Korkmaz (2018).

Figure 1. Sources of knowledge of students about climate change



Differences between climate and/or environmental course takers and others

Within the scope of this study, the differences in the level of knowledge and risk perceptions on climate change were investigated depending on whether students took courses on climate or environment during their education (Table 2). The level of knowledge about the effects of climate change on our lives and ways of struggle was higher among students who took courses on climate or environment. Because special courses usually increase the level of knowledge this outcome was expected. However, the effect of taking courses on the differences in perceptions about climate change was significant. For example, students who took lessons were more in agreement with statements like "it is too early to say that climate change is a problem" and "serious measures are needed to mitigate the impacts of climate change". In addition, these students are more prepared to make the necessary sacrifices to prevent climate change. Similarly, in the study conducted by Şen and Özer (2018), more than 80% of the students stated that environmental courses were effective in the formation of social perception towards climate change.

Table 2. Differences between climate and/or environmental course takers and others

Statements	Chi-square	df	p
Level of knowledge on the effects of climate change	12.376	4	0.015
Level of knowledge on combating climate change	18.736	4	0.001
Right now it's too early to say that climate change is a problem	10.526	4	0.032
Serious measures are needed to mitigate the impacts of climate change	13.228	4	0.010
I feel ready to do necessary sacrifices to prevent climate change	10.714	4	0.030

Differences according to students' field of education

In this section, the differences in the level of knowledge and perceptions of climate change among the students studying in science, social and health sciences were analyzed. In this context, firstly, the answers given by science, social and health sciences students and then the differences between students studying in natural sciences and other sciences were determined.

According to chi-square test, statements containing statistically significant differences are shown in Table 3. The statement that "I have sufficient knowledge about atmospheric gases causing climate change" had the highest rate of agreement in the science education (48.3%), followed by the social (39.9%) and health (33.1%) science students. Similarly, the statement that "Climate change will lead to negativities in my profession in the future" was more agreed by the students who study in science (64.6%), compared to students who study in other departments (social science: 49%; health science: 45%). Social science students were more in agreement with "some recent disasters (floods, storms, tornadoes, forest fires, etc.) are evidence of climate change" statement.

Table 3. Differences according to students' field of education

Statements	Chi-square	df	p
Some recent disasters (flood, storm, hose, forest fire, etc.) are evidence of climate change	16.340	8	0.038
I have sufficient knowledge about atmospheric gases causing climate change	15.896	8	0.044
Climate change will lead to negativities in my profession in the future	27.631	8	0.001

Differences between students studying in various departments of natural sciences (forest engineering, landscape architecture, plant protection, field crops, zootechnics, biology, geography) and other subject areas are shown in Table 4. The students in the natural sciences were more in agreement with all statements given in Table 4. The most important difference was the statement that "Climate change will lead to negativities in my profession in the future". While 70.9% of the students studying in natural sciences agree with this statement, this ratio was 49.3% for students from other departments. Another important difference relates to the desire to receive training on these issues. Students studying in natural sciences are more eager to do so. The reason for this is thought to be the belief that the climate change process will cause more serious problems in the future and that strategies for combating and adaptation should be developed.

Table 4. Differences between natural science students and others

Statements	Chi-square	df	p
We now feel the effects of climate change on the Earth	22.803	4	0.000
I have sufficient knowledge about atmospheric gases causing climate change	16.095	4	0.003
People can reduce the impact of climate change by sacrificing living standards	11.145	4	0.025
I know my duties to prevent climate change	10.432	4	0.034
Climate change will lead to negativities in my profession in the future	24.678	4	0.000
I would like to receive training on climate change	12.186	4	0.016
The climate change process will create serious problems in the world	13.278	4	0.010
Turkey will suffer from the climate change process	18.157	4	0.001
If a product is less harmful to the environment during the production phase, I pay more to purchase this product	9.282	1	0.002

CONCLUSION

As a result, university students' level of knowledge about climate change was low. This deficiency becomes apparent especially in the fight against climate change. The fact that there are media tools such as internet (web + social media) and TV as sources of knowledge and that the university education lags behind these sources support this situation.

It was determined by this study that the knowledge and awareness level of the students taking climate related courses was higher. The fact that the students' educational fields are different makes a statistically significant difference in their perceptions about climate change, and it was seen that science students were more conscious in some technical subjects such as atmospheric greenhouse gases and occupational problems.

In this context, objectives related to environmental education in higher education should be determined and infrastructure should be established in order to improve students' knowledge and perception levels regarding climate change. Therefore, it is important to include courses that address current environmental problems including climate change and which are supported by practices. These courses should further be supported by environmental/ nature education projects. Within the scope of this study, it should be aimed to increase the level of environmental literacy to enhance the level of knowledge and awareness since both change in the same direction. In addition, the most important source of knowledge on climate change is social media, internet and TV. Therefore, the power of this media should be evaluated.

REFERENCES

- Atik, A.D., Doğan, Y., 2019. Lise öğrencilerinin küresel iklim değişikliği hakkındaki görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences* 3(1):84-100.
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S.A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P., Skuce, A., 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters* 8: 1-7.
- CSB, 2011. Türkiye Cumhuriyeti iklim değişikliği ulusal eylem planı (2011-2020). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Odak Ofset, Ankara, Türkiye.
- Fronzel, M., Simora, M., Sommer, S., 2017. Risk perception of climate change: empirical evidence for Germany. *Ecological Economics* 137(July): 173-183.

- Güloğlu, Y., Bulut, A., 2016. İklim değişikliği konusunda orman fakültesi öğrencilerinin bilgi düzeylerinin belirlenmesi (Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Örneği). Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 16 (2): 640-654.
- IPCC, 2001. Climate Change 2001. The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, <https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.php?idp=0> (accessed on 21 October, 2019)
- Korkmaz M., 2018. Public awareness and perceptions of climate change: differences in concern about climate change in the West Mediterranean Region of Turkey. Applied Ecology and Environmental Research 16(4):4039-4050.
- Lujala, P., Lein, H., Rød, J.K., 2015. Climate change, natural hazards, and risk perception: the role of proximity and personal experience. Local Environment 20(4): 489-509.
- MacCracken, M. C., 2001. Global warming: a science overview. In: Kursunogamalu, B. N., Mintz, S. L., Perlmutter, A. (eds.) Global Warming and Energy Policy. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Sayman, R.Ü., Baş, D., Akpulat, O., 2014. İklim Değişikliği CEO Algı Araştırması. Türk İş Dünyası Liderlerinin İklim Değişikliğine Yanıtı. Bölgesel Çevre Merkezi (REC) Türkiye.
- Steentjes, K., Pidgeon, N., Poortinga, W., Corner, A., Arnold, A., Böhm, G., Mays, C., Poumadère, M., Ruddat, M., Scheer, D., Sonnberger, M., Tvinnereim, E., 2017. European perceptions of climate change: topline findings of a survey conducted in four European countries in 2016. Cardiff University, Cardiff.
- Şen, G., Özer, Y.E., 2018. Üniversite öğrencilerinin iklim değişikliği ve çevre sorunları konusundaki farkındalıklarının değerlendirilmesi: Dokuz Eylül Üniversitesi Kamu Yönetimi örneği. Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 7(2):667-688.
- Tetik, N., Acun, A., 2015. Turizm öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği algısı ve görüşleri. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi 8(41):1459-1476.



Is Turkish Forest Engineering Education Adapted to the Climate Crisis? An Evaluation from Academicians Perspective

Cihan Erdönmez¹

1. Department of Forest Policy and Administration, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473, Istanbul, Turkey

Abstract

The roots of forest engineering education in Turkey dates back to the mid-19th century. For many years, only one forest faculty has been active in the country. Today, there are 12 different faculties of forestry. The climate crisis is one of the most important agenda items of the last 20 years and is directly related to forests in terms of both causes and consequences. This study was carried out to determine the extent to which forest engineering education adapted to the climate crisis. The curriculum of the forest engineering education in Istanbul University-Cerrahpaşa Forestry Faculty, which is the oldest forestry faculty, and the course contents were searched and the extent of the issues related to the climate crisis were investigated. In addition, a questionnaire was conducted with the lecturers who lectured in forest engineering departments in four different forestry faculties and how they evaluated the har-

mony between their courses and climate crisis. As a result, it was found that the climate crisis and related issues have little impact on course names and contents. However, faculty members who establish a high direct relationship between the climate crisis and forests and forestry give more attention to the topics related to climate crisis in their courses than they appear in the course content.

Key words: forest engineerin, forest engineering education, climate crisis, climate change,

Türk Orman Mühendisliği Eğitimi İklim Krizine Adapte mi? Akademisyenlerin Perspektifinden Bir Değerlendirme

Cihan Erdönmez¹

1. Department of Forest Policy and Administration, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473, Istanbul, Turkey

Özet

Türkiye’de orman mühendisliği eğitiminin kökleri 19. yüzyılın ortalarına kadar uzanmaktadır. Uzun yıllar tek bir orman fakültesi çatısı altında yürütülen orman mühendisliği eğitimi bugün 12 farklı fakültede verilmektedir. İklim krizi son 20 yılın en önemli gündem maddelerinden biridir ve hem nedenleri hem de sonuçları açısından ormanlarla doğrudan ilişkilidir. Bu çalışma orman mühendisliği eğitiminin iklim krizine ne derece uyum sağlayıp sağlayamadığını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. En köklü orman fakültesi olan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesindeki orman mühendisliği eğitiminin müfredatı ve ders içerikleri taranarak iklim krizi ile ilgili konuların ne derece yer aldığı araştırılmıştır. Ayrıca dört farklı orman fakültesindeki orman mühendisliği bölümlerinde ders veren öğretim üyeleri ile anket yapılarak onların dersleri ile iklim krizi arasındaki uyumu nasıl değerlendirdikleri ortaya konulmuş-

tur. Sonuç olarak iklim krizi ve ilişkili konuların henüz ders isimleri ve içeriklerine çok az yansımış olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, iklim krizi ile ormanlar ve ormancılık arasında yüksek oranda doğrudan ilişki kuran öğretim üyeleri derslerinde iklim krizi ile ilişkili konulara ders içeriklerinde görünenden daha fazla yer vermektedir.

Anahtar sözcükler: orman mühendisliği, orman mühendisliği eğitimi, iklim krizi, iklim değişikliği.

GİRİŞ

İklim değişikliği etkilerini hemen bütün dünyada hissettirmeye başlamış durumdadır. Ortalama sıcaklıklardaki artışlar kayıt altındadır. Endüstri öncesi döneme göre dünya ortalama sıcaklığının 1°C arttığı ve bu artışın bugünkü artış oranıyla devam etmesi durumunda 2030-2052 arasında 1,5°C'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2018). İklim değişikliğinin ormanlarla ilişkisi çift yönlüdür. Yani hem ormanlar iklim değişikliğini etkilemektedir hem de iklim değişikliği ormanları (Tolunay, 2013).

İklim değişikliği ile ormanlar arasındaki çift yönlü ilişki buna uygun bir ormancılık eğitimi gerekli kılar. Ormanların iklim değişikliği ile mücadelede rolünü güçlendirmek ve iklim değişikliğinin etkilerinden ormanların göreceği zararları en aza indirmek için ormancılık eğitiminin revizyonu göz ardı edilemez.

Türkiye'de ormancılık eğitimi 1857 yılında başlamıştır. Bir Fransız ormancılık uzmanı olan Lois Tassy tarafından kurulan ilk ormancılık okulu tarihsel süreç içerisinde gelişerek bugünkü en köklü ormancılık eğitim ve araştırma kurumu olan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi haline dönüşmüştür (Ekizoğlu and Erdönmez, 2011).

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi çok uzun bir süre boyunca ülkenin orman mühendisliği eğitimi veren tek kurumu olmuştur. 1970'li yıllarda Karadeniz Teknik Üniversitesine bağlı olarak açılan ikinci orman fakültesinde de orman mühendisliği eğitimi verilmeye başlanmış, özellikle 1990'lı yıllarla birlikte hem orman fakültelerinin hem de orman mühendisliği bölümlerinin sayısı hızla artmıştır. Günümüzde orman mühendisliği eğitimi veren fakülte sayısı 11'dir. Tablo 1'de orman mühendisliği eğitimi veren orman fakülteleri ve yıllık öğrenci kontenjanları gösterilmiştir.

Table 1. Student quotas of forestry faculties

Faculty	Student quota
Artvin Çoruh Ü. OF	30
Bartın Ü. OF	25
Bursa Teknik Ü. OF	50
Çankırı Karatekin Ü. OF	20
Düzce Ü. OF	30
Isparta Uygulamalı Bilimler Ü. OF	40
İstanbul Ü.-Cerrahpaşa OF	80
Kahramanmaraş Sütçü İmam Ü. OF	30
Karabük Ü. OF	20
Karadeniz Technical Ü. OF	80
Kastamonu Ü. OF	30
Total	435

Source: ÖSYM, 2019

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada iki temel yöntem kullanılmıştır. Bunlardan birincisi İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi Orman Mühendisliği (İÜCOF) bölümünde okutululan bütün derslerin isimlerinin ve ders izlencelerinin içerik analizi yöntemi ile incelenmesidir.

İkinci olarak dört farklı orman fakültesinin orman mühendisliği bölümlerinde ders veren öğretim üyelerine anket yapılarak, onların, dersleri ile iklim krizi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yönelik sorulara yanıt vermeleri istenmiştir. Verilen yanıtlar frekans analizi ve varyansa analizi (ANOVA) yöntemleriyle değerlendirilerek temel sonuçlara ulaşılmıştır. Tablo 2’de ankete katılan öğretim üyelerinin fakülte ve çalışma alanlarına göre dağılımı gösterilmiştir.

Table 2. Ankete katılan öğretim üyelerinin dağılımları

	Dr.	Dr. Öğr. Üyesi	Doçent	Profesör	Toplam
Bartın Ü. OF	2	14	17	13	46
Çanırı Karatekin Ü. OF	3	17	3	3	26
İstanbul Ü.-Cerrahpaşa OF	0	12	14	20	46
Karadeniz Teknik Ü. OF	1	7	14	19	41
Toplam	6	50	48	55	159

BULGULAR

Elde edilen bulgular Türkiye’de orman mühendisliği eğitiminin iklim krizine adaptasyon açısından istenilen seviyede olmadığını göstermektedir. Gerek İÜCOF Orman Mühendisliği Bölümü müfredatı ve ders izlencelerinde yapılan inceleme gerekse orman mühendisliği bölümlerinde ders veren öğretim üyelerinin anket sorularına verdikleri yanıtlar bu yorumu güçlendirmektedir.

İÜCOF Orman Mühendisliği müfredatında yer alan derslerin isimleri ile ders izlencelerinde aranan iklim krizi ile ilişkili terimler ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’te gösterilmiştir.

Table 3. Ders isimleri ve izlencelerinde aranan iklim krizi ile ilgili terimler

Aranan terim	Ders isminde görülme	Ders izlencesinde görülme*
İklim krizi	0	0
İklim değişikliği	1	4
Küresel ısınma	0	5
Sera etkisi	0	4
Sera gazları	0	0
Karbon piyasaları	0	0
Karbon ayakizi	0	0

*Aynı ders izlencesindeki birden fazla görülme bir görülme olarak değerlendirilmiştir.

Aranan terimlerden iklim değişikliği, “İklim Değişikliği ve Ormanlar” adlı seçimlik bir dersin adında görülmüş, diğer terimler hiçbir ders adından görülmemiştir. Diğer yandan izlencesinde aranan terimlerin görüldüğü ders sayısı da son derece yetersiz durumdadır.

Öğretim üyelerinin kendilerine sunulan önermelere katılımlarıyla ilgili bilgiler ise Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Öğretim üyelerinin kendilerine sunulan önermelere katılım düzeyleri

Önerme	Katılım oranı (%)*	p**	Farklılaşan gruplar***
İklim krizi dünyanın geleceğini tehdit ediyor	88	0,001	Ak. çalışma alanları
İklim krizinin nedenleri ormanlar ve ormancılıkla doğrudan ilişkilidir	92		
İklim krizinin sonuçları ormanlar ve ormancılıkla doğrudan ilişkilidir	92		
İklim krizine adaptasyon ormanlar ve ormancılıkla doğrudan ilişkilidir	90	0,002	Akademik unvanlar
İklim krizi orman mühendisliği eğitimi ile doğrudan ilişkilidir	77	0,044	Fakülteler
İklim krizi ile ilgili bilimsel araştırma ve incelemeler yapıyorum	53		
Okuttuğum ders iklim krizi ile doğrudan ilişkilidir	27	0,000	İklim krizi açısından çalışma alanları
Okuttuğum ders öğrenciler iklim krizi ile ilgili konulara ilgi gösteriyorlar	15	0,005	Akademik unvanlar; iklim krizi açısından çalışma alanları
Öğrencilere iklim krizi ile ilişkili ödev veriyorum	7	0,000	Fakülteler
Öğrencilere iklim krizi ile ilişkili bitirme ödevleri veriyorum	14		
Öğrencilere iklim krizi ile ilişkili bitirme ödevleri vermeyi planlıyorum	19		
Öğrencilere iklim krizi ile ilişkili lisansüstü tez veriyorum	30		

*Beşli likert ölçeğinde verilen 4 ve 5 cevaplarının toplamı

** ve ***p=0,05 ve daha küçük olduğu durumlarda

Orman mühendisliği bölümlerinde ders veren öğretim üyelerinin iklim krizi ile ilgili hassasiyetleri yüksektir. Öğretim üyelerinin %88'i iklim krizinin dünyanın geleceğini tehdit ettiğini ve %92'si ise iklim krizinin nedenleri ve sonuçları açısından ormanlar ve ormancılıkla doğrudan ilişkili olduğunu düşünmektedir. Diğer yandan iklim krizinin dünyanın geleceğini tehdit ettiğ önermesine katılım ile akademik çalışma alanları arasında ilişki bulunmaktadır. Sosyal bilimler ve teknik bilimler alanında çalışan öğretim üyelerinin katılım ortalaması 4,7 iken fen bilimleri alanında çalışan öğretim üyelerinin katılım ortalaması 4,0 olarak saptanmıştır.

Benzer şekilde iklim krizi ile adaptasyon çalışmalarının ormanlar ve ormancılıkla doğrudan ilişkili olduğunu düşünenlerin oranı %90 seviyesindedir. Bu önermeye katılım açısından da akademik unvanlar arasında anlamlı farklılaşma saptanmıştır. Akademik unvan yükseldikçe önermeye katılım da artmaktadır. Şöyle ki, araştırma görevlisi ve doktor öğretim üyelerinde katılım ortalaması 4,2, doçentlerde 4,3, profesörlerde ise 4,7'dir.

Buna karşılık, iklim krizi ile orman mühendisliği eğitimi arasında doğrudan ilişki kuranların oranı %77'de kalmaktadır. Bu önermeye katılım açısından fakülteler arasında anlamlı bir farklılaşma görülmüştür. İÜCOF öğretim üyelerinin bu önermeye katılım oranı 4,3 iken Bartın, Karadeniz Teknik ve Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakülteleri öğretim üyelerinin önermeye katılım oranları sırasıyla 3,9, 3,8 ve 3,7'dir.

Bununla birlikte, iklim krizi ile ilişkili bilimsel inceleme ve araştırmalarda bulunan öğretim üyelerinin oranı %53, dersi ile iklim krizi arasında doğrudan ilişki olduğunu düşünen öğretim üyelerinin oranı ise %27'dir. Bu önermeye katılım iklim krizi açısından çalışma alanları arasında anlamlı şekilde farklılaşmıştır. En yüksek katılım ortalaması 3,8 ile iklim krizi ekosistem ilişkileri konusunda çalışanlarda görülürken en düşük katılım ortalaması 2,4 ile karbon piyasaları konusunda çalışanlarda görülmüştür. İklim krizi ile ilişkili bilimsel inceleme ve araştırma yapmayanların bu önermeye katılım ortalaması ise yalnızca 1,5'tur.

Okuttuğu derste öğrencilerin iklim krizi ile ilgili konulara ilgi gösterdiğini düşünen öğretim üyelerinin oranı yalnızca %15'tir ve bu açıdan akademik unvanlar ile iklim krizi açısından çalışma alanları açısından anlamlı farklılaşma saptanmıştır. Bu önermeye katılım oranı doçentelerde 3,2, doktor öğretim üyelerinde 2,9, araştırma görevlilerinde 2,5 ve profesörlerde ise 2,4'tür. Konuya iklim krizi açısından çalışma alanları perspektifinden bakıldığında en yüksek katılım oranı 3,4 ile politika ve yasal düzenlemeler alanında çalışanlarda görülürken en düşük katılım oranı ise 2,7 ile sera gazları ve yenilenebilir enerji alanında çalışanlarda görülmüştür.

Okuttuğu ders kapsamında iklim krizi ile ilgili ödev veren öğretim üyelerinin oranı sadece %7'dir ve bu açıdan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesinde diğer fakültelere göre daha yüksek bir katılım oranı saptanmıştır (2,8). Bu açıdan en düşük katılım oranı ise 1,3 ile İÜCOF'de saptanmıştır.

Son olarak öğrencilerine iklim krizi ile ilgili bitirme ödevi veren öğretim üyelerinin oranı %14, bitirme ödevi vermeyi planlayanların oranı %19 ve lisansüstü tez verenlerin oranı ise %30 olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA

İçinde bulunduğumuz yüzyılda pek çok orman alanının önceden rastlanmayan şekilde iklim değişikliğinin etkisi altında olacağı düşünülmektedir (Locatelli ve ark., 2010). Bu nedenle iklim değişikliği ile ormanların geleceği arasında sağlıklı bir bağ kurma zorunluluğu bulunmaktadır.

Diğer yandan günümüzde ormancılığı etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır ve bu faktörler ormancılık eğitiminin değişimini zorunlu kılmaktadır (Jegatheswaran ve ark., 2018). Bu faktörlerden biri de iklim değişikliği ya da daha güncel söyleyişi ile iklim krizidir. İklim krizine adaptasyon açısından hem ormancılıkta yapılması gerekenlerin bir kısmı hem de orman mühendisliği eğitiminin içeriği ormancılığın doğası ile zaten uyumludur. Örneğin biyolojik çeşitliliğin korunması açısından yapılanlar ve buna dönük eğitim unsurları iklim krizine adaptasyon açısından da anlamlıdır. Bununla birlikte, iklim krizi ile birlikte yaşanması beklenen bitki coğrafyasındaki değişikliklerin ya da olası yeni orman zararlılarının öngörülerek bunlara yönelik önlemlerin alınması ve orman mühendisliği eğitiminin yapılandırılması kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular Türk orman mühendisliği eğitiminin henüz bu açıdan yeterli bir uyum sergilememiş olduğunu göstermektedir. Derslerde fiili olarak gerçekleşen tablonun ders izlencelerinde görülenden daha iyi olduğu açıksa da, toplamda ortaya çıkan tablo tatmin edici değildir.

Araştırma yönteminin bir açıdan yalnızca tek fakülteyi diğer açıdan da dört fakülteyi kapsıyor olması sonuçların diğer orman fakültelerine yaygınlaştırılmasında bir engel olarak yorumlanabilir. Ne var ki ülkenin en köklü orman fakültesinin her iki açıdan da kapsanmış olması dikkatlerden kaçmamalıdır. Buna rağmen sonraki araştırmaların kapsamının genişletilmesi gereği de gözden uzak tutulmamalıdır.

SONUÇ

İklim krizinin dünya çapında etkileri hissedilmeye başlanmıştır ve giderek daha çok hissedilecektir. Ormanlar ve ormancılıkla iklim krizi arasındaki iki yönlü ilişki iklim krizine adaptasyon çalışmalarında ormancılığın taşıdığı önemi belirgin şekilde ortaya koymaktadır. Bu çalışmaların ilk basamağını ormancılık eğitiminin adaptasyonu oluşturur. Türkiye'de orman mühendisliği eğitimi veren kurumlarda bu adaptasyonun henüz gerçekleşmemiş olduğu araştırmanın en açık sonucu olarak kendini göstermiştir. Bu nedenle söz konusu adaptasyonu sağlayacak adımlar zaman kaybedilmeden atılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ekizoğlu, A., Erdönmez, C. 2011. Ormancılık tarihi (Forestry history, unpublished lecture notes, in Turkish). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- IPCC, 2019. Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

- Jegatheswaran, R., I. Florin, A.L. Hazirah, M. Shukri, S. Abdul Latib. 2018. Transforming forest education to meet the changing demands for professional. Journal of Tropical Forest Science 30(Anniversary Issue): 431-438.
- Locatelli, B., Brockhous, M., Buck, A., Thompson, I., Bahamondez, C., Murdock, T., Roberts, G., Webbe, J. 2010. Forests and adaptation to climate change: Challenges and opportunities. In Forests and Society: Responding to Global Drivers of Change. ed. G. Mary, P. Katila, G. Galloway, R.I. Alfaro, M. Kanninen, M. Lobovikov, J. Varjo, 19-41. IUFRO.
- ÖSYM, 2019. 2019 Yükseköğretim Programları ve Kontenjanları Kılavuzu (in Turkish). Ankara.
- Tolunay, D. 2018. Ormanlar ve iklim değişikliği (Forests and climate change, in Turkish). İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü.



A Research on Awareness of Climate Change and Environmental Issues

Hasan ALKAN¹, Ramazan ÖZÇELİK²

¹ Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, East Campus, 32260, Isparta, Turkey, Email: hasanalkan@isparta.edu.tr; hasanalkan07@gmail.com

² Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, East Campus, 32260, Isparta, Turkey

Abstract

Nowadays, environmental problems and climate change, one of the most important examples, have reached a level that threatens the future of the world. However, due to the lack of awareness, the prevention efforts put forward to these problems have not been successful enough. In this context, it becomes important to determine the awareness levels of the societies and to develop and implement projects according to awareness levels. In this research, it is aimed to determine the awareness of climate change and environmental issues. Survey, interview and observation techniques were used as methods in the research. 845 people participated in the survey conducted within the scope of the research. According to the results of the research, over 80% of the respondents said that environmental issues and climate change is becoming a more and more serious problem, and even threatens the future of human beings. However, 78.5% of the respondents believe mankind can do something to slow or stop environmental issues and

climate change. And, approximately three-quarters of the respondents believe that Turkish people do not have sufficient knowledge of environmental issues and climate change. Therefore, importance and priority should be given to raising awareness.

Keywords: Environmental issues, Climate change, Awareness

INTRODUCTION

Today, environmental issues (EI) are one of the most problems in all of the world. And, these problems are among the problems which has to be solved global scale. Because these exceeds borders and can not be solved by the effort of a single country. Climate change (CC) is one of the most important example of this situation. Climate change is a change in the pattern of weather, and related changes in oceans, land surfaces and ice sheets, occurring over time scales of decades or longer. It is forecasted that important consequences, such as melting of icebergs, rising sea levels, and severe weather events may directly or indirectly impact human life and health, socioeconomic sectors and ecological systems (IPCC, 2013; AAS, 2019). Although the estimated negative impacts of climate change on world are quite daunting; unfortunately most people don't still care much about it. Studies on climate change have been continuing for many years in the world. In this context meetings and summits are organized in order to prevent climate change but efforts often fail to meet expectations. The main reason of this is the low level of awareness about environmental issues and climate change (Şen and Özer, 2018). Turkey is one of the countries that is most affected by climate change due to global warming. The complex climate structure in Turkey, which is surrounded by the sea on three sides, a fragmented topography, and orographic features means that different areas in Turkey will be affected to varying degrees (Öztürk, 2002; Korkmaz, 2018). However, awareness of both authorities and the public on climate change in Turkey is not sufficient, too. In recent years, there have been some efforts to raise awareness about climate change. For example, the Turkey Climate Change Adaptation Strategy and Course of Action policy aims to reduce the impact of climate change and adapt to global warming. Importantly, public awareness levels and institutional capacity must be increased in Turkey (MEU, 2010, Korkmaz, 2018). In this context the research, it is aimed to determine the perception, opinion and awareness of environmental issues and climate change to develop recommendations within the framework of the findings.

MATERIALS AND METHODS

Data were collected using a questionnaire approach. The questionnaire consists of two parts. The first part gathers profile information regarding the participants and the second part consists of questions designed to determine their level of perception and awareness about environmental issues and climate change. After the survey forms were prepared, they were shared with the internet¹. 845 people participated in the survey conducted within the scope of the research. In data analysis via SPSS (Statistical Package for Social Science) 18.0 for Windows software frequencies-percentages have been employed (Özdamar 2004, Eymen 2007). The profile characteristics of the participants are shown in Table 1. A majority of the participants are young and middle-aged. Approximately one third are women. About half of the participants are university graduates. 51.8% of participants are single. The monthly income of more than half of the participants is around the minimum wage.

¹ <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSft5AbX5WGvegqQsWCLnQRyhQWpKyTJFyWU5haQtFEQpYzxNA/viewform?vc=0&c=0&w=1>

Table 1. Some profile features of participants

Profile features	Categories - Characteristics	%	Profile features	Categories - Characteristics	%
Gender	Male	63.0	Monthly income	Less than minimum monthly wage	7.5
	Female	37.0		Approximate monthly minimum wage	15.9
Age	<20	12.7		A little more than minimum monthly wage	42.4
	21-30	39.1		More than minimum wage monthly wage	34.2
	31-40	20.0	Job	Academician or teacher	12.0
	41-50	15.7		Student	32.3
	51-60	9.8		House wife	3.9
	>60	2.7		new graduated-no job yet	0.4
Education	Primary school	5.7		Retired	2.0
	Middle School	2.1		Tradesman	3.6
	High school	12.0		Worker	4.6
	Vocational high school	11.8		Officer	32,0
	University	48.7		Farmer-shepherd	0,6
	Master's	12.4		Others	7.5
	Doctorate	7.3		Unanswered	1.1

RESULTS AND DISCUSSION

Awareness and concerns on environmental issues and climate change

Public perceptions on environmental issues vary internationally. For instance, people in France are more worried than those in Germany and Norway, while people in the United Kingdom are less concerned about climate change (Steentjes et al., 2017; Korkmaz, 2018). However, concerns over climate change have increased in many parts of the world, lately (Capstick et al., 2015). Participants' views on whether environmental problems and climate change actually exist in world are as shown in the Table 2. According to table 2, 88.3% of the respondents say that environmental problems and 84.4% of them say that climate change is becoming a more and more serious problem, and even threatens the future of human beings. A small proportion of respondents (5.3%) believe that there is no such thing as climate change, that it is a lie created by global interest groups. Conduct by Konda in 2018; the Climate Change Perception and Preferences Energy Research in Turkey on climate change has been identified as an important consensus in Turkey, as well (Konda, 2018).

Table 2. Views on whether environmental problems and climate change actually exist

	Opinions	%
Environmental issues (EI)	From time to time EI are experienced. However, it has no potential to threaten our future.	9.2
	EI are increasing day by day and reached a level that threatens our future	88.3
	EI have not reached a level to be taken seriously.	2.5
Climate change (CC)	The effects of CC have begun to be felt. This situation, which threatens our future, has reached alarming dimensions.	84.5
	We don't have to worry about CC .	10.2
	There is no CC . This is a huge lie created by global interest groups	5.3

83.4% of the respondents stated that in recent years frequent floods, storms, hoses, disasters, etc. as are evidence of existence of environmental problems and climate change, as well as seasonal changes. 3.4% of the participants stated that they were undecided. And 13.1% of respondents did not respond in this questions.

Knowledge status

Because environmental issues and climate change is an significant danger, it is helpful to determine the level of knowledge and awareness in the community, in particular regarding causes, effects and, how to deal with the problem (Gülsoy, 2018; Korkmaz, 2018).

The first condition for raising awareness on any subject is to ensure that the stakeholders have information on that subject. The opinions of the respondents about whether or not different segments of the society have sufficient knowledge about environmental issues and climate change are given in Table 3. As you can see, a significant part of the participants stated that they have knowledge about environmental problems and climate change. According to 73.6% of the respondents, Turkish people

don't have enough on subject. As the level of education increases, the level of knowledge increases (Anonymous, 2012).

Some of the respondents think that even subject matter experts do not have enough information about environmental problems and climate change.

Table 3. Opinions of participants about the information status of some groups

Knowledge status	Participant (himself) (%)	Experts (%)	Turkish people (%)
Sufficient	28.3	26.7	1.6
Partly enough	57.7	46.2	21.4
Not enough	12.2	10.5	73.6
Undecided	1.8	16.6	3.4

In addition to having knowledge of climate change, it is also important to understand what climate change means. When asked, "What is the first concept you think of when you hear the words climate change?" the most popular answers were global warming (80.5%), shifting seasons (74.6%) and disruption of natural balance (68.8%) and, etc. (Fig. 1). In this question, options such as desertification, decreasing precipitation, global cooling, endemic species extinction, abandonment of land, extreme colds, famine, and polar access were added by the participants.

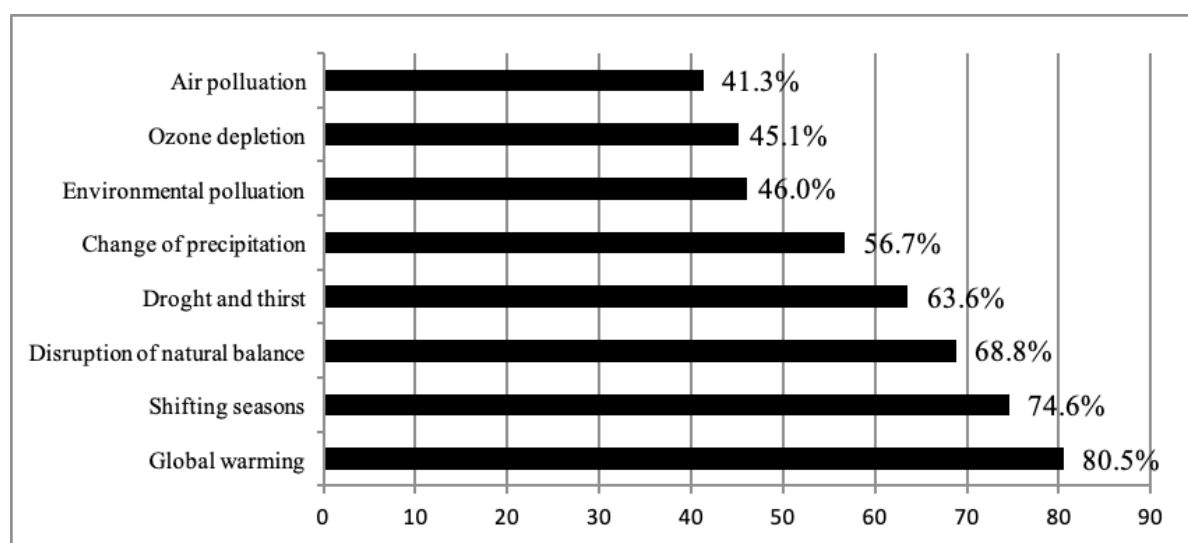


Figure 1. What first comes to mind when you hear the phrase 'climate change'?

In studies aimed at determining perception about global warming conducted by Steentjes et al. (2017) in France, Germany, Norway and England, global warming and seasonal change were also the first concepts to come to mind. A similar finding was reached in the study conducted within the scope of European Perceptions of Climate Change (EPCC) project. (EPCC, 2017). In study by Korkmaz (2018) in West Mediterranean Region of Turkey, ranking were shifting seasons, global warming, natural disasters,, etc. In Gülsoy (2018), it is stated that the first thing that comes to mind when it comes to climate change is the change of seasons. In addition, environmental pollution, and air pollution, etc. which are the driving forces of climate change, lag behind. In Gülsoy (2018), it is stated that the first thing that comes to mind when it comes to climate change is the change of seasons. Such awareness supports the idea that emotional and empirical learning is more effective than intellectual-based learning to change attitudes towards climate change issues (Lujala et al., 2015).

Although most of the participants think that global climate change and global warming are the same things; in fact, both cases are different. Global warming is the increase in the average temperature values of the earth due to the rapid increase in the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere (Karaman and Gökalp, 2010). Climate change is the situation in which the normal course of climates deteriorates as a result of the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere as a result of human activities and the deterioration of the structure of the atmosphere (Polat and Dellal, 2016).

The participants were asked the question "What are your sources of knowledge about climate change?" and fig. 2 was formed according to the answers.

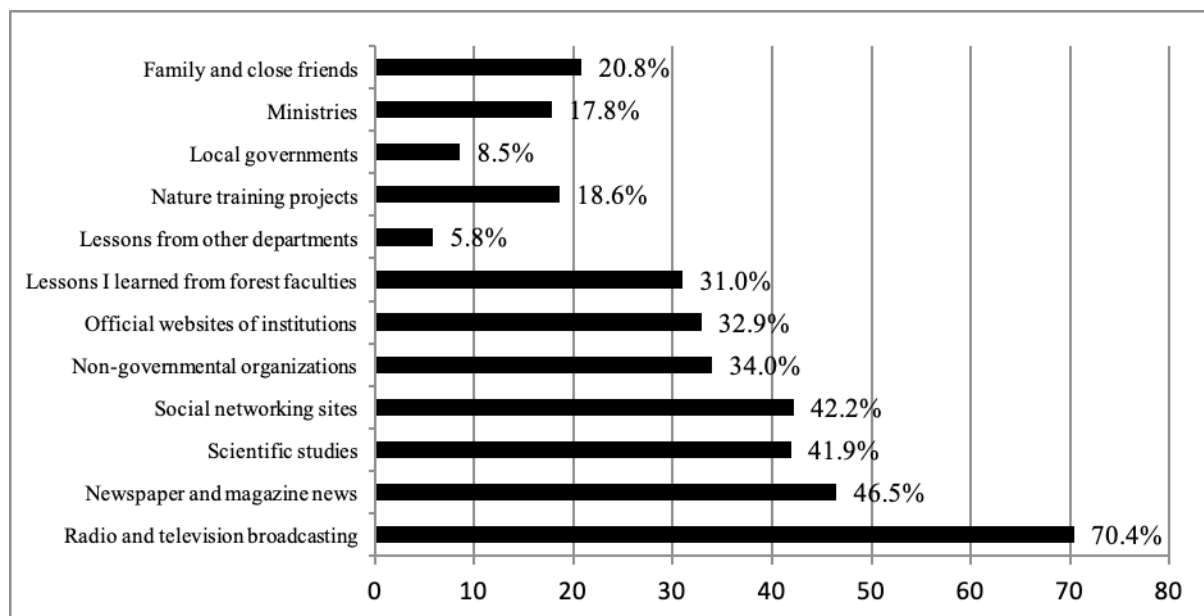


Figure 2. Knowledge sources

As shown Fig.2, the most commonly used information sources are radio and television broadcasting, newspaper&magazine news, social network shares, scientific studies, non-governmental organization, etc., respectively. In this question, my own research, the lessons I gave, looking around is enough, etc. are given at the thousands level, as well as the options offered, answers. According to a study conducted for university students, internet, television, school, family/friends and non-governmental organizations are the most important source of information, respectively (Şen and Özer, 2018). According to these results, it can be said that some institutions do not their duties.

Causes of environmental issues and global climate change

Table 4 presents the findings of the participants' views on the causes of climate change. As you can see, the factors that cause climate change are industrialization and intensive technology usage, increasing air pollution, decreasing forest areas, fossil fuel use and greenhouse gases, and etc. respectively. According to Şen and Özer (2018), the factors that cause climate change are the increase in fossil fuel consumption, increase in air pollution, nuclear power plants, the mixing of waste water with water resources, industrialization and intensive technology use, population growth and the destruction of forests. In Korkmaz (2018), the most important causes of climate change are air pollution, deforestation and ozone depletion. According to Anonymous (2012), The most important causes of climate change are air pollution and deforestation in Turkey.

Table 4. Causes of environmental issues and climate change*

Causes of environmental issues and global climate change	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)
Industrialization (the increase of factories and manufacturing facilities)	15.1	2.5	21.8	60.6
Rapid and uncontrolled population growth	16.0	5.6	26.9	51.5
Distorted urbanization and concretization	15.4	5.9	22.7	56.0
Air pollution	15.6	2.0	22.5	59.9
Decrease in forest areas	15.4	2.4	20.8	61.4
Increased consumption of fossil fuels (coal, oil, natural gas)	15.8	3.7	20.0	60.5
The use of nuclear power plants	17.5	9.0	24.5	49.0
Perforation of the ozone layer	16.3	4.0	19.3	60.4
The increasing trend of individual consumption	17.1	5.8	30.7	46.4
The increase in greenhouse gases	16.7	3.0	20.7	59.6
The mixing of wastewater into rivers, rivers and seas	17.2	3.0	18.9	60.9

*1= I dont agree, 2= I undecided, 3= I partially agree, 4= I totally agree

The effects and consequences of climate change

Findings on the effects and consequences of climate change can be found in Table 5.

Table 5. Consequences of global climate change

The effects and consequences	I dont agree (%)	Undecided (%)	I partially agree (%)	I totally agree (%)
Temperatures are above seasonal norms	16.4	4.0	24.0	55.6
Drought and desertification have increased	17.1	3.7	22.8	56.4
Water resources have decreased and polluted	16.7	2.2	19.1	62.0
Biodiversity has decreased and some negative changes on vegetation have hapened	16.9	3.2	21.1	58.8
Some negative changes on seasons have hapened	17.3	1.8	23.2	57.8
Natural disasters (climate-related) have increased	16.7	2.2	18.5	62.6
Melting glaciers have increased	17.1	2.2	15.4	65.3
Food problems have are increasing	17.7	3.9	18.6	59.8
Health problems are increased	16.9	3.2	15.3	64.6

As you can see, the vast majority of respondents indicate that climate change will cause many negative consequences, ranging from melting of glaciers to high temperatures. These findings are similar to Kormaz (2018). According to the findings of Şen and Özer (2018), the melting of glaciers is the most significant result.

Measures to be taken for the prevention climate change

Table 6 contains the individual, state and individual and state measures that can be taken to prevent environmental problems and global climate change. As it is seen in the table, 78.5% of the participants stated that it is not too late to work to prevent environmental problems and the negative effects of climate change. However, 70.4% of the respondents find that the studies carried out by the authorized & responsible public institutions and organizations in our country for this purpose are insufficient. 67.2% of the participants think that the efforts of universities to prevent climate change are sufficient. Similarly, 66.8% of the respondents find that the efforts of non-governmental organizations are sufficient.

Table 6. Measures to be taken for the prevention of EI&CC

Opinions related to measures	I dont agree (%)	Undecided (%)	I partially agree (%)	I totally agree (%)
It is not too late to prevent the negative effects of EI&CC	16.6	4.9	26.3	52.2
Studies and measures taken by responsible public institutions and organizations in our country for EI&CC are sufficient.	17.2	12.4	31.1	39.3
Studies carried out by non-governmental organizations on EI&CC are sufficient	18.1	15.1	34.3	32.5
The studies carried out by the universities on EI&CC are sufficient	18.2	14.6	35.6	31.6
Forests need to be protected and increased ***	16.8	1.7	12.4	69.1
Excessive use of technology should be limited ***	17.8	5.9	24.6	51.7
Energy-saving products should be used and encouraged ***	17.8	1.4	15.4	65.4
Recyclable products should be used and this should be encouraged ***	17.8	1.5	13.6	67.1
Water consumption should be reduced ***	17.2	0.7	14.1	68.0
Do not use products that harm nature and the environment ***	18.4	0.6	13.0	68.0
Governments should encourage investments that will produce less EI**	81.7	0.8	14.0	66.9
Aplied nature and environment courses should be given in schools and consciousness should be created **	18.7	0.6	14.0	66.7
TUBITAK and the others should give more support to nature training projects**	18.5	1.4	14.4	65.7
More attention should be paid to lessons dealing with issues such as EI&CC**	17.7	1.7	14.6	66.0
To prevent EI&CC, some restrictions on living standards should be made *	18.1	5.8	23.6	52.5
The habitats of wild animals should be protected***	18.5	1.7	16.1	63.8
Less harmful to the environment products should be preferred***	18.1	7.5	24.9	49.5
Renewable energy resources should be developed**	18.2	1.8	12.2	67.8
Media should be used more effectively for climate change***	18.6	2.6	12.1	66.7
Local governments should pay more attention to EI&CC **	18.4	2.7	12.2	66.7

*Individual measures, ** Measures that the state can take, *** Measures that both the individual and the state can take

Within the scope of the research, the individual performances of the participants so far have been questioned with the help of question, "What have you done so far to address EI&CC?" (Fig.3).

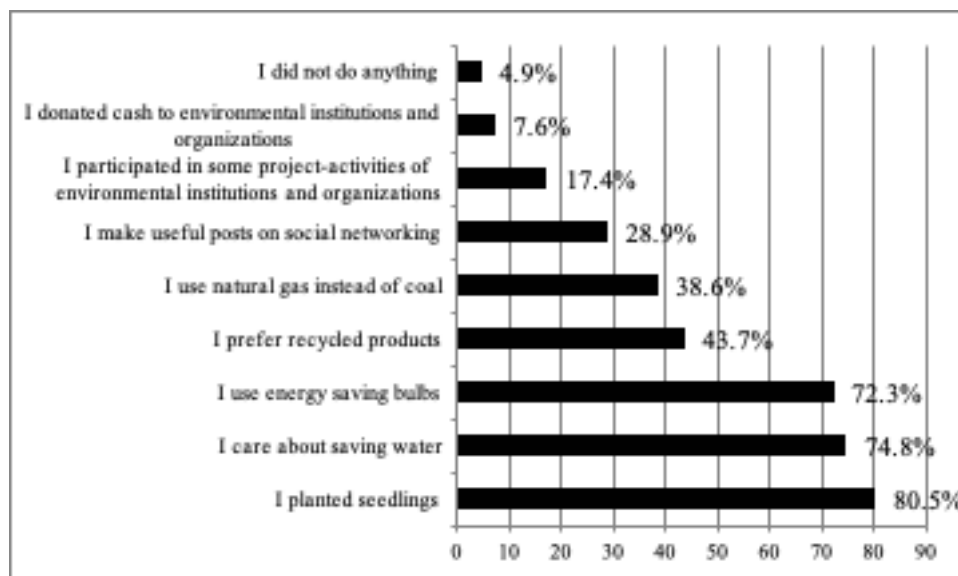


Figure 3. What have you done so far on environmental issues and climate change?

CONCLUSION

Environmental issues is a key agenda item for a majority of countries, lately. Climate change is the most distinct example of this. It is now generally and widely agreed that especially climate change is reaching a level that affects the future of society. Over 80% of the participants said that environmental issues and climate change is becoming a more and more serious problem, and even threatens the future of human beings. At this point, while countries take the necessary measures within their borders; on the other hand, it should make efforts for other countries to show sensitivity to the issue. Environmental issues are the result of human behavior. Governments and large international firms are more likely to blame, have responsibilities and do things than individuals. However, individual behaviors are directly influential on environmental problems and climate change. The research findings show that the knowledge of various segments of society (including subject matter experts) is very low on climate change. The first thing that comes to mind when it comes to climate change is global warming, changing seasons, disruption of natural balance (natural disasters), drought and thirst, changing the amount and shape of precipitation falling on the earth, environmental pollution, ozone depletion and air pollution. A significant number of participants think that global climate change and global warming are the same. In other words, individuals' knowledge and awareness is not at the desired level. Therefore, existing studies should be supported and new studies should be conducted in order to increase the awareness level of the society. At this point, local governments, non-governmental organizations and schools need to improve their performance. The most information about climate change is shared by means of mass media such as television, radio and, internet. And these shares are very effective on the perceptions of people. In fact, the awareness of a significant part of the society is limited and shaped according to these sharing. For this reason, the sharing are to make by authorized and reliable sides. It would be beneficial for the competent institutions and organizations to form units for this purpose. Most of the participants said that environmental courses and nature training projects have a positive effect on the formation of social perception. In this context, environmental courses should be included more in the curricula and the support given to nature education projects should be increased and continued. In this study, similar to many research findings, the factors causing climate change are uncontrolled industrialization, air pollution, deforestation, fossil fuels and increasing greenhouse gases, etc. as determined. Conservation and development of forests have a key role to climate change. Because, forests' role in climate change is two-fold. Forests are a stabilising force for the climate. And, forests are also one of the most important solutions to addressing the effects of climate change.

REFERENCES

- Anonymous, 2012. İklim Değişikliğinin Farkında mıyız?, Türkiye'nin Ulusal Bildirimi, ISBN: 978-605-5294-03-8, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/Anket.pdf>, (accessed on 14 September 2019).
- Australian Academy of Science (AAS), 2019., Australian Academy of Science, What is climate change? <https://www.science.org.au/learning/general-audience/science-climate-change/1-what-is-climate-change>, (access on:15 November 2019).
- Capstick, S., Whitmarsh, L., Poortinga, W., Pidgeon, N., , P. Upham. 2015. International trends in public perceptions of climate change over the past quarter century. WIREs Clim Change 2015 (6):35–61.
- Eymen U. E. 2007. SPSS 15.0 Veri analiz yöntemleri. İstatistik Merkezi. Yayın No. 1.
- European Perceptions of Climate Change (EPCC) (2017). Topline findings of a survey conducted in four european countries in 2016. <https://orca.cf.ac.uk/98660/7/EPCC.pdf>, (accessed on: 30 May 2018).
- Gülsoy, E. 2018. Üniversite Öğrencilerinin Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Üzerine Bilgi Düzeyi ve Algıları, Yüksek Lisans tezi, Süleyman demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2013. Climate Change: The Physical Science Basis, Frequently Asked Questions https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/docs/WG1AR5_FAQbrochure_FINAL.pdf, (accessed on: 25 January 2018).
- Karaman, S., Z. Gökalp. 2010. Küresel Isınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 5966.
- Konda, 2018. Türkiye'de İklim Değişikliği Algısı ve Enerji Tercihleri Araştırması. <https://www.iklim-haber.org/wp-content/uploads/2018/06/Tu%CC%88rkiyede-I%CC%87klim-Deg%CC%86is%CC%87ikligi%CC%86i-Alg%C4%B1s%C4%B1.pdf>, (accessed on: 11 September 2019).
- Korkmaz, M. 2018. Public awareness and perceptions of climate change: differences in concern about climate change in the West Mediterranean Region of Turkey. Applied Ecology And Environmental Research 16 (4): 4039-4050.
- Lujala, P., Lein, H., J.K. Rød, 2015. Climate change, natural hazards, and risk perception: the role of proximity and personal experience. Local Environment 20(4): 489-509.
- Ministry of Environment and Urbanization (MEU), 2010: Republic of Turkey Climate Change Strategy 2010-2023. Ministry of Environment and Urbanization. https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/iklim_degisikligi_stratejisi_EN.pdf, (accessed on: 25 February 2018).
- Öztürk, K. 2002. Global climatic changes and their probable effect upon Turkey. Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty 22 (1): 47-65.
- Özdamar, K. 2004. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. Kaan Kitabevi. 5. Baskı, Eskişehir.
- Polat, K, İ., Dellal. 2016. Göksu Deltasında çeltik yetiştiriciliği yapan üreticilerin iklim değişikliği algısı ve iyi tarım uygulamaları yapmalarında etkili faktörlerin belirlenmesi. TEAD 2(2): 46-54.
- Steentjes, K., Pidgeon, N., Poortinga, W., Corner, A., Arnold, A., Böhm, G., Mays, C., Poumadère, M., Ruddat, M., Scheer, D., Sonnberger, M., Tvinnereim, E. 2017. European perceptions of climate change: topline findings of a survey conducted in four european countries in 2016. – Cardiff University, Cardiff.
- Şen, G., Y. E. Özer. 2018. Üniversite öğrencilerinin iklim değişikliği ve çevre sorunları konusundaki farkındalıklarının değerlendirilmesi: Dokuz eylül üniversitesi kamu yönetimi örneği, Journal of Bitlis Eren University, Institute of Social Sciences, 7 (2): 667-68



Session Chair: Prof. Dr. Stephen WOODWARD • Co-Chair: Gizem ŞAHİN

CHAPTER THREE



Possible Effect of Climate Change on Potential Distribution Area of *Cedrus libani* A. Rich

¹Sezgin Ayan, ²Federico Vessella, ³Jean Stephan, ⁴Javier López-Tirado

1. Silviculture Department, Forestry Faculty of Kastamonu University, 37100 Kastamonu, Turkey
2. Università degli Studi della Tuscia, Department of Agriculture and Forestry (DAFNE). Via San Camillo de Lellis, snc, 01100, Viterbo, Italy
3. Biodiversity and Conservation and Management of Natural Resources, Faculty of Science, Lebanese University, Fanar, Lebanon
4. Department of Integrated Sciences, Faculty of Experimental Sciences, University of Huelva, 21071 Huelva, Spain

Abstract

The present study is focused on the potential distribution of the Lebanese cedar (*Cedrus libani* A. Rich) in the present and in the future throughout the 21st century. The location of this work encompasses Lebanon, Syria and Turkey. Twenty-four environmental variables are used and four Representative Concentration Pathways (RCP) scenarios are studied: RCP 4.5 2050, RCP 4.5 2070, RCP 8.5 2050 and RCP 8.5 2070. Moreover, 13 Global Circulation Models (GCMs) and 6 algorithms (Climate Space Model [CSM], Envelope Score [EnvScore], Environmental Distance [EnvDist], Genetic Algorithm for Rule-set Production [GARP], Maximum Entropy [MaxEnt] and Support Vector Machines [SVM]) are considered for modelling. Area Under the Curve (AUC) is used for

validating and building the final consensus map. The main finding is an altitudinal and latitudinal upward migration of *C. libani* for mitigating the expected environmental conditions in its current distribution. Predicted area would enlarge in the forecasted scenarios with respect to the present, although it would be more restricted in 2070 due to the altitudinal shift. This study represents an interesting approach to manage *C. libani* stands by means of afforestation programs aiming to face global warming in the late 21st century.

Keywords: Ecological Niche Modeling; potential distribution; forecasting; climate change; Near East; Taurus cedar



Adaptation of Mediterranean Forests to Climate Change Project

¹Selin DEVRANOĞLU TAVSEL, ²Semiha DEMİRBAŞ ÇAĞLAYAN, ³Uğur ZEYDANLI, Ayşe TURAK⁴

1. Forest Program, WWF-Turkey, Büyük Postane Caddesi, 34112, Istanbul, Turkey

2. 4. GIS Program, Nature Conservation Center, 1593. Sk., 06530, Ankara

3. Nature Conservation Center, 1593. Sk., 06530, Ankara

Abstract

The Mediterranean Region is one of the most vulnerable areas to climate change. A key reason for this is the inherent climatic extremes (mostly in the form of drought) in the Mediterranean climate which are expected to be exacerbated due to climate change. In this region, further pressure on the ecosystems and natural resources stem from excessive exploitation, resulting in increased degradation and destruction of these ecosystems and natural resources. Forest ecosystems are particularly sensitive to climate change, because the long life span of trees does not allow for rapid answer to environmental changes.

In order to minimize the negative impact of climate change on the Mediterranean forest landscapes, it is necessary to better understand and manage the adaptation options and processes. Since 2013, WWF-Turkey has been working together with the General Directorate of Forestry

and the Nature Conservation Center to manage the Forest Adaptation to Climate Change Project and ensure the continuity of the Mediterranean Forest Conservation and ecosystem services. This project used modeling methods to study the potential impacts of climate change on fir and black pine forests within and around the boundaries of the Regional Forestry Directorate of Konya (Konya OBM). Based on these potential impacts, and recommendations from studies around the world adaptation measures have been identified and integrated into the forest management plans and implemented in pilot sites.

Keywords: Adaptation to climate change, Close to nature forestry, Drought, Mediterranean forests, Nature conservation

INTRODUCTION

The Mediterranean region is among the most vulnerable to climate change in the world. (Kovats et al., 2014) Increasing temperatures are expected to cause heat waves and draughts which will in turn bring about significant changes in the ecosystems, disrupting crucial ecosystem services.

Forests are autonomously able to adapt climate change to a certain extent, as they have been doing for millennia through shifts in vegetation composition and structure. However, both because climate change is happening at a faster rate than experienced before and because of other human impacts such as reduction in the size of the natural forest areas and loss of connectivity natural adaptation capacity of the forests is declining.

Although the topic of forest adaptation to climate is regularly researched and debated at academic level, there is still some uncertainty on the implementation of measures on the ground and little knowledge has been transferred to forest management. (Maria et al., 2014) Understanding and influencing the direction and timing of this adaptation will help mitigate the environmental and socio-economic consequences of climate change effectively.

The main goal of this project is to contribute to the resilience of the Mediterranean forest ecosystem in the Konya region, hence increasing its capacity to withstand and adapt to the changing climatic conditions.

The geographic location of the project is in the transition zone between the Mediterranean and continental climates. Being in a transitional zone, the climate is drier compared to the Mediterranean climate (which is expected to be even drier as a result of climate change). Furthermore, due to long term human management, these forests face especially high levels of threat from climate change.

Because these forests are the primary source of subsistence and have important cultural element for the forest villagers, by contributing to the long term sustainability of these forests, this project provides economic, social and ecological benefits.

Through this project, future impacts of climate change on *Abies cilicica* and *Pinus nigra* have been assessed and adaptation strategies have been developed and integrated into the forest management plans in the region. These strategies planned to be implemented in the next 20 years will contribute to improve the ecosystem and species resilience in the region.

The pretext of the project included the fact that change is inevitable. However, the magnitude and the exact nature of climate change are still unknown. Due to the high range of possible impacts of climate change and the expected interaction with other global changes and pressures, management decisions become increasingly more difficult to take. Therefore, this project aimed to focus on recommendations and implementations that are mainly in line with sustainable forest management and close to nature forest management and those that carry no potential risk to the ecosystem

Goals of the Project include:

- Increasing knowledge of the health status of the Konya Regional Directorate of Forestry forests as well as the future impacts that the climate change will pose to the forest ecosystem;
- Incorporating specific climate change adaptation measures into forest management plans mainly aiming to increase the resiliency of the forest ecosystem;
- Identifying and implementing interventions aiming to enhance forest resistance and resilience at pilot sites;
- Increasing awareness and know-how of stakeholders involved in forest management and
- Enhancing exchange of information on forest impacts posed by climate change and on adaptation measures at the regional level.

MATERIALS AND METHODS

The project consisted of the following four modules:

Assessment-Research

Understanding the potential impacts of climate change on forest ecosystems in the Taurus Mountains within the territories of Konya Regional Directorate of Forestry

- Mapping the current and potential distribution of selected forest types
- Identification of the changes in the potential distribution of selected forest types as well as evaluation of their vulnerability
- Identification of potential land degradation expected to be caused by climate change and examination of their sensitivity

Planning- Implementation

Integrating the adaptation measures identified for pilot sites into their respective management plans

- Development of measures for adaptation to climate change
- Integration of the adaptation measures into the forest management plans
- Implementation of the forest management plans that include adaptation measures and monitoring of their implementation

Capacity Building and Awareness-Raising

Strengthening the capacity of stakeholders involved in forest management on climate change and adaptation and raising public awareness on the issue

- Thematic workshops
- Development and distribution of technical training materials
- Public awareness activities

Regional Cooperation

Disseminating knowledge and exchanging experience at the Mediterranean level

- Participation in international workshops
- Sharing experiences at national-international levels
- Regional networking

Modeling: Change Predictions for *Abies cilicica* and *Pinus nigra* in the Konya District

Predictions for change were developed through comparing present and future modeled habitat suitability surfaces for the species. The Maximum Entropy approach was used modeling habitat suitability.

The training and testing samples were obtained from the 1/25000 scale forest stand maps, and used after various checking and correction procedures (overlaying satellite imagery, meetings with district forestry officials and local forestry chiefs, and observations during a field visit). Training locations were selected to have a minimum of 2km distance from each other, in order to prevent the model from over-fitting. Individuals representing marginal populations, and old growth forests were included through site visits and reflected in the model as much as possible.

Climatic, topographic and geological indices and distances were used as environmental variables. Statistical tests were applied and, correlated variables are removed from the predictor set. Performance of the models were high for both species, providing good sensitivity vs specificity graphs and resulting in low omission levels and acceptable commission error values, when compared to the actual distributions of the species. A critic for interpreting the results, regions where more caution must be exercised, together with drawbacks due to peculiarities of the region and problems encountered as a result of data quality are provided below in the Discussion section.

Environmental variables:

- Bio2: Mean diurnal range (Mean of monthly (max temp-min temp))
- Bio4: Temperature seasonality (Standard deviation*100)
- Bio5: Max temperature of warmest month
- Bio6: Min temperature of coldest month
- Bio1: Annual mean temperature
- Bio132: Total precipitation in May
- Bio82: Mean temperature in May
- Bio12: Annual precipitation
- Bio14: Precipitation of driest month
- Bio17: Precipitation of driest quarter
- Distance to calcareous and dolomite formations
- Distance to sand and clay formations
- Northness (produced from aspect surface)
- Slope

RESULTS

Habitat suitability for future conditions (2070) have been projected for climate predictions based on HadGEM2 ES model and RCP 45 scenario. Despite the choice of this more optimistic climate scenario, the results indicate extreme shifts in the environmental space for both species. Moreover, all present day stands for the species are expected to be unfavourably impacted by climate change. A discussion for interpreting these predictions is provided below in the Discussion section.

Figures 1 and 3 show current habitat suitability conditions for *Abies cilicia* and *Pinus nigra* respectively. Figures 2 and 4 on the other hand, depict projected habitat suitability levels for the same species in 2070 as projected by the model. Both species are expected to endure increasingly adverse conditions as habitat suitability for both *Abies cilicia* and *Pinus nigra* is reduced dramatically from ideal conditions depicted by level 1 with reduced suitability levels closer to level 0.

Even though the concerned species might not be wiped out from these sites, decrease in habitat suitability is expected to result in reduction in health of the species in various ways. This decrease in suitability will potentially be translated into higher susceptibility to stresses such as draughts and pests and lowered ability for reproduction, growth and potentially dieback according to the level of decrease in habitat suitability.

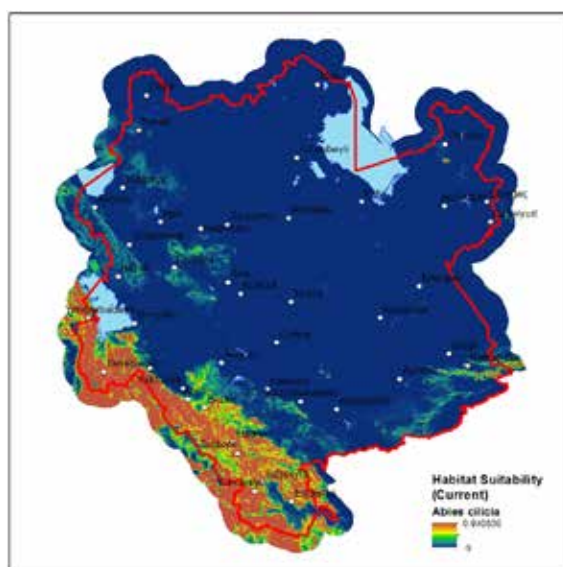


Figure 1. Current habitat suitability for *Abies cilicica* in Konya OBM

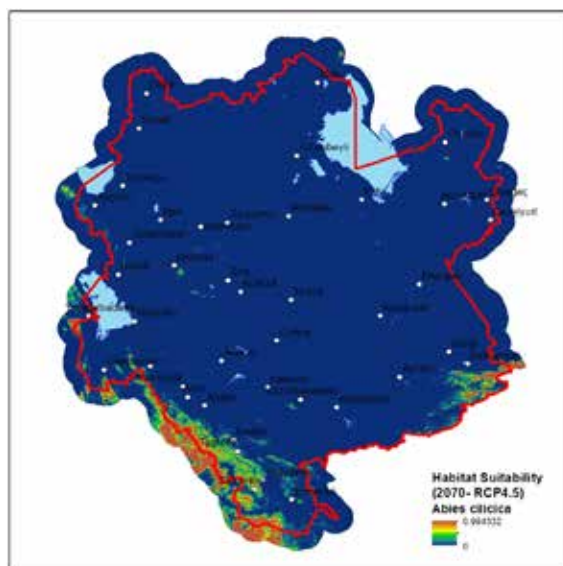


Figure 2. Habitat suitability for *Abies cillicica* in Konya OBM for future conditions (2070) based on HadGEM2 ES model RCP 45 scenario

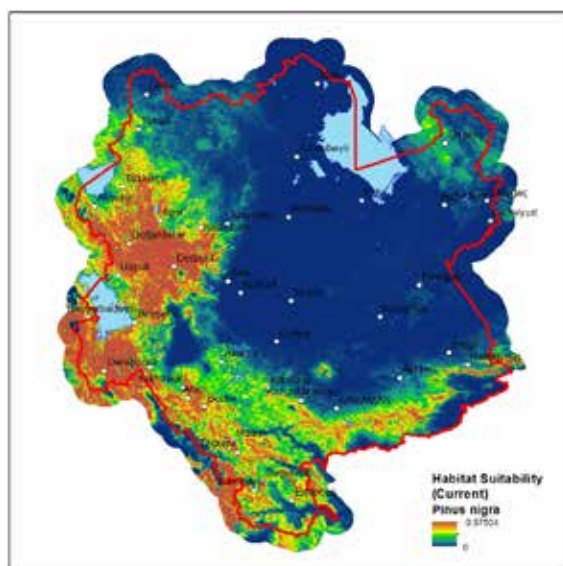


Figure 3. Current habitat suitability for *Pinus nigra* in Konya OBM

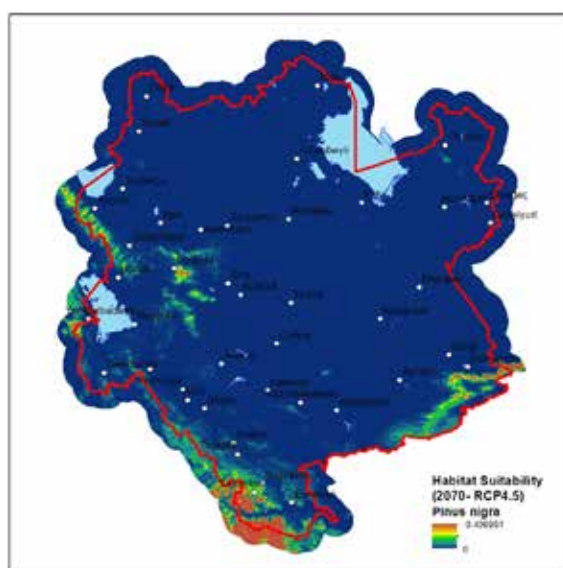


Figure 4. Habitat suitability for *Pinus nigra* in Konya OBM for future conditions (2070) based on HadGEM2 ES model RCP 45 scenario

One of the precautions to be taken to protect Mediterranean forests against the effects of climate change is to keep biological diversity (habitat, species, structure, genetics, landscape etc.) high. Other measures include the use of juniper and oak species in afforestation, which are expected to better adapt to future climatic conditions than other tree species, management of tree density to prevent dieback and assisted migration of species. In addition, soil protection activities are necessary such as avoiding heavy management of soil. It is recommended to protect natural old forests (especially natural old oak forests) with a high probability of hosting genes and ecosystem processes essential for the resilience of the forest ecosystem.

Main recommendations from the project are:

Enhancing species diversification in forest stands: As different species are better adapted to different climates, having a variety of species at one site increases the likelihood that some of these species will be well adapted to the future climatic conditions. This approach is especially important due to the uncertainty of the magnitude of change in climate. In a diverse forest, the likelihood of maintaining a forest cover at the site in the face of climate change is higher compared to a less diverse forest. The managed forests tend to have single or few species compared to natural forests. This project works with the Directorate of Forests (OGM) to increase the species diversity of the managed forests. In order to achieve this goal, meetings were held with the forest managers to discuss the importance of species diversity and come up with a decision to increase this diversity. As a result of these meetings a higher variety of species are now used while planting and more species are kept on site during site preparations before cuttings. In addition to this decision, the goal to increase species diversity was added to the management plan which means that the decision will be implemented in the most vulnerable sites for the next ten years and beyond.

Supporting genetic diversity: In addition to species diversity, genetic diversity is also important for increasing resilience to climate change. Within a species, diversity of genes acts in a similar way to increase the likelihood of sustaining a forest cover at the site in the face of climate change. The project recommends acquisition of the seeds and seedlings used for reforestation from a diverse set of "seed stands" in order to ensure a more genetically diverse and healthy forest. This recommendation is also integrated into the management plan.

Enhancing species migration needs: In addition to recommending a higher diversity of genes, the project also recommends to support a shift of genes northward and towards higher altitudes. In most of the site, it is foreseen that the average temperatures will increase and the climate will resemble that of the sites at lower altitudes and in more southern parts. Climate change is expected to be faster than natural rates of climate change and the tree species are expected to be slower in migrating to more favourable locations. Therefore, the project recommendations include acquisition of seeds from more southern locations and from lower altitudes from trees that are already well adapted to the future climate conditions of the site at hand, increasing the rate of migration of the tree species northwards and to higher altitudes. This recommendation is also integrated into the management plan with specific guidance on the locations where the seeds ought to originate from.

Supporting species with higher resilience to draught: In most of the subunits of the project site, the climate is expected become drier. Therefore, it is important to ensure draught resilient species or individuals with better adaptations to draught are present in the forest. In the case of this site, native species such as oak and juniper species are better adapted to draught compared to the species most preferred for planting by the OGM such as black pine and cedar. Instead of recommending a complete change of species, this project recommends no-risk actions such as creating small islands of draught resilient species in existing low diversity stands. This way, it can be ensured that the individuals of draught resilient species take root in these stands and can keep the site forested in the case of a decrease in health of the dominant species that are less resilient to draught.

Reducing water stress and dieback events in forest stands: As draught events are expected to increase in number and severity, the projects recommends managing forests to be more resilient to draught conditions. In many cases this can be achieved through thinning of stands and increasing the number of draught resilient species in the stands. This recommendation was integrated into the management plans for the stands with higher numbers of trees per square meter.

Improving forest soil conservation: Protection of the soil is of utmost importance to ensure maximum level of moisture is retained for the vegetation, an important consideration for when water is an increasingly scarce resource in the face of climate change. Currently most management decisions are taken based on the condition of the vegetation cover and the level of soil degradation is not considered during decision making. This project recommends that more attention is paid to the condition of the soil while taking management decision and that more actions are taken to protect the soil. Soil protection measures include avoiding use of heavy machinery and avoiding all forestry activities at sites with already poor soil conditions.

This project also includes an analysis of forest ecosystem services that are important for the economic and cultural uses of the local forest villagers. WWF-Turkey is using this analysis to improve the management of the forests to better cater to the needs of the forest villagers.

DISCUSSION

Model evaluation:

Accuracy of models:

<i>Pinus nigra</i>			<i>Abies cilicia</i>		
Maximum range	Species occurs	Species does not occur	Maximum range	Species occurs	Species does not occur
Present in model	99.8	90.4	Present in model	99.5	53.8
Not present in model	0.2	9.6	Not present in model	0.6	46.2

<i>Pinus nigra</i>			<i>Abies cilicia</i>		
Minimum range	Species occurs	Species does not occur	Minimum range	Species occurs	Species does not occur
Present in model	92.7	38.4	Present in model	90.5	23
Not present in model	7.3	61.6	Not present in model	9.5	77

Figure 5. Testing with actual distribution

Values in yellow cells in Figure 5 indicate the omission error and those in red cells indicate commission errors for the model. The level of presence testing (values in green cells) is taken as the main indicator of accuracy, since erroneous commission is highly associated with anthropogenic removal of the species. The omission error levels for the models are low, and in fact may be even lower than indicated. Because, although training locations were selected from the center of the stands, the testing above was performed using the whole of the stand area for each stand containing the species, resulting in errors on the peripheries of the stand.

Robustness:

The models explaining the relationship between training locations and the environmental variables demonstrate a robust Sensitivity vs. Specificity graph with high Area Under Curve values (*Pinus nigra* training AUC=0.814, *Abies cilicica* training AUC=0.868).

Regional peculiarities: Some properties of the study area have had an impact on the success of the models:

The region has been heavily impacted by human use for millennia, resulting in severe reduction of forested areas and changes in natural processes and distributions. This causes a possible under-estimation of (potential) current range.

Model building process was limited to forested areas, but while projecting to the region, some combinations for environmental variables could not be represented. Thus model projections for northern parts of the region must be interpreted with caution.

Prediction evaluation:

When interpreting predictions for the future the following points should be kept in mind:

- The models do not take in to account phenotypic plasticity. High plasticity in individuals or the species as a whole might help them survive extreme whether events better than assumed.
- Since trees are usually long-lived, the impact of climate change might impact other aspects of their life history. These include declines in growth rate, increased susceptibility to diseases to pests and reduced recruitment rates.
- The model does not take in to account fire mortality and pest damage, but it is likely that frequency fires and pest damage will increase. In the case of such events might be more difficult to predict habitat suitability.
- Although the models do not explicitly take in to account inter-species competition, since they are built on realized niches rather than fundamental niches, they incorporate this aspect indirectly. However, the manifestation of this competition will probably change under future conditions.

One of the key achievements of this project is its role as a bridge between the researchers and the forest managers. The project is being conducted in close cooperation with the forestry sector. With this project, climate change adaptation measures were integrated into the forest management plans for the first time. In this regard, it could be regarded as a shift in approach in contemporary forest management in the country. This project also has high acceptance by the local forest villagers. Discussions with the villagers show strong support for the project as the villagers understand and readily observe the impacts of climate change such as higher rates of soil degradation and dieback events.

CONCLUSION

Enhancing resilience of these forests to climate change and ensuring the continuity of forest cover in the region will help reduce the impacts of catastrophes such as storms, floods and droughts expected to increase in intensity due to climate change.

FUNDING

This project was generously funded by the MAVA Foundation.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to extend our gratitude to all who contributed to the successful implementation of this project, including the project teams at WWF-Turkey, Nature Conservation Centre, General Directorate of Forestry and Konya Regional Directorate of Forestry with special thanks to Sedat Kalem, Ramazan Balı, Pedro Regato Pajares, Deniz Özüt, Kıymet Keleş, Can Bilgin and Yıldırım Lise.

REFERENCES

- Adaptation Principles into Forest Management Actions, Journal of Forestry, Volume 112, Issue 5, September 2014, Pages 424–433, <https://doi.org/10.5849/jof.13-094>, accessed 22.11.2019
- Biodiversa LinkTree Project <https://www.biodiversa.org/128>, accessed 22.11.2019

- Climate change guidelines for forest managers: <http://www.fao.org/3/i3383e/i3383e00.htm>
- 4. Management responses to climate change: Biodiversity: Recommended adaptation actions <http://www.fao.org/3/i3383e/i3383e04.pdf>, accessed 21.11.2019
- Climate-Adapt EU: Water sensitive forest management (2015) <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/water-sensitive-forest-management>
- FAO and Plan Bleu, 2018. State of Mediterranean Forests 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Plan Bleu, Marseille.
- FAO Sustainable Forest Management (SFM) Toolbox, Climate Change Adaptation and Mitigation Module <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/en/> accessed 20.11.2019
- Giorgi, F. 2006. Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33(8): L08707.
- Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana, 2014: Europe. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf, accessed 20.11.2019
- European Forestry In The Face Of Climate Change: EUSTAFOR Guidelines, 2010, http://www.eustafor.eu/failid/File/EustaforClimateReport2010_2.pdf
- International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), Global Forest Experts Panel (GFEP), Panel on Climate Change Adaptation, Adaptation of Forests and People to Climate Change, A Global Assessment Report, <https://www.iufro.org/science/gfep/adaptation-panel/>, accessed 20.11.2019
- Locatelli Bruno, Herawati Hety, Brockhaus Maria, Idinoba Monica, Kanninen Markku, Methods And Tools For Assessing The Vulnerability Of Forests And People To Climate Change, , Center for International Forestry Research (CIFOR), December 2008 http://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP43Locatelli.pdf
- Maria K. Janowiak, Christopher W. Swanston, Linda M. Nagel, Leslie A. Brandt, Patricia R. Butler, Stephen D. Handler, P. Danielle Shannon, Louis R. Iverson, Stephen N. Matthews, Anantha Prasad, Matthew P. Peters, A Practical Approach for Translating Climate Change
- Motive Project- The Project Models For Adaptive Forest Management <http://motive-project.net/>, accesses 21.11.2019
- UNEP/MAP. 2016. Mediterranean strategy for sustainable development 2016-2025. Investing in environmental sustainability to achieve social and economic development. Valbonne, France, United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan. 83 pp.
- WeAdapt, <http://weadapt.org/knowledge-base/guidance/overview-of-weadapt>, accesses 21.11.2019
- Zeydanlı Uğur, Turak Ayşe, Bilgin Can, Kınıkoğlu Yeşim, Yalçın Semra, Doğan Hakan, İklim Değişikliği ve Ormancılık: Modellerden Uygulamaya Adana Orman Bölge Müdürlüğü için Uyum Önerileri, Doğa Koruma Merkezi, Ankara, Türkiye, www.dkm.org.tr



How Does Climate Change Affect Tree Species in Turkey?

¹Nesibe Köse

1. Department of Forest Botany, Faculty of Forestry, Istanbul University-Cerrahpasa, Bahceköy, 34473, İstanbul, Turkey; nesibe@istanbul.edu.tr

Abstract

Today, it is crucial taking into account expected climate change in forest management, policy and silvicultural planning. Detection of the effects of climate change on the forest ecosystems requires long-term monitoring, which are costly and spatially limited. On the other hand, tree rings, which record the long-term growth dynamics as long as tree lives, are very useful tool to understand the effects of climate change. Here, a review of tree-ring reseaches in Turkey will be presented. Dendroclimatological researches in Turkey showed that available moisture is often found to be the most important limiting factor on radial growth of many species. Recent studies in Caucasus region have documented that spring or summer drought has a negative effect on radial growth of most tree species and climate-growth relationships were stable over time, except at some cold-limited sites. Warmer spring – summer may promote growth of orietal beech at higher elevations in the future. It is expected that these Colchic forests might be a potential climatic re-

fugia in the future. On the contrary, a decreasing growth trend after 1970s for black pine trees were detected in Mediterranean Region, which is correlated with increased summertime temperatures and drought. Dendroclimatological results mostly obtained from oldgrowth forests provide valuable information to forest managers, helping them to develop appropriate mitigation and adaptation strategies for Turkish forests in the face of an uncertain climatic future.

Keywords: Climate change, dendroclimatology, oldgrowth forests, tree ring

İklim Değişikliği Türkiye’de Ağaç Türlerini Nasıl Etkilemektedir?

¹Nesibe Köse

1. Department of Forest Botany, Faculty of Forestry, Istanbul University-Cerrahpasa, Bahceköy, 34473, İstanbul, Turkey; nesibe@istanbul.edu.tr

Abstract

Bugün, ormancılık politikalarının geliştirilmesi, ormanların planlanması ve yönetiminde beklenen iklim değişikliğinin olası etkilerinin dikkate alınması oldukça önemlidir. İklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, maliyetli ve mekansal olarak sınırlı olan uzun süreli izleme ve gözlemler gerektirmektedir. Öte yandan, uzun dönemli büyüme dinamiklerini ağaçların yaşamları boyunca kaydeden ağaç yıllık halkaları, iklim değişikliğinin etkilerini anlamak için oldukça faydalı bir araçtır. Bu bildiride, Türkiye’de yapılmış dendroklimatolojik çalışmalar iklim değişikliği bağlamında değerlendirilecektir. Türkiye’deki dendroklimatolojik araştırmalar birçok ağaç türünün radyal büyümesini en önemli faktörün yağış olduğunu göstermiştir. Son yıllarda Kafkaslarda yapılan araştırmalar, ilkbahar veya yaz kuraklıklarının bu bölgedeki birçok ağaç türünün büyümesini negatif etkilediği; düşük sıcaklıkların büyümeyi sınırlandırdığı bazı yetişme ortamları

hariç iklim-büyüme ilişkilerinin zaman içerisinde fazla değişmediğini göstermiştir. Gelecekte ilkbahar-yaz sıcaklarındaki olası artışın yüksek rakımda yetişen doğu kayını ağaçlarının büyümesini arttırabileceği belirlenmiştir. İklim değişikliği altında Kolşik bölge ormanlarının gelecekte potansiyel iklim sığınma alanları olabileceği öngörülmektedir. Buna karşın, Akdeniz Bölgesinde yetişen karaçam ağaçlarında 1970’li yılların sonrasında bir büyüme azalması belirlenmiş ve bu büyüme azalması yaz dönemindeki kuraklık ve artan sıcaklıklarla ilişkilendirilendirilmiştir. Daha çok yaşlı ormanlarda gerçekleştirilen dendroklimatolojik araştırmaların sonuçları, iklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi için önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: İklim değişikliği, dendroklimatoloji, yaşlı ormanlar, yıllık halka

GİRİŞ

Dünyanın var oluşundan bugüne sürekli olarak değişen iklim, bugün hiç olmadığı kadar hızlı değişmektedir. Türkiye, iklim değişikliğine karşı oldukça hassas ve “risk altındaki ülkeler” arasında yer almaktadır (UNDP, 2019). Türkiye’de 2000’li yıllardaki ortalama yaz sıcaklığı 1960’lı veya 1970’li yıllara göre yaklaşık 1.5 C° daha yüksektir. Ortalama yaz sıcaklıklarının 21. yüzyılın ortalarında 1,0 ila 2,5 ° ve sonunda 2,5 ila 5,0 C° artacağı (Şen 2013) ve buna bağlı olarak da ilkbaharda karların erken eriyeceği öngörülmektedir (Demircan ve diğ., 2017). Yağışın bölgesel bir artış gösterdiği Türkiye’nin kuzeydoğusu hariç, iklim kayıtlarının alındığı dönemde yağışta anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Buna karşın gelecek projeksiyonlar, özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’da yıllık toplam yağışın azalacağını işaret etmektedir (Şen, 2013).

Canlılar, davranışlarını, fizyolojik özelliklerini ve yayılışlarını değiştirerek iklim değişikliğine adapte olmaya çalışmaktadırlar (Scheffers et al., 2016; Parmesan, 2006). İklim değişikliğinden en fazla etkilenen ekosistemlerden biri ormanlardır. Yüzyıllar, hatta bin yıllar boyunca yaşayabilen ağaçların iklimdeki bu hızlı değişime adaptasyonu kolay olmamaktadır (Lindner ve diğ., 2010). Artan CO₂, yükselen sıcaklık vb. iklim değişikliği ile ilgili faktörlerin bireysel veya birlikte etkisinin ormanların mevcut konumlarında değişikliğe yol açması beklenmektedir. Örneğin kuraklık bir ağacın yaşam döngüsünde rejenerasyon-dan büyüme ve ölüme kadar önemli süreçleri etkilemektedir. Son araştırmalar, Avrupa, Kuzey Amerika ve Güney Amerika’nın ılıman bölgelerinde kuraklığın neden olduğu ağaç ölümlerini arttırdığına işaret etmektedir (Pederson ve diğ., 2012, Lindner ve diğ., 2010). Diğer yandan, yüksek sıcaklıklar boreal bölgedeki ağaçların vejetasyon süresini uzatarak büyümede artışa neden olmaktadır. Bu değişiklikler sadece ağaç türlerinin hayatta kalma oranını etkilemekle kalmaz, aynı zamanda bitkileri şiddetli kuraklık, sel, orman yangını vb. ekstrem olaylara karşı koymaya da zorlar (Lindner ve diğ., 2010). Dominant ağaç türlerindeki değişiklikler bütün ekosistemi ve bağımlı organizmaları, yaşam tarzlarını değiştirmeye ve hatta neslinin tükenmesine neden olacak şekilde zorlar (Dyderski ve diğ., 2017).

Bugün, ormancılık politikalarının geliştirilmesi, ormanların planlanması ve yönetiminde beklenen iklim değişikliğinin olası etkilerinin dikkate alınması oldukça önemlidir (Sousa-Silva ve diğ., 2018). İklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, maliyetli ve mekansal olarak sınırlı olan uzun süreli izleme ve gözlemler gerektirmektedir. Öte yandan, uzun dönemli büyüme dinamiklerini ağaçların yaşamları boyunca kaydeden ağaç yıllık halkaları, iklim değişikliğinin etkilerini anlamak için oldukça faydalı bir araçtır. Ağaçların yıllık halka genişliği bir yıldan diğerine değişkenlik göstermektedir. Benzer iklim koşullarının etkisi altında gelişen ağaçların yıllık halkalarındaki değişkenliğin benzer olması dendrokronoloji biliminin temelini oluşturmaktadır. Dendrokronolojinin bir alt dalı olan Dendroklimatoloji, yıllık halkalar ile iklim arasındaki ilişkileri inceleyen ve bu ilişkilere dayanarak geçmiş dönemin iklim rökonstrüksiyonlarını yapan bilim dalıdır (Fritts, 1976). Bu bildiride Türkiye’deki dendroklimatolojik ve dendroekolojik araştırmalar iklim değişikliği bağlamında değerlendirilecektir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AĞAÇ GELİŞİMİNE ETKİSİ

Türkiye’de iklimin yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve iklim rökonstrüksiyonları yapmak amacıyla farklı yetiştirme ortamlarından farklı ağaç türleri örneklenmiştir. Bu araştırmalar daha çok gymnosperm türleri üzerine yoğunlaşmış olup, en fazla örneklenen ağaç türü karaçamdır. Örneklenen gymnosperm türleriyle kıyaslandığında, angiosperm türlerinin sayısı oldukça sınırlıdır.

Bugüne kadar yapılan dendroklimatolojik çalışmalar, Türkiye’nin Ege, Akdeniz, Batı Karadeniz, İç Anadolu Bölgelerinde yetişen ağaçların yıllık halka gelişimlerini sınırlandıran en önemli faktörün geç ilkbahar-erken yaz döneminde (özellikle Mayıs-haziran aylarındaki) yağış olduğunu göstermiştir. Bu dönemde ortalamanın altında düşen yağışlar dar yıllık halka oluşumuna neden olurken, ortalamanın üzerinde yağışlı geçen yıllarda ağaçlar geniş halka oluşturmaktadırlar. Yağışın bu sınırlayıcı etkisinin yanında, aynı dönemdeki yüksek sıcaklıklar kuraklığın şiddetini arttırmakta ve radyal büyümeyi sınırlandırmaktadır (Köse 2012, Köse ve diğ., 2012, 2013, 2017; Güner ve diğ., 2017; Akkemik 2000a, 2000b, Akkemik ve diğ. 2005, 2008; Touchan ve diğ., 2007).

Bu bağlamda ülkemizdeki doğal yayılış alanı Anadolu çaprazının batısında bulunan ve stepe kadar sokulup ormanlar kurabilen karaçam ağaçları değerlendirildiğinde, Mayıs-haziran dönemindeki özel-

likle düşük yağışın neden olduğu kuraklığın yıllık halka gelişimini sınırlandıran en önemli faktör olduğu belirlenmiştir. Kuraklığın sınırlayıcı etkisi, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgesindeki, özellikle stepe geçiş zonundaki ormanlarda çok daha şiddetli olarak kendini göstermektedir. Bu bölgelerden farklı olarak Batı Karadeniz Bölgesindeki karaçam ağaçlarında Mayıs-haziran dönemindeki yüksek sıcaklıkların olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Diğer yandan stepe geçiş zonunda yer alan ağaçlar hariç, hemen hemen tüm yörelerde vejetasyon mevsiminin başında yüksek sıcaklıkların halka gelişimini pozitif etkilediği görülmüştür (Köse ve diğ. 2012).

Doğan ve Köse (2019), Sandıras Dağının güney ve kuzey yamaçlarının alt ve üst yükseltilerindeki yaşlı karaçam meşcerelerinden elde ettikleri yıllık halka kronolojileriyle, farklı yükseltilerde yetişen karaçam ağaçlarının büyümesinin iklimden nasıl etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Buna göre, yetiştirme ortamının alt sınırında yer alan meşcerelerdeki karaçam ağaçlarının iklime daha duyarlı olduğu ve kuraklığın çok daha belirgin şekilde ağaç gelişimini sınırlandırdığı vurgulanmıştır.

Günümüzde gerçekleşmekte olan ve gelecekte de etkilerini daha fazla hissedeceğimiz küresel iklim değişikliği, Akdeniz Havzası'nda sıcaklıkların artışı ve yağışta azalma ile kendisini gösterecektir (Giorgi ve Lionello, 2008). Bu noktada, iklim değişikliğinin etkisiyle kurak dönemin uzayacağı düşünüldüğünde ülkemizdeki karaçam ormanlarının iklim değişikliğinden olumsuz etkileneceği, bu olumsuz etkinin öncelikle alt yetiştirme ortamı sınırlarında, İç Anadolu Bölgesinde özellikle stepe geçiş zonu ve Akdeniz Bölgesindeki karaçam ormanlarını etkileyeceği öngörülmektedir. Bu öngörüyü destekleyen bir dendrokronolojik araştırma Janssen ve diğ. (2018) tarafından Göller Bölgesindeki karaçam ormanlarında yapılmış ve bu yörede karaçamların radial büyümesinin 1970'li yıllardan sonra azaldığı belirlenmiştir. Büyümedeki bu azalma, artan yaz sıcaklıkları ve kuraklıkla ilişkilendirilmiştir (Janssen ve diğ. 2018).

Doğu Karadeniz Bölgesindeki ağaç türlerinin iklim değişikliğine tepkileri diğer bölgelerden farklılık göstermektedir. Kolşik flora bölgesi ile eşleştirdiğimiz bu bölge, kendisine özgü iklim koşulları nedeniyle *Quercus pontica* K. Koch gibi çok sayıda endemik taksona ev sahipliği yapmaktadır (Denk ve diğ. 2001). Bölgeyi çevreleyen alan 850 mm'den az yıllık yağış alırken Kolşik bölgedeki ormanlara yıllık 2500 mm'ye kadar yağış düşmektedir. Meteorolojik veriler, geçen yüzyılda diğer bölgelerde yağışta anlamlı bir değişkenlik görülmezken Kolşik bölgede yağışın arttığını göstermektedir. Gelecek projeksiyonları da diğer bölgelerden farklı olarak bu bölgede sıcaklık artışıyla birlikte yağışta da hafif bir artış öngörülmektedir (Şen 2013).

Bu özel bölgedeki en kapsamlı araştırma Martin-Benitto ve diğ. (2018) tarafından yapılan Gürcistan'ın bir kısmını da içerisine alan Kafkaslarda gerçekleştirilmiştir. Farklı yükseltideki 35 farklı meşcerede dört farklı angiosperm (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L., *Fagus orientalis* Lipsky, ve *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch.) ve dört farklı gymnosperm türünü (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach, *Pinus sylvestris* L., *Picea orientalis* L. ve *Pinus pinea* L.) konu alan dendroklimatolojik çalışmada iklimin bölgedeki ağaç türlerinin büyümesine etkisi araştırılmış ve iklim değişikliğinin etkileri tartışılmıştır. Araştırmanın sonuçları, bahar veya yaz aylarındaki kuraklığın birçok ağaç türünde radyal büyümeyi azalttığını, özellikle alt yükseltilerde bu durumun daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur. Yüksek rakımlarda yetişen gymnosperm türlerinin gelişiminin kuraklığın yanı sıra, soğuk kış ve yazlarla da sınırlandırıldığı belirlenmiştir. İklim değişikliğinin ağaç gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, çalışmada ayrıca iklimin yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisinin zaman içerisindeki değişkenliğine de bakılmıştır. Düşük sıcaklıkların büyümeyi sınırlandırdığı bazı meşcereler dışında, iklim-büyüme ilişkilerinin genel olarak zaman içerisinde değişmediği, stabil olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kış soğuklarının doğu ladini ağaçlarının radyal büyümesi üzerindeki sınırlayıcı etkisinin son yıllarda azaldığı izlenmiştir. Öngörülen sıcaklık artışının gelecekte bölgedeki gymnospermae türlerinin vejetasyon mevsimini uzatarak büyümede artışa neden olabileceğine işaret edilmiştir. Yüksek rakımlarda yetişen doğu kayını ağaçlarında kuraklığın etkisi oldukça düşük olduğu, diğer yandan ilkbahar ve yaz aylarındaki yüksek sıcaklıkların yıllık halka gelişimini arttırdığı belirlenmiştir. İklim değişikliği senaryolarında öngörülen sıcak artışının bu bölgede orta ve üst yükseltilerde yetişen doğu kayının büyümesini hızlandırabileceği ön görülmüştür. Araştırmanın sonuçları, özellikle Batı Kafkasya'yı çevreleyen daha kurak bölgeler de göz önüne alındığında bölgenin potansiyel sığınma alanı gibi davranabileceğini göstermiş ve bu bölgedeki doğal yaşı ormanların mutlaka korunması gerektiğini vurgulamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ormancılık politikalarının geliştirilmesi, ormanların planlanması ve yönetiminde iklim değişikliğinin ağaç türlerinin gelişimi üzerindeki bugünkü etkisi ve gelecekteki olası etkilerinin dikkate alınması oldukça önemlidir. Bu bağlamda yıllık halka araştırmaları değerlendirildiğinde, özellikle jeolojik dönemlerde olduğu gibi gelecekte de türlerin sığınma alanı olacağı işaret edilen Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki doğal yaşlı ormanların mutlak korunması gerekmektedir. Bu ormanlarda habitat parçalanmalarına neden olacak herhangi bir faaliyetten kaçınılmalıdır. Diğer yandan, kuraklığın neden olduğu artım kayıplarının belirlendiği veya öngörüldüğü ağaç türlerinin bulunduğu işletme ormanları için hazırlanacak planlarda eta, türün iklim değişikliğine hassasiyeti göz önüne alınarak belirlenmelidir.

Birçoğu yaşlı ormanlarda gerçekleştirilmiş olan yıllık halka araştırmalarının, iklim değişikliğinin asli ağaç türlerimizin gelişimine etkilerini belirlemede önemi bir yol gösterici olduğu açıktır. Ancak bu çalışmaların bir kısmı iklim tarihini belirlemek amacıyla kurgulanmış olup, ekstrem yetiştirme koşullarındaki yaşlı ağaçlar örneklenmiştir. Bu nedenle ağaç türlerinin optimum yetiştirme koşullarından elde edilecek daha fazla veri ve araştırmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Akkemik, Ü., 2000a. Dendroclimatology of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in Istanbul, Turkey. Tree-Ring Bulletin 56: 17-20.
- Akkemik, Ü., 2000b. Tree-ring chronology of *Abies cilicica* Carr. in the Western Mediterranean Region of Turkey and its response to climate. Dendrochronologia 18: 73-81.
- Akkemik, Ü., Aras A., 2005. Reconstruction (1689-1994) of April-August precipitation in southwestern part of central Turkey. International Journal of Climatology. 25: 537-548. doi: 10.1002/joc.1145
- Akkemik, Ü., Dağdeviren, N., Aras, A., 2005. A preliminary reconstruction (A.D. 1635-2000) of spring precipitation using oak tree rings in the west. doi: 10.1007/s00484-004-0249-8
- Akkemik Ü., D'Arrigo R, Cherubini P, Köse N & Jacoby G (2008) Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey. International Journal of Climatology 28:173-183. doi:10.1002/joc.1522
- Denk T., Frotzler, N., Davitashvili, N. 2001: Vegetational patterns and distribution of relict taxa in humid temperate forests and wetlands of Georgia (Transcaucasia). Biological journal of the Linnean Society, 72:287-332.
- Doğan M., Köse, N. 2019. Influence of climate on radial growth of black pine on the mountain regions of Southwestern Turkey, Plants 8:276.
- Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H. and Coşkun, M., 2017. Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. Turkish Journal of Water Science and Management, 1(1), pp.22-43.
- Dyderski, M. K., Paź, S., Frelich, L. E., and Jagodziński, A. M. 2018. How much does climate change threaten European forest tree species distributions? Global Change Biology, 24, 1150-1163.
- Giorgi, F., Lionello, P. 2008. "Climate change projections for the Mediterranean region", Global and Planetary Change, 63, 90-104.
- Güner H.T., Köse N., Harley G.L., "A 200-year reconstruction of Kocasu River (Sakarya River Basin, Turkey) streamflow derived from a tree-ring network", International Journal Of Biometeorology, vol.61, pp.427-437, 2017.
- Janssen, E., Kint, V., Bontemps, J.D., Özkan, K., Mert, A., Köse, N., İçel, B., Muys, B., 2018. Recent growth trends of black pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold) in the eastern Mediterranean. Forest Ecology and Management 412: 21-28. doi: 10.1016/j.foreco.2018.01.047

- Köse, N., 2012. Climatic Factors Affecting Tree-Ring Growth of *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode&Cullen from Kastamonu, Turkey. Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University 62(1): 71-83.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., Tolunay, D., 2012. Tree-ring growth of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* under different climate conditions throughout western Anatolia. Dendrochronologia 30: 295-301.
- Köse, N., Akkemik, U., Guner, H. T., Dalfes, H. N., Grissino-Mayer, H. D., Ozeren, M. S., Kindap, T., 2013. An improved reconstruction of May– June precipitation using tree-ring data from western Turkey and its links to volcanic eruptions. International Journal of Biometeorology 57:691– 701. doi: 0.1007/s00484-012-0595-x
- Köse, N., Güner, H.T., Harley, G. L., Guiot, J., 2017. Spring temperature variability over Turkey since 1800CE reconstructed from a broad network of tree-ring data. Climate of the Past 13:1-15. doi:10.5194/cp-13-1-2017
- Lindner, M., Maroschek, M., et al., 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. Forest Ecology and Management, 259(4): 698-709.
- Martin-Benitto, D., Ummenhofer, C. C., Köse, N., Güner, H. T., Pederson, N., 2016. Tree-ring reconstructed May–June precipitation in the Caucasus since 1752 CE. Climate Dynamics 47: 3011-3027. Doi:/10.1007/s00382-016-3010-110.1007/s00382-016-3010-1
- Martin-Benitto, D., Pederson, N., Köse, N., Doğan, M., Bugmann, H., Mosulishvili, M., Bigler, C., 2018. Pervasive effects of drought on tree growth across a wide climatic gradient in the temperate forests of the Caucasus. Global Ecology and Biogeography 27:1314-1325. doi:10.1111/geb.12799
- Parmesan, C., 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 37, 637-669.
- Pederson, N., Bell, A. R., et al. 2012. Long-term perspective on a modern drought in the American Southeast. Environmental Research Letters 7, 014034.
- Scheffers, B. R., De Meester, L., et al. 2016. The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. Science, 354(6313), aaf7671.
- Soussa-Silva, R., Verbist B., et al. 2018. Adapting forest management to climate change in Europe: Linking perceptions to adaptive responses. Forest Policy and Economics, 90:22-30.
- Şen, Ö. L., 2013. A Holistic View of Climate Change and Its Impacts in Turkey. Istanbul Policy Center Sabancı University-Stiftung Mercator Initiative. <http://ipc.sabanciuniv.edu/en/wp-content/uploads/2012/09/AHolistic-View-of-Climate-Change-and-Its-Impacts-in-Turkey.pdf>
- Touchan, R., Akkemik, Ü., Huges, M. H., Erkan, N., 2007. May–June precipitation reconstruction of southwestern Anatolia, Turkey during the last 900 years from tree rings. Quaternary Research 68: 196–202. doi:10.1016/j.yqres.2007.07.001
- UNDP, 2019. Turkey UNDP Climate Change Adaptation. [online] Available at: <https://www.adaptation-undp.org/explore/western-asia/turkey> [Accessed 28 Feb. 2019].



Is Climate Change Effecting Decomposition in Forest Ecosystems? A Key Study in Düzce Beech-Chestnut Mixed Forests.

¹Murat SARGINCI, ¹Sule TEMÜR

¹. Department of Forest Engineering, University of Düzce, 81620, Düzce, Turkey

Abstract

The aim of this study is to determine the long-term (4-year) dynamics of the decomposition of leaf litter in beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forests on different elevations and aspects of Düzce-Akçakoca region of Western Black Sea Region to determine effects of climatic conditions on decomposition ratios. Data about leaf litter decomposition from different elevations and aspects in beech and chestnut forests where represents the coastal part of the Black Sea, were collected in order to define the parameters explain these variations among these sites. The sampling areas were chosen in 4 different elevations between 420-1050 m within two main aspects, east and west. The soil is slightly acidic and pH varies among 4.5-6.5 and shows predominantly loam and clay loam properties. According to the USDA soil classifi-

cation system soils in this region is under Inceptisol soil order. The crown closure in the both stand types is generally more than 75%. Three sampling plots at each elevation stage on each aspect were selected. To be able to determine the leaf-litter decomposition rate, litterbags containing 5g leaf-litter samples were taken from litter-traps placed up on mineral soil were collected in an area of 20x20=400 m² and carried to laboratory to calculate mass loss. According to mass loss results, 30% and 40% of the total mass of chestnut and beech leaves were found to be left behind at the end of 4th year, respectively. In the same period, there was a difference between eastern and western aspects only in beech stands, while there was no for chestnut stands. While the percentage of mass remaining at the end of the fourth year for the beech leaves showed

a statistically significant difference between the elevation stages, such a situation could not be detected in the chestnut leaves. At the end of the fourth year, the carbon and nitrogen ratios did not differ between species. Similar results were observed at the early stages of decomposition, too. All these data show that decomposition can vary between species and also among different aspects and elevations. Therefore, it can be seen that the decomposition can vary depending on the chemical properties of the organic material and also depending on the environmental conditions, especially the climatic conditions. This can be used as an effective decision support mechanism in long-term decisions to be taken in the management processes of similar ecosystems.

This study was supported by Scientific Research Projects of Duzce University with the number of BAP-2017. 02. 02. 586.

Keywords: Blacksea Region, Decomposition, Climate, Beech, Chestnut.



Climate Change Effects on Litter Decomposition and Soil Decomposers Community

¹Meriç ÇAKIR

1. Department of Soil Science and Ecology, Çankırı Karatekin University, Bademlik Street, 18200, Çankırı, Turkey

Abstract

Decomposition of plant litter, an important component of the global carbon budget, is hierarchically controlled by the climate, litter quality and soil organisms. It is well known that decomposer organisms interactions are one of the factors driving the decomposition process. Although there are many variables for litter decomposition, the climate is expected to be a dominant factor at global scale. However, like other organisms, traits of decomposers and their communities are not shaped by the climate. Whether or not, this affects decomposition rates and it is underexplored. In this review, the current state of knowledge of litter decomposition and, soil microarthropods, which are affected by climate change, are summarized.

A long period of drought due to climate change strongly influences the relationship between biodiversity and ecosystem processes. The drier climate results in less synergistic interaction and more antagonistic interaction, resulting in slower mass loss and a strong change in biodiversity. Climate change scenarios show that in dry areas

increases the relative contribution of photodegradation to total litter decomposition while reducing leaf litter decomposition rates. In addition, we do not know how the chemical structure of the plant litter and the community structure of the decomposer communities will change due to warming. However, there is a lack of data on the dispersal ability of decomposer communities. Global warming will only increase the decomposition rates of litter if there is sufficient soil moisture. Since cold biomes will have moisture in the first stage, both the decomposition process and the arthropod communities will be positively affected. In addition, more light should be shed into underground "darkness" to assess the ecological significance of warming-induced soil fauna community changes for litter decomposition processes in cold biomes. Finally, climate change may have a strong impact on the regional carbon budget but may not on a global scale.

Keywords: Global-Warming, decomposition, litter quality, Microarthropod

INTRODUCTION

Forests are important carbon pools that continuously exchange CO₂ with the atmosphere. Forests have a lot of carbon pools: soil organic matter and humus, litter, dead wood, and vegetation. It has been estimated 81% of the carbon in the earth's biosphere is stored in the soil and 19% in plants at the global level. In all forests, approximately 31% of the carbon is stored in the biomass and 69% in the soil (IPCC, 2000; Osman, 2013). Soil organic matter deposited in the soil serves as a pool for atmospheric CO₂. In this context, litter decomposition plays an important role in regulating carbon balance in terrestrial ecosystems (Berg and McClaugherty, 2014). Understanding the dynamics of litter decomposition and soil carbon storage for mitigation become more important with the accelerating climate change (García-Palacios et al., 2013).

Litter decomposition is affected by climate, litter quality and soil biotic interactions (Aerts, 1997). However, the roles of the factors mentioned above in the decomposition process differ in arid and polar zones. In arid ecosystems, apart from the above factors, high energy visible radiation and solar ultraviolet had a significant effect on decomposition (Almagro et al., 2017; Gallo et al., 2009). Photodegradation is a process in which organic matter is degraded by solar radiation. As a result of photodegradation, the organic matter goes directly into the atmosphere with CO₂ release without entering the soil (Austin and Vivanco, 2006). Although it is known that warming adversely affects litter decomposition, it is controversial how photodegradation affects decomposition. On the contrary, in the polar or alpine zone, there will be changes in ecosystem processes due to warming. Furthermore, the current snow thickness and continuance of plant growing season will be affected by the changes in precipitation regimes. Hereunder in both arid and polar ecosystems, the amount of nutrients contained in plants and the litter quality will be effected and the decomposition process will undergo unpredictable changes in arid and polar regions.

Soil microarthropods play an important role in the decomposer food web (Cole et al., 2006) and decomposition processes. Global warming can affect soil microarthropod abundance and community structure directly by soil microclimate and indirectly by litter quality and the composition of the soil food web (Kardol et al., 2011). Previous studies have focused on the effect of global warming on soil microbes and the ecosystem processes they control, such as litter decomposition and nutrient cycling (Bardgett et al., 2008; Kardol et al., 2010). However, the effects of global warming on soil microarthropods received less attention (Hågvar and Klanderud, 2009). Hence, a better understanding of the effects of global warming on the community structure of soil microarthropods can help understand how soil ecosystems can react under future climatic conditions. Thus, the aim of this review is to provide an overview of recent investigations on the effects of global warming on litter decomposition and soil microarthropods.

The general pattern on decomposition

Decomposition is the process of physical, chemical and biological degradation of organic matter into simple organic and inorganic compounds (Swift et al., 1979). Decomposition decreases the mass of organic material after than the which is transformed to the material from dead organic matter to inorganic nutrients and carbon dioxide (CO₂). Decomposition results from three types of processes with different controls; leaching, fragmentation, and chemical alteration.

Leaching is a physical process in which mineral ions and small soluble compounds enter into the soil with water. Leaf-leached compounds from leaves contain sugars, amino acids, and fast-soluble substances. Leaching increases microbial activity and respiration during the high litterfall period (Chapin et al., 2002). Fragmentation involves both physical (i.e. freeze-thaw and dry-wetting) and biological (i.e. feeding activities of animals) processes and increases the amount of surface (Chapin et al., 2002). Soil arthropods also support this process by fragmentation large pieces into small enough to ingest (Bardgett, 2005). Chemical alteration processes mainly involves the enzymatic activities of microorganisms which use the chemical energy released during the decomposition of the organic matter (Ukonmaa-naho et al., 2008). As a result of decomposition, the elements in the organic form in the structure of organic compounds are converted to inorganic form through the breakdown of carbon chains (Chapin et al., 2002).

Effect of climate change on decomposition

Climate change due to global warming will have different effects on different ecosystem processes. The general opinion is that in the temperate zone, precipitation and soil moisture will decrease due to warming and will directly affect the litter decomposition. Furthermore, prolonged exposure to UV radiation has a negative effect on microbial communities and adversely affects litter decomposition (Pancotto et al., 2003). Santonja et al. (2015) found that the relationship between biodiversity and ecosystem functioning was strongly affected by the drier climate. Similarly, Almagro et al. (2015) reported that climate change increases photodegradation but reduces decomposition as a result of warming and rainfall reduction experiments. Conversely Austin and Vivanco (2006) state that dominant control on aboveground litter decomposition in the semi-arid steppe is photodegradation (Fig 1.). Huang and Li (2017) indicate that litter decomposed faster under sunlight than under UV block. Gallo et al. (2009) show that photochemical oxidation can supplement enzymatic oxidation and increase decomposition rates in New Mexico, USA. As a result, dominant control on the decomposition of organic matter in arid ecosystems is determined not only by soil moisture but also by photodegradation.

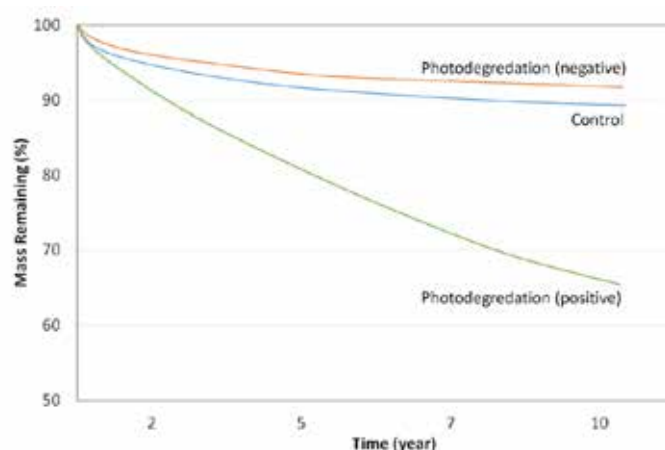


Figure 1. The effect of global warming on mass loss on the decomposition process in arid areas.

The effect of warming on the decomposition process on *Stipa* spp. can be negative in Spain (Almagro et al., 2015) or positive in Argentina (Austin and Vivanco, 2006).

Furthermore, the change in the litter quality due to climate change will directly affect the decomposition. Decomposition is negatively affected by lignin, cellulose, and lignin/N ratio and positively affected by the phenolic content of litter (Santonja et al., 2015). UV photodegradation influences decomposition depending on initial litter quality. Low lignin content litter was affected by stronger UV photodegradation than high initial lignin content litter (Huang and Li, 2017). The litter quality of the plant species or the change in the species in the area cannot be predicted due to the changing climate in the short-term.

One of the most important globally important accumulators of plant litter and soil organic carbon is the cold northern biomes. Global warming and related environmental changes will affect northern ecosystems. The increase of decomposition and associated CO₂ release because of global warming will change in the soil carbon pool in the polar region (IPCC, 2000). Experimental warming studies in cold northern biomes showed that warming increased rates of decomposition (Aerts, 2006). The increased UV radiation in the Arctic with global warming can change the litter quality of existing species (Aerts, 2006). This process will affect plant species differently than in arid and semi-arid ecosystems. As a result, decomposition will be altered by polar biomes not only by warming but also by changes in the litter quality and shifts in vegetation composition (Cornelissen et al., 2007). Controversy, in the studies carried out in the polar zone, it was stated that the short-term effect of warming on decomposition was not significant (Blok et al., 2016; Carbognani et al., 2014).

The general pattern on decomposer fauna

Soil fauna are organisms that inhabit the soil or depend most of their lives on the soil. In the classification of soil organisms, Swift et al. (1979) used the dimensional classification. Soil organisms classified by body size range from $<100\ \mu\text{m}$ body width for the microbes/microfauna, to mesofauna with body width between $100\ \mu\text{m}$ and $2\ \text{mm}$, macrofauna with body widths $>2\ \text{mm}$.

Microbes and microfauna

Soil microbes have body widths of $<100\ \mu\text{m}$ and are among the most abundant and diverse groups of soil organisms (Swift et al., 1979). Bacteria and fungi are the main microorganisms present in soils. Bacteria are single-celled prokaryotes and live in water films surrounding soil particles. Filamentous fungi live in the cavities in the soil (Coleman et al., 2004). The microfauna is a group consisting of Nematoda, Protozoa and Rotifera taxa which comprise soil animals with body widths $<100\ \mu\text{m}$ (Coleman et al., 2004). Nematodes are roundworms living in soil water films or plant roots. Feeding strategies vary and are therefore involved in every step of the food web. Protozoa are single-celled eukaryotes and are lives in water-filled soil pores. Microbes and microfauna contribute to ecosystem functions such as litter decomposition, carbon and nutrient cycles, and regulation of plant growth and primary production (Wall et al., 2012). Microfauna feeds on microbes and regulates the population of fungi and bacteria while they are the food source of mesofauna (De Deyn et al., 2003).

Mesofauna

Mesofauna are soil organisms with body widths between $100\ \mu\text{m}$ and $2\ \text{mm}$ (Swift et al., 1979). They are abundant in air-filled soil pores and litter layer. The most common taxa in the soil are Collembola and Acari (Cakir and Makineci, 2013). They contribute the decomposition and nutrient cycle either directly and indirectly. Mesofauna are present in each trophic level as herbivores, bacterivores, fungivores, and predators in the soil food web and contribute the food source of macrofauna and small vertebrates (Wall et al., 2012).

Macrofauna

Soil macrofauna has body widths $>2\ \text{mm}$ (Swift et al., 1979). Macrofauna consists of Insects, isopods, myriapods, spiders and includes soft-bodied biota such as annelids and gastropods. Diplopoda, Isopoda, and Gastropoda are important litter decomposer macrofauna. Chilopoda, Arachnida, and Carabidae are members of the soil and litter dwelling predators. The ants and earthworms, called "ecosystem engineers, affect the ecosystem functions by changing the physical, chemical and biological properties of their environment (Jones et al., 1994). Soil macrofauna contributes to ecosystem functions such as decomposition and nutrient cycling, soil structure, suppression of pests and diseases, regulation of another biota (Wall et al., 2012).

Effect of climate change on decomposer fauna

The best projection for CO_2 concentrations indicates that the average surface temperature will increase by at least $1.5\ ^\circ\text{C}$ and may exceed $2.0\ ^\circ\text{C}$ by 2100. The soil fauna is well adapted to high CO_2 conditions because it lives in an environment with higher concentrations of CO_2 (0.04%) than observed in the atmosphere ($0.3\% - 3\%$) (Post et al., 2009). Soil temperature is not evenly distributed throughout the world. A similar difference will be seen in future climate scenarios. Warming will directly affect soil fauna, but the effect size will change with soil water content and vegetation. Result of their warming experiment Wu et al. (2014) found that Collembola and mites were slightly negative but insignificant effects on the abundance of mites (-14.6%) and Collembola (-11.7%). However, belowground fauna will be less affected by global warming compared to aboveground soil fauna, because the buffering effect of soil, soil moisture and vegetation will reduce this effect (Nielsen, 2019). Similarly, Bokhorst et al. (2008) found that warming had no effect on the diversity and abundance of microarthropods in the Falkland Islands. However, the response of soil microarthropods to climate change may have profound effects on ecosystem functions.

Soil microarthropods remain active under the snow and this activity is related to soil temperatures and hence the snow thickness (Addington and Seastedt, 1999). Soil fauna in cold biomes will react quick-

ly as global warming. Global warming may cause an increase in soil temperature and soil moisture, therefore the soil fauna can migrate to empty niches in high areas (Nielsen, 2019). Further, temperature-driven migration of the large decomposers to high latitude sites may significantly increase decomposition rates and ecosystem processes. However, we do not know how the changes in the structure of the soil community will result from global warming, because there is a lack of data on the ability of species to dispersal (Aerts, 2006).

The increase in slow-growing plant species may have adversely affect ecosystem processes and some soil organisms. Climate not only has a direct impact on litter decomposition rates but can also have indirect effects on changes in litter chemistry. Thus, it will also have a direct impact on soil fauna. However, global warming may also have an impact on the species composition of the vegetation. This can change litter production, litter quality, and litter decomposition.

CONCLUSION

Decomposition is the most important element in terrestrial ecosystems but still not known how it will change plant traits and processes during global warming. The decomposition process in arid areas will be affected positively or negatively by global warming due to soil moisture and photodegradation. Soil moisture will increase in the first stage of accelerated climate change in cold biomes and thus both the decomposition process and arthropod communities will be affected positively affected. In addition, more light should be shed into underground "darkness" to assess the ecological significance of warming-induced soil fauna community changes for litter decomposition processes in cold biomes. But we do not know how the chemical structure of the plant litter and the community structure of the decomposer communities will change due to warming. Finally, climate change may have a strong impact on the regional carbon budget but may not on a global scale.

REFERENCES

- Addington, R., Seastedt, T., 1999. Activity of soil microarthropods beneath snowpack in alpine tundra and subalpine forest. *Pedobiologia* 43: 47-53.
- Aerts, R., 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*: 439-449.
- Aerts, R., 2006. The freezer defrosting: global warming and litter decomposition rates in cold biomes. *Journal of Ecology* 94: 713-724.
- Almagro, M., Maestre, F.T., Martínez-López, J., Valencia, E., Rey, A., 2015. Climate change may reduce litter decomposition while enhancing the contribution of photodegradation in dry perennial Mediterranean grasslands. *Soil Biology and Biochemistry* 90: 214-223.
- Almagro, M., Martínez-López, J., Maestre, F.T., Rey, A., 2017. The contribution of photodegradation to litter decomposition in semiarid Mediterranean grasslands depends on its interaction with local humidity conditions, litter quality and position. *Ecosystems* 20: 527-542.
- Austin, A.T., Vivanco, L., 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature* 442: 555-558.
- Bardgett, R.D., 2005. *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press, Oxford: UK.
- Bardgett, R.D., Freeman, C., Ostle, N.J., 2008. Microbial contributions to climate change through carbon cycle feedbacks. *ISME J* 2: 805.
- Berg, B., McClaugherty, C., 2014. *Plant litter, Decomposition, humus formation, carbon sequestration.*, Third Edition ed. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.
- Blok, D., Elberling, B., Michelsen, A., 2016. Initial stages of tundra shrub litter decomposition may be accelerated by deeper winter snow but slowed down by spring warming. *Ecosystems* 19: 155-169.

- Bokhorst, S., Huiskes, A., Convey, P., Van Bodegom, P., Aerts, R., 2008. Climate change effects on soil arthropod communities from the Falkland Islands and the Maritime Antarctic. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 1547-1556.
- Cakir, M., Makineci, E., 2013. Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation. *Environmental monitoring and assessment* 185: 8943-8955.
- Carbognani, M., Petraglia, A., Tomaselli, M., 2014. Warming effects and plant trait control on the early-decomposition in alpine snowbeds. *Plant and Soil* 376: 277-290.
- Chapin, F.S., Matson, P.A., Mooney, H.A., 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer: New York.
- Cole, L., Bradford, M.A., Shaw, P.J.A., Bardgett, R.D., 2006. The abundance, richness and functional role of soil meso-and macrofauna in temperate grassland—A case study. *Applied Soil Ecology* 33: 186-198.
- Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004. *Fundamentals of soil ecology*. Academic press: USA.
- Cornelissen, J.H., Van Bodegom, P.M., Aerts, R., Callaghan, T.V., Van Logtestijn, R.S., Alatalo, J., Stuart Chapin, F., Gerdol, R., Gudmundsson, J., Gwynn-Jones, D., 2007. Global negative vegetation feedback to climate warming responses of leaf litter decomposition rates in cold biomes. *Ecology letters* 10: 619-627.
- De Deyn, G.B., Raaijmakers, C.E., Zoomer, H.R., Berg, M.P., de Ruiter, P.C., Verhoef, H.A., Bezemer, T.M., van der Putten, W.H., 2003. Soil invertebrate fauna enhances grassland succession and diversity. *Nature* 422: 711-713.
- Gallo, M.E., Porras-Alfaro, A., Odenbach, K.J., Sinsabaugh, R.L., 2009. Photoacceleration of plant litter decomposition in an arid environment. *Soil Biology Biochemistry* 41: 1433-1441.
- García-Palacios, P., Maestre, F.T., Kattge, J., Wall, D.H., 2013. Climate and litter quality differentially modulate the effects of soil fauna on litter decomposition across biomes. *Ecology letters* 16: 1045-1053.
- Hågvar, S., Klanderud, K., 2009. Effect of simulated environmental change on alpine soil arthropods. *J Global Change Biology* 15: 2972-2980.
- Huang, G., Li, Y., 2017. Photodegradation effects are related to precipitation amount, precipitation frequency and litter traits in a desert ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry* 115: 383-392.
- IPCC, 2000. Special report on land use, land-use change, and forestry, in: RT, W., IR, N., B, B., NH, R., DJ, V., DJ, D. (Eds.), *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*: 373-386.
- Kardol, P., Cregger, M.A., Campany, C.E., Classen, A.T., 2010. Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects. *Ecology* 91: 767-781.
- Kardol, P., Reynolds, W.N., Norby, R.J., Classen, A.T., 2011. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Applied Soil Ecology* 47: 37-44.
- Nielsen, U.N., 2019. *Soil fauna assemblages global to local scale*. Cambridge University Press U.K.
- Osman, K.T., 2013. *Forest Soils: Properties and Management*. Springer: Switzerland.
- Pancotto, V.A., Sala, O.E., Cabello, M., López, N.I., Matthew Robson, T., Ballaré, C.L., Caldwell, M.M., Scopel, A.L., 2003. Solar UV-B decreases decomposition in herbaceous plant litter in Tierra del Fuego, Argentina: potential role of an altered decomposer community. *Global Change Biology* 9: 1465-1474.

- Post, E., Forchhammer, M.C., Bret-Harte, M.S., Callaghan, T.V., Christensen, T.R., Elberling, B., Fox, A.D., Gilg, O., Hik, D.S., Høye, T.T., 2009. Ecological dynamics across the Arctic associated with recent climate change. *Science* 325: 1355-1358.
- Santonja, M., Fernandez, C., Gauquelin, T., Baldy, V., 2015. Climate change effects on litter decomposition: intensive drought leads to a strong decrease of litter mixture interactions. *Plant and Soil* 393: 69-82.
- Swift, M.J., Heal, W., Anderson, J.M., 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. University of California Press: Berkeley.
- Ukonmaanaho, L., Merilä, P., Nöjd, P., Nieminen, T.M., 2008. Litterfall production and nutrient return to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland. *Boreal environment research* 13.
- Wall, D.H., Bardgett, R.D., Behan-Pelletier, V., Herrick, J.E., Jones, T.H., Ritz, K., Six, J., 2012. *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford University Press.
- Wu, T., Su, F., Han, H., Du, Y., Yu, C., Wan, S., 2014. Responses of soil microarthropods to warming and increased precipitation in a semiarid temperate steppe. *Applied Soil Ecology* 84: 200-207.



Session Chair: Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR • Co-Chair: Erhan KURBAN

CHAPTER FOUR



The Paris Agreement as a New Hope for The Forest Law: The Case of Turkey

¹Üstüner BİRBEN, ²Gökçe GENÇAY

1. Faculty of Forestry, Çankırı Karatekin University, Bademlik, 18200, Çankırı, Turkey (Corresponding Author)
2. Faculty of Forestry, Bartın University, Ağdacı, 74110, Bartın, Turkey

Abstract

As a concrete reflection of common sense, international law has global implications in many areas. Climate change is not separate from this issue as well. Thus, international law on climate change has regional, national and local impacts. Turkey is presently a signatory to the Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change. The objective of this study is to analyze how and in which extent the Paris Agreement could affect and ultimately lead to the changes in the Turkish forestry legislation. The analysis is based on a unique dataset of forestry legislation related climate change for the period 1937–2018, and is to get insight into how climate change is addressed at a national level. The results show that the implementation of legal principles and the legislation capabilities are mediated by the related institutional structures on

the historical dynamics of continuity and change. In addition to that the Paris Agreement could play a key role in the development and transformation of Turkey's forestry legislation, and the changes in forestry legislation introduced in 2011 are positively reflecting and affecting that trend since Turkey's accession to the Kyoto Protocol in 2009. With the such binding measures that accord with international law, there is a big chance that forestry legislation in Turkey will be successful in the sense of sustainable forest management and climate change mitigation.

Keywords: forests, institutions, law, sustainability

Özet

Ortak aklın somut bir yansıması olarak uluslararası hukuk, birçok alanda küresel ölçekte etkilere sahiptir. İklim değişikliği de bundan bağımsız değildir. Böylece, iklim değişikliği ile ilgili de uluslararası hukukun bölgesel, ulusal ve yerel etkileri vardır. Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne istinaden Paris Anlaşması'na imza atmış durumdadır. Bu çalışmanın amacı Türk orman mevzuatındaki Anayasal ve yasal düzenlemelerin Paris anlaşması hükümlerinin ne şekilde etkileyeceği ve en nihayetinde ne tür değişikliklere neden olabileceğini incelemektedir. Bu analiz 1937-2018 yılları arasında iklim değişikliği ile ilgili olan düzenlemeler temelindedir ve ulusal ölçekte iklim değişikliğinin bu düzenlemelerinhalihazır durumu hakkında bilgi edinmeyi amaçlamaktadır. Bu analiz sonucunda, yasal hükümlerin uygulanması ve mevzuat kapasitesinin süreklilik

ve değişimin tarihsel dinamikleri üzerindeki ilgili kurumsal yapılara aracılık ettiğini göstermektedir. Buna ek olarak Paris Anlaşması, Türk orman mevzuatının geliştirilmesi ve dönüşümü için anahtar role sahip olabilir ve 2011 yılında uygulamaya konan ormancılık mevzuatındaki değişiklikler, Türkiye'nin 2009'da Kyoto Protokolü'ne katılımından bu yana bu eğilimi olumlu yönde yansıtmakta ve etkilemektedir. Uluslararası hukuka uygun bağlayıcı önlemler ile Türkiye sürdürülebilir orman yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadele anlamında başarılı olması ihtimali yüksektir.

Anahtar kelimeler: Ormanlar, kurumsallık, hukuk, sürdürülebilirlik

GİRİŞ

İklim değişikliği, günümüzde gerek ulusal ve gerekse uluslararası ölçekte öneme sahip konu başlıklarından birtanesidir (Topçu, 2014). Sera gazı emisyonlarının bugünkü seviyede veya daha da yükselerek artması durumunda, mevcut küresel ısınmanın ve en nihayetinde iklim sistemlerinde yirmibirinci yüzyılda yirminci yüzyıla kıyasen daha fazla değişime neden olacağı öngörülmektedir (Türkeş, 2008). Bilim çevrelerince nedenleri ve sonuçları açısından belirgin bir şekilde açıklığa kavuşturulan küresel ısınma ve iklim değişikliği süreci, sorunun çözümüne yönelik çabalar söz konusu olduğunda toplumsal ortak anlayış ve desteğe gereksinim duymaktadır (Doğan ve Tüzer, 2011). Bu noktada 1972 yılında Stockholm'de düzenlenen Uluslararası İnsan Çevresi Konferansı, sınırı aşan etkileri ve nitelikleri dolayısıyla çevre sorunlarının çözümünde uluslararası işbirliğinin gerekli olduğunun vurgulanması açısından önemli bir dönüm noktasıdır (Gündoğan ve Ark., 2015). Bu ortak anlayış ve arayış, somut anlamda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı (COP), Kyoto Protokolü (KP), Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelleri (IPCC) ve Avrupa İklim Değişikliği Programı (ECCP) gibi önemli süreçlerin temelinde yer almaktadır (Batan ve Toprak, 2015). Bu noktada vurgulanması gereken önemli bir husus da bilim camiasının 300 yıldan daha fazla bir süredir bu konu üzerinde çalışmasına karşın, uluslararası boyutta elde edilen ilerlemenin son 25-30 yıllık dönemde yoğunlaşıyor olmasıdır (Gündoğan ve Ark., 2015). 20. yüzyılın ortalarına kadar genellikle meteorologların ilgilendiği bir konu başlığı olan iklim değişikliği, 1970'lerde kalkınma ve ekonomi temelli bir sonuç olarak gündeme gelmeye başlamış, 1980'lerden itibaren artık sorunun ne olduğundan çok sorunun çözümüne odaklanan ve küresel ölçekte en önemli konu başlıklarından biri haline gelmiştir (Engin, 2010). Bunda, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin, birçok ekosistemi, barındırdığı bitki ve hayvan popülasyonları açısından gerek niteliksel ve gerekse niceliksel anlamda değişime uğratacağı tahmininden ileri gelmektedir (Kanat ve Keskin, 2018). Konu açısından, 1997 tarihli Kyoto Protokolü önemli bir dönüm noktası olup, ülkelerin gelişmiş veya gelişmekte olan ülke olmasına göre bağlayıcı emisyon azaltım yükümlülüklerini beraberinde getirmekte ve tarafları iklim adaletine yönelten farklılaştırılmış sorumluluklar yüklemektedir (Kaya, 2017). Protokol, Paris Anlaşmasına kadar iklim değişikliği ile ilgili bağlayıcılığı olan ilk ve tek uluslararası anlaşma olması yönüyle de ayrı bir öneme sahiptir (Engin, 2010). Protokolün 2012 yılında birinci taahhüt döneminin sona ermiş olması, 2012 sonrası ikinci taahhüt döneminin de 2020'de sona erecek olması, yeni arayışları da beraberinde getirmiştir. Ekonomik kalkınma ve gelişme çabası içerisindeki ülkelerin durumunu da dikkate alan, daha kapsamlı ve ortak hedeflere yönelmiş uluslararası bir düzenleme küresel ölçekte gündemi meşgul etmiştir (Doğan ve Tüzer, 2011). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin konu üzerindeki uyuşmazlıklarının büyük bir kısmının Paris İklim Zirvesinde çözüme kavuşturulması üzerine, 12 Aralık 2015 tarihinde tüm tarafların kabulü ile Paris Anlaşması hayatiyet kazanmıştır (Karakaya, 2016). 4 Kasım 2016'da yürürlüğe giren Paris Anlaşması, şuana kadar anlaşmaya taraf 197 ülkenin 187'si tarafından onaylanmış ve küresel iklim çabasında yeni bir rota çizmiştir (UNFCCC, 2019).

Bilindiği üzere iklim değişikliğinin azaltılmasından ormanların rolü ve önemi oldukça büyüktür. Bu nedenle bu çalışmada Paris Anlaşmasının özellikle orman hakkında içerdiği hükümler ve iklim değişikliğinin azaltılması için dikkat edilecek hususlar ormanlar çerçevesinde değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, mülga ve yürürlükteki ormancılık ile ilgili yasal düzenlemelerin iklim değişikliği ile ilgili olduğu düşünülen hükümleri ekseninde gerçekleştirilmiştir. Ormancılık mevzuatı 1937-2018 dönemi için incelenmiş ve iklim değişikliği ile ilgili olduğu tespit edilen hükümler tablolastırılarak verilmiştir. Çalışmada, mülga kanun ve kanun hükmünde kararnamelere yer verilmesi, konunun sadece güncel mevzuat kaynaklı bir sorun olmadığının açıklığa kavuşturulması ve anlaşılması açısından önemli görülmüştür. Mevzuat incelemesinde, Paris Anlaşmasının ana amaç ve hedefleri dikkate alındığında yedi başlıkta kriterler belirlenmiştir: Ormanların korunması ve geliştirilmesi; sürdürülebilir orman yönetimi; envanter, raporlama ve planlama; teşvik ve finansal destek; teknoloji geliştirme ve transfer; ulusal ve uluslararası işbirliği; toplumsal farkındalık, eğitim ve katılımçılık.

BULGULAR

Anayasal Düzenlemeler

Cumhuriyet dönemi dikkate alındığında 1924, 1961 ve 1982 Anayasalarındaki hükümler incelenmiş ve bu anayasalardaki mevcut hükümler Paris Anlaşması'ndan hareketle belirlenen 7 kritere göre değerlendirildiğinde Tablo 1'deki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 1. Anayasal düzenlemelerde Paris Anlaşması ile ilgili hükümler

Kriter	1924 Anayasası	1961 Anayasası	1982 Anayasası
Ormanların korunması ve geliştirilmesi	Madde 24	Madde 131	Madde 169
Sürdürülebilir orman yönetimi	İlgili hüküm yok	Madde 131	Madde 169
Envanter, raporlama ve planlama	İlgili hüküm yok	Madde 41, 129	Madde 166
Teşvik ve finansal destek	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	Madde 63
Teknoloji geliştirme ve transfer	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok
Ulusal ve uluslararası işbirliği	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	Madde 56, 170
Toplumsal farkındalık, eğitim ve katılım	İlgili hüküm yok	Madde 131	Madde 170

Tablo 1'den de anlaşılacağı üzere anayasalar içerisinde 1924 Anayasası eski ve kurucu bir anayasa olması dolayısı ile içerdiği hükümler, ormanlar ve iklim değişikliği noktasında oldukça yetersiz kalmaktadır. 1961 Anayasası, ormanların korunması ve geliştirilmesi; sürdürülebilir orman yönetimi; envanter, raporlama ve planlama; toplumsal farkındalık, eğitim ve katılım noktasında hükümler içermektedir. 1982 Anayasası ise yakın tarihli olması nedeniyle teknoloji geliştirme ve transferi kriteri haricinde hemen hemen tüm kriterleri sağlar niteliktedir.

Yasal Düzenlemeler

Bu başlık altında konuyla ilgili yasal düzenlemeler: 3116 ve 6831 sayılı Orman Kanunu, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, 4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu, 645 sayılı Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, Tarım ve Orman Bakanlığı ile ilgili 1 Numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, 3234 sayılı Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, 2872 sayılı Çevre Kanunu ve son olarak 4342 sayılı Mera Kanunu orman mevzuatının ana çerçevesi olarak ele alınmıştır. Sayılan bu yasal düzenlemeler içerdikleri hükümler açısından ormanların korunması ve geliştirilmesi, sürdürülebilir orman yönetimi, envanter, raporlama ve planlama, teşvik ve finansal destek, teknoloji geliştirme ve transfer, ulusal ve uluslararası işbirliği, toplumsal farkındalık, eğitim ve katılım kriterleri ışığında analiz edilmiş ve Tablo 2'deki bulgular elde edilmiştir. Tabloda sayfa kısıtından dolayı ilgili hükümlerin sadece madde numaraları verilmekle yetinilmiştir.

Yasal açıdan yapılan incelemede, mevzuat yokluğu veya eksikliğinden ziyade, birçok hükmün mevzuatta dağınık halde bulunması, bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle, halen yürürlükteki 6831 sayılı Orman Kanunu'nun Anlaşmanın amaç ve hedefleriyle oldukça uyumlu olduğu ve belirlenen kriterleri büyük oranda sağladığı anlaşılmaktadır. Mevzuat açısından yetersiz düzenlemelerin başında ise 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu gelmektedir. En yetersiz düzenleme ise 4342 sayılı Mera Kanunu olduğu tespit edilmiştir. Genel anlamda en başarılı kriterin ise ormanların korunması ve geliştirilmesi olduğu söylenebilir. Seçilen tüm kanunlarda bu konuda olumlu bir düzenleme olması Paris anlaşmasının önemli gereklerinden biri olan ormansızlaşmanın önüne geçilmesi ve orman alanlarının artırılması bakımından önemlidir. En az düzenlemenin olduğu kriterin ise teknoloji geliştirme ve transfer açısından olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin değerlendirilen kanunların eski olması ve bu konularda

henüz güncellenmemiş olmasına bağlanabilir. Bunların haricinde toplumsal farkındalık, eğitim ve katılım kriteri açısından da ulusal kanunların iyi düzeyde hüküm içerdiği söylenebilmektedir. Toplumun bu konuda bilinçli olması yasal ve idari düzenlemelerin uygulanması açısından oldukça önemlidir.

Tablo 2. Yasal düzenlemelerde Paris Anlaşması ile ilgili hükümler

	Ormanların korunması ve geliştirilmesi	Sürdürülebilir orman yönetimi	Envanter, raporlama ve planlama	Teşvik ve finansal destek	Teknoloji geliştirme ve transfer	Ulusal ve uluslararası işbirliği	Toplumsal farkındalık, eğitim ve katılım
3116 sayılı Orman Kanunu	Madde No: 14, 23, 43, 88, 103, 125	Kanunun 6. Bölümü ormanların işletilmesi ve amenajmanı başlığını taşır	Madde No: 21, 31	Madde No: 69, 90	İlgili hüküm yok	Madde No: 89, 116	Madde No: 89, 116
6831 sayılı Orman Kanunu	Maddde No: 14,26,57, 91, 68, 69, 75	Madde No: 6, 26	Madde No: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 26	Madde No: 59, 63, 69	Madde No: Ek madde 9	Madde No: 81	Madde No: 62
2873 sayılı Milli Parklar Kanunu	Madde No: 13	Madde No: 13	Madde No: 3/2	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	Madde No: 16/2	Madde No: 16/2
4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu	Madde No: 1	Madde No: 7	Madde No: 2	Kanunun 5. Bölüm başlığı Eğitim, Tanıtım ve Ödüllendirme	İlgili hüküm yok	Madde No: 4	Madde No: 4/d, 11
645 sayılı Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname	Madde No: 2	Madde No: 2/a,b	Madde No: 2/b	Madde No: 7/1: (a)	Madde No: 16	Madde No: 2/d, 8/d	Madde No: 7/c
Tarım ve Orman Bakanlığı ile ilgili 1 Numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi	Madde No: 410-(1)	Madde No: 410-(1)	Madde No: 410-(d)	İlgili hüküm yok	Madde No: 412-(1)	Madde No: 412-(1)/h	Madde No: 410 1 (f)
3234 sayılı Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun	Madde No: 2, 7, 11	Madde No: 2 (a)	Madde No: 2 (ç), 8, 9 (b)	Madde No: 2 (f), 11 (b), 14 (d)	Madde No: 7(b), 22(b)	Madde No: 2	Madde No: 2
2872 sayılı Çevre Kanunu	Madde No: 3/j ve 9	Madde No: 3/c	Madde No: 3/h	Madde No: 3/h	Madde No: 3/f	Madde No: 3/b	Madde No: 3/e
4342 sayılı Mera Kanunu	Madde No: 14 (d)	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok	İlgili hüküm yok

TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye, Paris Anlaşmasını imzalamış ancak halihazırda bir kanun ile iç hukukuna almamıştır. Tıpkı Kyoto Protokolündeki gibi Türkiye'nin gelişmiş ülke kategorisinden gelişmekte olan ülke kategorisine alınması beklenmektedir. Paris Anlaşmasının gelişmiş ülkelere yükleyeceği sorumluluklar daha fazla iken gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliği ile mücadelede yeşil fondan destek sağlanacaktır. Türkiye'nin hedeflerine ulaşmak için bu fondan sağlanacak olan finansal, teknoloji transferi ve kapasite geliştirme desteğine ihtiyacı olduğu (Çakmak ve ark. 2017), gelişmiş ülkelere yüklenen sorumlulukları yerine getirmede zorlanacağı düşünülmektedir.

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Paris Anlaşmasının amaç ve hedefleri açısından Türk orman mevzuatı ana çerçevede başarılı olarak nitelenebilir. Öyle ki, 1937 tarih ve 3116 sayılı mülga Orman Kanunu'nda dahi anlaşmanın amaç ve hedefleriyle uyumlu, belirlenen kriterleri karşılayabilecek hükümler yer almaktadır. Teknoloji geliştirme ve transfer kriteri Türk orman mevzuatının geliştirilmesi gereken yönlerinden bir tanesidir. Yapılacak yeni düzenlemelerde bu konuya ağırlık verilmesi, uluslararası süreçlere uyum açısından da önemlidir. Cumhurbaşkanlığı Kararnameleri yeni dönemde en önemli hukuki araçlardan birisi olacaktır. Yasal süreçleri hızlandırması bakımından ormancılık mevzuatının hızlı bir şekilde güncellenmesi açısından Kararnamelerin etkin kullanımının önemli avantajlar sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Batan, M., Toprak, Z. 2015. Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu Etkileri ve Bu Etkilerin İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 6:(2) 93-102.
- Çakmak, E.G., Doğan, T., Hilmioğlu, B. 2017. İklim Değişikliği Sürecinde Paris Anlaşması'nın Rolü ve Türkiye'nin Konumu. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu. 1-3 Kasım 2017-Antalya
- Doğan, S., Tüzer, M. 2011. Küresel İklim Değişikliği ile Mücadele: Genel Yaklaşımlar ve Uluslararası Çabalar. Istanbul Journal of Sociological Studies, (44) 157-194.
- Engin, B. 2012. İklim Değişikliği ile Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin Önemi. Sosyal Bilimler Dergisi, (2) 71-82.
- Gündoğan, A., C., Baş, D., Sayman, R., Ü. 2015. A'dan Z'ye İklim Değişikliği, Başucu Rehberi, Bölgesel Çevre Merkezi-REC Türkiye, s:228, ISBN: 978-975-6180-43-3.
- Kanat, Z., Keskin, A. 2018. İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49:(1) 67-77. DOI: 10.17097/ataunizfd.343085
- Karakaya, E. 2016. Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3:(1) 1-12.
- Kaya, Y. 2017. Paris Anlaşmasını İklim Adaleti Perspektifinden Değerlendirmek. Uluslararası İlişkiler Dergisi, 14:(54) 87-106. DOI:10.33458/uidergisi.513231.
- Topçu, F., H. 2014. İklim Değişikliği: Ortak Beklentiler ve Farklılaşan Çıkarlar. Mülkiye Dergisi, 32:(259) 159-190.
- Türkeş, M. 2008. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. İklim Değişikliği ve Çevre , 1:(1)26-37.
- UNFCCC, 2019. Paris Agreement - Status of Ratification, <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>, (Erişim tarihi, 10 Kasım 2019).



Mount Ida, Gold Mining and Media Reflections in the Context of Climate Change

¹Prof. Dr. Cantürk GÜMÜŞ, ²Prof. Dr. Altay Uğur GÜL

1. Faculty of Forestry, Blacksea Technical University, Trabzon, Turkey

2. School of Tobacco Expertise, Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey

Abstract

In 2006, MTA Northwest Anatolia Regional Directorate announced that there is a gold mine in Kazdağları. This news declared that gold mining would start in the Kaz Mountains and that there would be tough struggles between nature and mining companies. In July 2019, the Canadian-based gold mining company cut about 195,000 trees and started mining in the village of Kirazlı, located 30 km from Çanakkale's center, in the same water basin as the only water source of the city, Atikhisar Dam. Upon this, the people of the region living in Kirazlı village of Çanakkale, where a gold mine will be established and a tree massacre was carried out, started to watch. Reactions grew; the people of the environment, many artists, journalists, politicians, academicians, associations, foundations took action to stop these mining activities. Fazıl Say gave a concert in the mining area in order to support the actions taken to protect the Kaz Mountains and said "we have to keep it alive". All these events took place at different levels and intensity in the media. İlber Ortaylı said, "These lands, these forests, these

mountains are ours. Everyone should dig their own country" and thus reacted. Hanife Dörtbaşı, 73 years old, explained why she opposed the mine with these words: "We are here to protect our rights, independence, and our republic, which Atatürk founded and left to us immaculately. We fight for it, we don't want mine". İDA Solidarity Association President Ekrem Akgül said that there is no place to remain. There's a huge massacre. Thousands of people feed on these mountains. Kaz Mountains are the future of Çanakkale. We will protect our mountains, we will continue to struggle. The Foresters' Association of Turkey (TOD) told the media together with İzmir Branch of Chamber of Forest Engineers, and Agriculture and Forestry Workers' Union: "Take your hand off the world heritage Kaz Mountains!". In this paper, some news and articles published in the media against the Kaz Mountains Gold Mining activities in July-August 2019 period were compiled and evaluated in the context of climate change.

Keywords: Gold Mining, İda Mountains, Media

Kaz Dağı, Altın Madenciliği ve İklim Değişikliği Bağlamında Medyadaki Yansımalar

¹Prof. Dr. Cantürk GÜMÜŞ, ²Prof. Dr. Altay Uğur GÜL

1. Faculty of Forestry, Blacksea Technical University, Trabzon, Turkey

2. School of Tobacco Expertise, Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey

Özet

2006 yılında, MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Kaz dağlarında altın madeni bulunduğunu duyurdu. Bu haber, Kaz dağlarında altın madenciliğinin başlayacağını, doğa ile maden firmaları arasında zorlu mücadelelerin yaşanacağını ilan ediyordu. Yıllar hızla aktı, Temmuz 2019'da Çanakkale merkeze 30 km uzaklıkta olan, kentin tek su kaynağı Atikhisar Barajı ile aynı su havzasında bulunan Kirazlı köyünde, Kanada merkezli altın madeni şirketi, yaklaşık 195 bin ağacı kesti ve madencilik faaliyetine başladı. Bunun üzerine altın madeni kurulmak istenen ve ağaç kıyımı yapılan Çanakkale'nin Kirazlı köyünde bölge halkı nöbet tutmaya başladı. Tepkiler büyüdü, çevre halkı, birçok sanatçı, gazeteci, siyasetçi, akademisyen, dernek, vakıf bu madencilik faaliyetlerini durdurmak için harekete geçti. Fazıl Say, Kaz dağlarını korumak için yapılan gösterilere destek vermek amacıyla maden alanında bir konser verdi ve "Yaşatmaktan yana olmalıyız" dedi. Tüm bu olaylar; medyada değişik düzeylerde ve yoğunlukta yer aldı. İlber Ortaylı, "Bu topraklar, bu ormanlar, bu dağlar bizim. Herkes kendi ülkesini

kazsın" biçiminde tepkisini dile getirdi. 73 yaşındaki Hanife Dörtbaşı da, madene neden karşı çıktığını şu sözlerle anlattı: "Haklarımızı, istiklalimizi, Atatürk'ün kurduğu ve bize tertemiz bıraktığı cumhuriyeti korumak için buradayız. Bunun mücadelesini veriyoruz, maden istemiyoruz." İDA Dayanışma Derneği Başkanı Ekrem Akgül "Oyulmadık, deşilmedik hiçbir yer kalmaz. Büyük bir katliam var. Binlerce insan bu dağlardan besleniyor. Kaz dağları Çanakkale'nin geleceğidir. Dağlarımıza sahip çıkacağız, mücadeleye devam edeceğiz" ifadeleri ile düşüncelerini açıkladı. Türkiye Ormancılar Derneği de, TMMOB Orman Mühendisleri Odası İzmir Şubesi ve Tarım Orman İş Sendikası ile birlikte "Dünya mirası Kaz Dağlarından elinizi çekin!" basın açıklamasında bulundu. İşte bu bildiride, Temmuz-Ağustos 2019 döneminde Kaz Dağları Altın Madenciliği faaliyetlerine karşı bazı medyada çıkan haber ve yazılar derlenmiş ve iklim değişikliği bağlamında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Altın Madenciliği, Kaz Dağları, Medya

GİRİŞ

Ormanlar bünyesinde sakladığı varlık değerleri ile tüm canlılar için vazgeçilmez özellikler taşırlar. Kaz dağları, barındırdığı tarihsel, kültürel, ekolojik ve ekonomik değerleri nedeniyle, yeryüzünün en özgün yaşam alanlarının başında gelmektedir. Yörede bulunan ormanlar, bölgede yaşayan yaklaşık bir buçuk milyon insanın, çok çeşitli bitki türlerinin, yaban hayatının, meraların, tarım alanlarının ve en önemlisi su kaynaklarının sigortası konumundadır (TOD et.al., 2019).

Altın, çok eski çağlardan bu yana pek çok endüstri dalında yaygın kullanılır, bu nedenle en gözde metallerden birisi olmuştur. Dünya toplam işletilebilir altın rezervi 56.000 ton olduğu, Türkiye'nin altın potansiyelinin 6.000-7.000 ton olduğu tahmin edilmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019). Ancak; Altın Çalışma Grubu üyesi Öngür'e (2008) göre Türkiye'nin 6.500 ton altın rezervi yoktur; 600-700 ton dolayındadır ve bu açıdan dünyada ikinci durumda değildir, sonlardadır.

Hürriyet gazetesi internet sayfasında 9.11.2006 tarihinde "Kaz dağlarında altın madeni bulundu" başlığı ile verilen haberde Kaz dağlarında altın rezervi tespit edildiğini bildirmiştir. Ayvacık Belediye Başkanı Ünal ŞAHİN "Ayvacık bölgesinde bulunan bu altın rezervinin ekonomik açıdan önemli olduğunu, ancak altın rezervinin, çevreye zarar verilmeden kullanılmasını istediklerini, siyanür kullanılmasına karşı olduklarını" ifade etmiş (Hürriyet, 2006), bir anlamda altın madenciliğinin çevreye zarar vereceğinden endişe ettiğini belirtmiştir.

Radikal gazetesi internet sitesinde 3.11.2007 tarihinde çıkan bir haberde, Kaz dağlarındaki altın madeni rezervlerini tespit eden Prof. Dr. Orhan Atan'ın "Kaz dağları çok zengin altın, çinko, kurşun ve bakır madenleri yataklarına sahiptir; bir tonda 7 gram altın bulunmaktadır. Ancak; işletilmesi sıkı devlet kontrolü altında yapılmalıdır; siyanür sızdırmaz dev çukurlarda depolanmalıdır, aksi halde inanılmaz tahribatlar ve çevre felaketi yaratabilir" görüşü yayınlanmıştır (Anter, 2007).

Milliyet gazetesi internet sitesinde 19.8.2011 tarihinde çıkan "Profesörden Kaz Dağları için ürküten rapor" başlıklı haberde, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Kenan Kaynaş'ın "Kaz dağlarındaki yaşamın altın çıkarmaktan daha önemli olduğunu; Çanakkale ve Balıkesir illerinde tarımın Kaz dağları ile hayat bulduğu; tarımsal üretimlerin ekonomiye katkısının 4 milyar 750 milyon dolar, hayvansal üretimin ise ekonomiye katkısının ise 2 milyar 750 milyon dolar olduğunu" ifade ettiğini belirtmiştir (Gezen ve Küçükkuru, 2011).

22 Aralık 2012 tarihinde Hekimcebakış web sitesinde yayınlanan Bakar'a ait makalede (2012), Çanakkale'de bulunan yerel kuruluşların, Çanakkale Çevre Platformu'nun öncülüğünde altın madenciliği konusunda karşı duruş sergilediği, 5.6.2012 tarihinde "Etili Mitingi"nde "Ormanlık alanlar yok olacak, asit maden drenajına bağlı yer üstü, yer altı suları ve toprak kirlenecek, madencilik sırasındaki faaliyetlere bağlı gürültü ve toz yakın köyleri etkileyecektir" görüşü açıklanmıştır.

2.11.2015 tarihli YeşilGazete internet sitesinde çıkan "Kaz Dağları köylerinden tek ses: Altın madenine karşıyız!" haberi (Dermenci, 2012) ile 3.11.2015 tarihli Gazetedeğişim internet sitesinde çıkan "Çanakkaleliler Kaz dağlarında altın madeni istemiyor" haberi ise doğa/orman katliamının başlayacağını, Kaz dağlarının büyük tehdit altında olduğunu haber vermiştir.

Bu tehdit, Temmuz 2019'da gerçekleşmiştir; Kaz dağları eteklerinde, Kirazlı-Balaban tepesindeki orman katliamı basının gündemine gelmiştir. İşte bu bildiride, Temmuz-Ağustos 2019 döneminde Kaz dağları altın madenciliği faaliyetlerine karşı bazı medyada çıkan haber ve yazılar derlenmiş ve iklim değişikliği bağlamında değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu amaçla, Kaz dağlarındaki altın madenciliği ile ilgili olarak bazı medyada çıkan haberler, günlük olarak taranmış, haber içeriğinde geçen fotoğraflar ile birlikte arşivlenmiştir. Daha sonra, Kaz dağlarındaki altın madenciliği haberleri zaman belirterek tarihlerine göre sıralanmış, kronolojik sıralama yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın web sitesinde (2019), kamuoyunda altın arama ve işletme faaliyetlerine karşı, özellikle siyanür kullanımına ilişkin bir hassasiyet bulunduğu, ancak günümüzde altın madenciliğinde siyanür arama aşamalarının hiçbir kademesinde siyanürün kullanılmadığı, ÇED izinleri kapsamında her türlü güvenlik tedbirleri alınarak yapılmış olan kapalı tesislerde kullanıldığı, bu nedenle kullanılan siyanürün doğa ve insanla temasının olmadığı, insan ve canlı varlığı açısından tehlikeli bir durumla karşılaşılmadığı ifade edilmektedir.

Türkiye Barolar Birliği ve Çanakkale Barosu, 13-14 Nisan 2013 tarihlerinde Çanakkale'de "Kaz Dağları ve Siyanürlü Altın Madenciliği" konulu bir panelin sonuç bildirisinde altın madenciliğine karşı görüş açıklanmış (Toprak, 2013); aynı yıl Türk Tabipler Birliği'nin hazırladığı Kaz Dağları ve Çanakkale Yöresi Madencilik Girişimleri Raporu'nda çevre ve sağlık konusunda bilgi verildikten sonra, Çanakkale ve altın madenciliği anlatılmış ve altın madenlerinin etkileri tartışılmış ve Çanakkale'de altın madenciliğine karşı yürütülen mücadele özetlenmiştir (TTB, 2013):Edremit Belediyesi, 18 Temmuz 2019 Perşembe günü, sosyal medya üzerinden "Su gibi ömrümüz ZEHRE boğuluyor. Katliama dur demek için Kaz dağlarına ses ver" duyurusu yapmıştır.

Ertesi gün, 19 Temmuz 2019 tarihinde, Mülkiye Haber web sitesi Ekoloji Birliği'nin Kaz dağlarında 195 bin ağacın kesilmesine tepkisini duyurmuştur. Sekiz gün sonra, 27.7.2019 tarihinde, EnsonHaber web sitesi, Kaz Dağları'ndaki altın madeni için yapılan ağaç katliamı ve bazı fotoğraflar ile kamuoyuna duyurmuştur.

TEMA Vakfı, 27 Temmuz 2019 Cuma günü, sosyal medya üzerinden Kaz Dağları'nın doğası ve tüm canlılarının "Kirazlı Siyanürlü Altın Madeni" nedeniyle tehlike altında olduğu duyurusunu yapmıştır.

Ok (2019) "Altın yumurtlayacak 'Kaz'ı kesmeyin" başlığı ile yazdığı 28 Temmuz 2019 tarihli makalesinde; Edremit Körfezi'nin oksijen kaynağı, dünya cenneti Kaz Dağları'nda doğanın katledildiğini duyurmuş, altın arama ve çıkarma ruhsatlarının derhal iptal edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Gözlem gazetesinde, 29.7.2019 günü yayınlanan "Kirazlı ve Kaz Dağları bölgelerindeki altın madenlerine karşı direniş sosyal medyada" haber ile çevrecilerin Kaz dağlarındaki altın madenciliğine karşı sosyal medyanın ayaklanmış olduğu ortaya çıkmıştır.

29.7.2019 günü Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Kaz dağlarında altın aranması ile ilgili olarak, medyada doğru bilgilendirme yapılmadığı yönünde açıklama yapmıştır (NTV, 2019). 30.7.2019 tarihinde, Yeni Akit gazetesi web sitesinde, "Kaz Dağları'ndaki altın arama çalışmaları" başlığı ile çıkan haberde; bazı dernek, vakıf ve birliklerin "Türkiye'nin altın üretimini engellemeye yönelik gayretlere karşı dikkatli olmalıyız" açıklamasına ver verilmiştir.

30.7.2019 tarihli dw.com web sitesinde "Kaz Dağları'nda doğa için nöbet de, tehlike de sürüyor" başlıklı yayınlanan haberde, çevreciler ve yerel halkın bölgede nöbette olduğu duyurulmuş; Kaz Dağı Doğal ve Kültürel Varlıkları Koruma Derneği Başkanı Süheyla DOĞAN'ın da değerlendirmesine yer verilmiştir. Bu haber, ahvalnews gazetesinin 31.7.2019 tarihli web sitesinde de "Kaz Dağları'ndaki çevre katliamına karşı nöbet devam ediyor" başlığı ile yayınlanmıştır.

Habertürk gazetesinin 31.7.2019 tarihli web sitesinde "Kaz Dağları'nda altın madeni polemiği" başlıklı bir haber yayınlanmış ve Prof. Dr. Derin ORHON'un "Kaz Dağları'nı mahvetmeye hakkımız yok", Prof. Dr. Güven ÖNAL'ın madenin ekonomiye katkısı ile Dr. Muhterem KÖSE'nin "Ağaç kesilebilir, yenisi yetişir, ama madenin yenisi yapılamaz" görüşü dile getirilmiş; ayrıca Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iddialara karşı hazırladığı grafik verilmiştir.

Öztürk (2019) 2.8.2019 tarihli Sözcü gazetesi web sitesinde yayınladığı "40 şirket daha altın için sırada" yazısında, bölgeye ait fotoğraflara ve "Su ve Vicdan Nöbeti"ne yer vermiş, 5 Ağustos günü yapılacak büyük buluşmayı bildirmiştir.

2.8.2019 tarihli Kamupersoneli web sitesindeki "Kaz dağları altın madenciliğine karşı eylemler büyüyor! Kaz dağlarında altın arama çalışmaları hızla devam ediyor!" başlıklı haberde de bölgeden bazı fotoğraflara yer verilmiş; Kaz dağları altın madeni işletmesine başlatılan eylemlerin amacının dünyanın ikinci büyük akciğerleri olan kaz dağlarının yok olmaması olduğu vurgulanmıştır.

Beyaz Gazete'nin 2.8.2019 tarihli web sitesinde yayınlanan "Kaz Dağları'ndaki Altın Arama Çalışmaları" ile Türkiye Cumhuriyeti'nin 3.8.2019 tarihli web sitesinde yayınlanan "Kaz Dağları'nda Altın Arayan Şirket Açıklama Yaptı" başlıklı haberde, Doğu Biga Madencilik'in açıklamasına yer verilmiştir.

Ceyhan ve Tuncçelik (2019)'in mezopotamyaajansi18 web sitesinde 2.8.2019 tarihinde yazdığı yazıda, Kaz dağları altın madeni faaliyetlerindeki durum hakkında bilgi vermiştir.

Haber365 web sitesinde 3.8.2019 tarihinde çıkan bir haberde, Kaz dağlarında altın arayan şirketin, 45 bin ağaç yerine 195 bin ağaç kestiği bilgisine yer verilmiş, ayrıca 400 milyon yatırımla 4 milyar dolar kazanmayı hedeflediği bildirilmiştir.

Halktv web sitesinde 4.8.2019 tarihinden çıkan bir haberde de "Su ve Vicdan" nöbeti hakkında bilgi verilmiş ve ceylanların kaçtığını haber vermiştir.

Bu arada, krttv 5.8.2019 tarihinde, Kaz Dağları'ndaki katliamın önlenmesi için konuyu meclis gündemine ilk kez 12 yıl önce MHP'nin taşıdığını ve 2007'de Meclis'e araştırma önergesi verdiğini, ancak red edildiğini haber vermiştir.

ORTAYLI (2019) 5, 11 ve 18 Ağustos'da yazdığı yazılarda "Bu topraklar, bu ormanlar, bu dağlar bizim. Herkes kendi ülkesini kazsın... Vatanımıza sahip çıkalım" ifadelerini de kullanarak tepkisini dile getirmiştir.

Günaç ve Andaç (2019) sözcü gazetesinin 5.8.2019 tarihli web sitesinde "Binler akın ediyor...Kaz Dağları'nda Büyük Buluşma" başlığı ile şantiye alanına girişi dakika dakika aktarmıştır. Buluşmada Kaz dağları andı da okunmuştur.

Hamsici ve Tatlıcı (2019), 6.8.2019 tarihinde bbc web sitesinde "Kaz Dağları: Tüm yönleriyle tartışmalı maden projesi" başlıklı bir yazı kaleme almış ve birçok görüşe yer vermiştir.

AKP Sözcüsü Ömer Çelik 6.8.2019, t24 web sitesinin haberine göre, Kaz dağlarıyla ilgili olarak, iddiaların gerçeği yansıtmadığı yönünde açıklama bulunmuştur. Aynı gün, yine t24 web sitesinin haberine göre Doğu Biga Madencilik Proje Müdürü Çağın Şen, proje ile ilgili aşağıdaki açıklamaları yapmış ve bazı fotoğraflar paylaşmıştır.

t24 haber sitesinde 7.8.2019 tarihinde DOĞAN (2019), 16.8.2019 tarihinde TÜRMEEN (2019), 18.8.2019 tarihinde TOKYOL (2019), Cumhuriyet gazetesi web sitesinde 18.8.2019 tarihinde BURSALI (2019), 19.8.2019 tarihinde BALBAY (2019), ALDOĞAN (2019) ve GÜLER (2019) tepkilerini kaleme almıştır.

ALTINOK (2019), Sabah gazetesi web sitesinde yayınlanan 7.8.2019 günü yayınlanan "Kaz Dağları'nda neler oluyor?" başlıklı yazısında "Niçin altını kendimizin değil, yabancı şirketler çıkartmaktadır?" sorusunu sormuş, son olarak da "81 milyonun nefesi Alamos'un ensesinde olacak" görüşüne yer vermiştir.

Sözcü gazetesinin 7.8.2019 tarihli web sitesindeki "Kaz Dağları'ndan son gelişmeler: Kaz Dağları'nda neler oluyor?" başlıklı haberinde ve Amerika'nın Sesi gazetesinin 7.8.2019 tarihli web sitesinde HACALOĞLU (2019) tarafından yayınlanan "Kazdağları'nda Altın Madeni Tepkisi Büyüyor" başlıklı yazıda siyasi parti temsilcileri ile bazı sivil toplum örgütü temsilcilerinin açıklamalarına yer verilmiştir.

Türkiye Ormanlılar Derneği, TMMOB Orman Mühendisleri Odası İzmir Şubesi ve Tarım Orman İş Sendikası ile birlikte, 9.8.2019 tarihinde bir basın açıklaması yapmış ve "Dünya mirası Kaz dağlarından elinizi çekin!" uyarısında bulunmuştur.

18.8.2019 tarihli Cumhuriyet gazetesi web sitesinde de Fazıl Say'ın Kaz dağları için sahnede olduğunu ve konserde "Bu gezegende insanlar olarak bitkiler, hayvanlar, hep beraber gelecek için bir şey bırakmak istiyorsak korumak zorundayız. Yaşatmaktan yana olmalıyız. Müzik de zaten bunu anlatıyor diye düşünüyorum" dediğini haber yapmıştır.

Eylül ve Ekim aylarında da Kaz dağları altın madeni faaliyetleri ile ilgili yazılar ve haberler devam etmiştir.

TARTIŞMA

2006 yılından 2019 yılına kadar çıkan Kaz dağlarındaki altın ile ilgili haber ve yazılar, bölgede doğa katliamını haber vermiştir. Birçok sivil toplum örgütü, gazeteci, akademisyen bu durum hakkında kamu-

oyunu bilgilendirmiş ve altın madenciliğinin karşısında durmuştur. Bu arada, altının çıkarılmasını, ama çevreye ve doğaya zarar verilmemesini, siyanür kullanılmamasını isteyen yerel yöneticiler de basına demeçler vermiştir. Dolayısıyla; Temmuz-Ağustos 2019 dönemine gelinceye kadar, ağırlıklı olarak Kaz dağları madenciliğine karşı, çok az miktarda da koşullu taraf olan kamuoyu ortaya çıkmaya başlamıştır.

Türkiye Barolar Birliği ve Çanakkale Barosu'nun 2013 yılında panel ile Türk Tabipler Birliği'nin Kaz Dağları ve Çanakkale Yöresi Madencilik Girişimleri Raporu Kaz dağlarındaki altın madenciliği faaliyetini durduramamış; Edremit Belediyesi'nin 18 Temmuz 2019 Perşembe günü, sosyal medya üzerinden "Su gibi ömrümüz ZEHRE boğuluyor. Katliama dur demek için Kaz dağlarına ses ver" duyurusu, Kaz dağları altın madenindeki doğa katliamını ulusal medyanın gündemine taşımıştır.

Bu durum, birçok yazarın bu katliamın karşısında durmasına ve yazılar yazmasına neden olmuş; TEMA Vakfı ve yöredeki birçok sivil toplum örgütleri ile yerel yönetimlerin bu katliamın durdurulması ve işletme ruhsatlarının iptal edilmesi talepleri medyada yoğun olarak yer almıştır. Medya, sivil toplum örgütlerinin maden sahasında "Su ve Vicdan Nöbeti" başlattığını duyurmuş, Fazıl Say da, bu nöbete bölgede konser vererek destek vermiştir. Bu arada, Türkiye'nin tanınmış akademisyenleri ve yazarları da bu eylemlere destek vermiştir. Bu arada; şirket yetkilisinden ve hükümet sözcüsünden, bu haberlerin doğru olmadığı savunulmaya çalışılmıştır. Ancak; yeterli biçimde gerekçelendirilemediği için inandırıcı olamamıştır.

SONUÇLAR

Kirazlı köyünde, Kanada merkezli altın madeni şirketinin, yaklaşık 195 bin ağacı kesmesi ve madencilik faaliyetine başlaması Çanakkale'nin Kirazlı köyü halkının tepkisine neden olmuş ve Vicdan ve Su Nöbeti'nin başlamasına neden olmuştur. Ancak; maden şirketi bu durumu önemsemiş ve dikkate almamıştır. Bir süre sonra, yöredeki sivil toplum örgütlerinin doğa/ orman katliamını ulusal medyaya taşıması ve Türkiye kamuoyunun haberinin olması tepkilerin büyümesine yol açmış; çevre halkı, birçok sanatçı, gazeteci, siyasetçi, akademisyen, dernek, vakfın bu madencilik faaliyetlerini durdurmak için harekete geçmesine neden olmuştur. Kaz dağlarını korumak için yapılan gösterilere destek vermek amacıyla Fazıl Say'ın maden alanında bir konser vermesini sağlamış; İlber Ortaylı'nın, "Bu topraklar, bu ormanlar, bu dağlar bizim. Herkes kendi ülkesini kazsın" biçiminde tepki göstermesine neden olmuştur. Türkiye Ormancılar Derneği de, bu duruma kayıtsız kalmamış, TMMOB Orman Mühendisleri Odası İzmir Şubesi ve Tarım Orman İş Sendikası ile birlikte "Dünya mirası Kaz Dağlarından elinizi çekin!" basın açıklamasında bulunmuştur.

Kaz Dağları Altın Madenciliği faaliyetleri, Temmuz-Ağustos 2019 döneminde, hatta Eylül 2019'da medyanın gündeminde önemli yer tutmuştur.

KAYNAKÇA

- Ahvalnews, 2019. Kaz Dağları'ndaki çevre katliamına karşı nöbet devam ediyor. <https://ahvalnews.com/tr/kaz-daglari/kaz-daglarindaki-cevre-katliamina-karsi-nobet-devam-ediyor>, (accessed on 31 July, 2019).
- Aldoğan, Y., 2019. Yaşamdan yanayız. http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/turkiye/1539008/Yasamdan_yanayiz.html, (accessed on 19 August, 2019).
- Altınok, M., 2019. Kaz Dağları'nda neler oluyor? <https://www.sabah.com.tr/yazarlar/melihaltinok/2019/08/07/kaz-daglarinda-neler-oluyor?> (accessed on 7 August, 2019).
- Anter, Y., 2007. Kaz Dağları'nda altını bulan profesör uyardı. , (accessed on 9 August, 2019).
- Bakar, C., 2012. Kaz Dağları'nda Kral Midas'ın Laneti Dolaşılıyor: Altın Madenciliği Ve Sağlık. <https://hekimcebakis.org/makale/kaz-daglarinda-kral-midasin-laneti-dolasiyor-altin-madenciligi-ve-saglik/>, (accessed on 8 August, 2019).
- Balbay, M., 2019. Bulutlar tavan, toprak koltuğumuzdu. http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/cevre/1539005/Bulutlar_tavan_toprak_koltugumuzdu.html, (accessed on 19 August, 2019).
- Beyaz Gazete, 2019. Kaz Dağları'ndaki Altın Arama Çalışmaları. , (accessed on 2 August, 2019).

- BURSALI, O., 2019. Bir yalancı, kıskırtıcı ve utanmaz CEO: McCluskey. , (accessed on 18 August, 2019).
- Ceyhan, B. ve Tuncçelik, İ., 2019. Çanakkale'nin geleceği Kaz Dağları'na sahip çıkalım. <http://mezopotamyaajansi18.com/EKOLOJI/content/view/64990>, (accessed on 2 August, 2019).
- Çelik, Ö., 2019. Ömer Çelik'ten MYK toplantısı sonrası Kaz Dağları açıklaması , (accessed on 6 August, 2019).
- Cumhuriyet, 2019. Fazıl Say, Kaz Dağları için sahnede: "Yaşatmaktan yana olmalıyız". http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/konser/1538140/Fazil_Say_Kaz_Daglari_icin_sahnedeyasatmaktan_yana_olmaliziz.html, (accessed on 18 August, 2019).
- Dermenci, G., 2015. Kaz Dağları köylerinden tek ses: "Altın madenine karşıyız!". <https://yesilgazete.org/blog/2015/11/02/kaz-daglari-koylerinden-tek-ses-altin-madenine-karsiyiz/>, (accessed on 8 August, 2019).
- Doğan, Y., 2019. Kaz Dağları'nda canlılar işgal altında. <https://t24.com.tr/yazarlar/yalcin-dogan/kaz-daglari-nda-canlilar-isgal-altinda,23352>, (accessed on 7 August, 2019).
- Ekoloji Birliği, 2019. Kaz dağlarında altın madenciliği durdurulsun, <http://mulkiyehaber.net/kaz-daglarinda-altin-madenciligi-durdurulsun/>, (accessed on 7 September, 2019).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019. Altın. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Altin>, (accessed on 9 September, 2019).
- Ensonhaber, 2019. Kaz Dağları'ndaki altın madeni için yapılan ağaç katliamı. , (accessed on 27 July, 2019).
- Günaç, G. ve Andaç, M., 2019. Binler akın ediyor... Kaz Dağları'nda Büyük Buluşma. <https://www.sozcu.com.tr/2019/gundem/binler-akin-ediyor-kaz-daglarinda-buyuk-bulusma-5266105/>, (accessed on 5 August, 2019).
- Haber365, 2019. Kaz Dağları'nda Altın Arayan Şirket 4 Milyar Dolar Kazanmayı Hedefliyor. <https://www.haber365.com.tr/gundem-haberleri/kaz-daglarinda-altin-arayan-sirket-4-milyar-dolar-kazanmayi-hedefliyor-h142010.html>, (accessed on 3 August, 2019).
- Hacaloğlu, H., 2019. Kazdağları'nda Altın Madeni Tepkisi Büyüyor. , (accessed on 7 August, 2019).
- Halktv, 2019. Kaz Dağları'nda katliamın sonucu: Ceylanlar kaçıyor. , (accessed on 4 August, 2019).
- Hamsici, M. ve Tatlıcı, E., 2019. Kaz Dağları: Tüm yönleriyle tartışmalı maden projesi. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-49245614>, (accessed on 6 August, 2019).
- Hürriyet, 2006. Kazdağları'nda altın madeni bulundu. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/kaz-daglarinda-altin-madeni-bulundu-5399842>, (accessed on 30 August, 2019).
- Gezen, B. ve Küçükkuru, E., 2011. Profesörden Kaz Dağları için ürküten rapor. <http://www.milliyet.com.tr/gundem/profesorden-kaz-daglari-icin-urkuten-rapor-1428835>, (accessed on 9 August, 2019).
- Gözlem, 2019. Kirazlı ve Kaz Dağları bölgelerindeki altın madenlerine karşı direniş sosyal medyada. <https://www.gozlemgazetesi.com/HaberDetay/252/1116085/kirazli-ve-kaz-daglari-bolgeleirindeki-altin-madenlerine-karsi-direnis-sosyal-medyada.html>, (accessed on 29 July, 2019).
- Güler, Ç., 2019. Kaz Dağı'na kırk kilometre. http://www.cumhuriyet.com.tr/koseyazisi/1539178/KAZ_DAGI_NA_KIRK_KILOMETRE.html, (accessed on 19 August, 2019).
- Kamupersoneli, 2019. Kaz dağları altın madenciliğine karşı eylemler büyüyor! Kaz dağlarında altın arama çalışmaları hızla devam ediyor! , (accessed on 2 August, 2019).
- Krttv, 2019. Kaz dağlarındaki katliamı önlemek için ilk MHP harekete geçti. , (accessed on 5 August, 2019).
- Meryem, A., 2019. Kazdağları'nda altın madeni polemiği. <https://www.haberturk.com/kaz-daglari-nda-altin-madeni-polemigi-2509394>, (accessed on 31 July, 2019).

- NTV, 2019. Bakanlıktan Kaz Dağları'nda altın aranmasına ilişkin açıklama. , (accessed on 29 July, 2019).
- Ok, Ü. Z., 2019. Altın yumurtlayacak 'Kaz'ı kesmeyin, 9 Eylül Gazetesi. , (accessed on 28 July, 2019).
- Ortaylı, İ., 2019. Vatanımıza sahip çıkalım. <https://www.finansgundem.com/haber/ilber-ortayli-dan-kaz-daglari-tepkisi/1426032>, (accessed on 5 August, 2019).
- Ortaylı, İ., 2019. Kültürel hayat düzeyi geri ülkenin şirketi. <http://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/ilber-ortayli/sahipsiz-mezarlar-ruhsuz-taslar-41299518>, (accessed on 11 August, 2019).
- Ortaylı, İ., 2019. Fazıl Say'dan Kaz dağları konseri. <http://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/ilber-ortayli/kaybolan-istanbulun-yazari-huseyin-rahmi-gurpinar-41304706>, (accessed on 18 August, 2019).
- Öngür, T., 2008. Türkiye'nin altın rezervi dünyada ikinci imiş. Alan Dizisi-I. , (Yayına Giriş Tarihi: 28.11.2007 Güncellenme Zamanı: 25.11.2008 15:44:09) (accessed on 6 August, 2019).
- Öztürk, S., 2019. 40 şirket daha altın için sırada. <https://www.sozcu.com.tr/2019/yazarlar/saygi-ozturk/40-sirket-daha-altin-icin-sirada-5261689/>, (accessed on 2 August, 2019).
- Sözcü, 2019. Kaz Dağları'ndan son gelişmeler: Kaz Dağları'nda neler oluyor? , (accessed on 7 August, 2019).
- TBB, 2013. Kaz dağları ve Çanakkale yöresi madencilik girişimleri raporu, Hazırlayanlar: Cavit Işık YAVUZ, Coşkun BAKAR, ISBN 978-605-5867-72-0, Ankara.
- TEMA Vakfı, 2019. Kirazlı'da uydulara göre; söylenenin 4 katı (195.000*) ağaç kesildi. İşletme durdurulsun! <https://www.change.org/p/kirazli-da-uydulara-g%C3%B6re-s%C3%B6ylenenin-4-kat%C4%B1-195-000-a%C4%9Fa%C3%A7-kesildi-i%C5%9Fletme-durdurulsun-alt%C4%B1nda%C3%B6l%C3%BCm-var-kazda%C4%9F%C4%B1nadokunma-canakkalegovtr-csbgovtr>, (accessed on 8 August, 2019).
- TOD, OMO İzmir Şubesi ve Tarım-Orman İş Sendikası, 2019. Dünya mirası kaz dağlarından elinizi çekin. https://www.ormancilardernegi.org/icerik_detay.asp?icerik=1636, (accessed on 10 August, 2019).
- Tokyol, G., 2019. Kaz Dağları / Kirazlı. <https://www.t24.com.tr/haber/binlerce-kisi-kaz-daglari-icin-fazil-say-konserinde,835347>, (accessed on 18 August, 2019).
- Toprak, M., 2013. Kaz Dağları ve Siyanürlü Altın Madenciliği, Türkiye Barolar Birliği Yayınları No: 275, ISBN: 978-605-9050-30-2, Şen Matbaa, Ankara.
- TürkiyeKulisi, 2019. Kaz Dağları'nda Altın Arayan Şirket Açıklama Yaptı, , (accessed on 3 August, 2019).
- Türmen, R., 2019. Kirazlı Altın Madeni ve AİHM. <https://www.t24.com.tr/yazarlar/riza-turmen/kirazli-altin-madeni-ve-aihm,23442>, (accessed on 16 August, 2019).
- T24, 2019. Kaz Dağları'nda maden projesini yürütecek şirketin müdüründen açıklama. . (accessed on 6 August, 2019).
- Ünker, P., 2019. Kaz Dağları'nda doğa için nöbet de, tehlike de sürüyor. , (accessed on 30 July, 2019).
- Yeni Akit, 2019. Kaz Dağları'ndaki altın arama çalışmaları. , (accessed on 30 July, 2019).
- Yeniçağ, 2019. Kaz Dağları'nda bir altın madeni daha açılıyor! , (accessed on 1 August, 2019).



Developments of Industry Oriented Environmental Legislation and Forest Industry in Turkey

¹K.Hüseyin KOÇ, ²Devrim KARADEMİR, ³Sedanur ŞEKER

1. Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473 İstanbul, Turkey

2. Ordu University, Social Sciences Vocational School, Altınordu, 52200, Ordu, Turkey,

3. Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473 İstanbul, Turkey

Abstract

It is an undeniable fact that the environment importance has started to increase rapidly. Turkey has also signed a law on the environment, environmental regulations and rules-based, reflecting the life quest has entered into passing legislation. For example, the "Zero Waste Regulation" was published on 12.07.19, and the establishment, dissemination, development, monitoring, financing of the zero waste management system aimed at the protection of environment and human health and all resources in the waste management processes in line with the principles of effective management of raw materials and natural resources and sustainable development, to determine the general principles and principles regarding the registration and certification. In this context, it was published in a calendar for the implementation of the zero waste management

system. The Industrial Facilities listed in Annex-1 of the EIA Regulation are obliged to adopt this application as on 31 December 2020. In this context, in the first stage, cellulose plants, pulp production facilities and paper production facilities of all kinds has been affected by this application. Today, however, at this point, the forest industry provided by a leading the trend of rapid development, including the concept of zero waste, while representing an opportunity for environmental improvements, this change is an important issue that needs to be discussed how effectively utilized. For example; the dust collection system is developing rapidly in Turkey. Does this situation affect the dedusting in the work environment and the reduction of waste generation to the same extent? As a result of a previous research on the subject; In 90% of the enterprises, the exposure

to wood dust was higher than the limit value of 5 mg / m³. In 35% of the enterprises, this value has increased to 2 times the normal value, 3 times to 40%, and 4 times to 15%. However, the share of computer controlled machines in production systems is rapidly increasing. Is this situation affect the productivity at the same rate? In other words, could waste generation be reduced? What is the prevalence and usage efficiency of smart systems developed in wood surface treatments in the wood sector? What is the level of environmental damage in paint and varnish applications? Is the level of contamination and the risk of the polluted environment measurable? In this study, it is aimed to discuss the reflections of these developments on forest industry while

examining the developments in environmental legislation for industry. In the first stage of the research, industry-oriented environmental legislation was examined. The second stage oriented environmental improvement in the situation of Forest Industry in Turkey were discussed. As a result; monitoring, measuring and evaluation systems for environmental factors affecting forest industry sector need to be established. Also, the studies regarding the compliance with the industrial oriented legislation including the eu legislation must be accelerated.

Keywords: Environmental agreements, Forest Industry, EU legislation, Environmental Impact Assessment

Türkiye’de Endüstri Odaklı Çevre Mevzuatı ve Orman Endüstrisindeki Gelişmeler

¹K.Hüseyin KOÇ, ²Devrim KARADEMİR, ³SEDANUR ŞEKER

1. Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473 İstanbul, Turkey

2. Ordu University, Social Sciences Vocational School, Altınordu, 52200, Ordu, Turkey,

3. Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473 İstanbul, Turkey

Özet

Çevreye verilen önemin hızla artmaya başladığı artık yadsınamaz bir gerçektir. Türkiye’de çevreyle ilgili bir çok yasaya imza atılmış, çevresel bazı düzenleme ve kuralları mevzuatına yansıtarak yaşama geçirme arayışına girmiştir. Örneğin 12 Temmuz 2019’da “Sıfır Atık Yönetmeliği” yayınlanarak, hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasların belirlenmesi” amaçlanmıştır. Bu kapsamda sıfır atık yönetim sisteminin uygulanması için bir takvimde yayınlanmıştır. ÇED Yönetmeliğinin’nin EK-1 listesinde yer alan Sanayi Tesisleride 31 Aralık 2020 tarihinde bu uygulamaya geçmek zorundadır. Bu kapsamda ilk aşamada selüloz tesisleri, kağıt hamuru üretim tesisleri ve her türlü kağıt üretim tesisleri bu uygulamadan etkilenmektedir. Ancak bugün gelinen noktada orman endüstrisinin sağladığı hızlı gelişim trendi başta sıfır atık kavramı olmak üzere, çevresel iyileştirmeler için bir fırsat oluşturmakla beraber, bu değişimin ne kadar etkin kullanıldığı tartışılması gereken önemli bir husustur. Örneğin; toz toplama sistemlerinin Türkiye’de hızla gelişmesi iş ortamlarındaki tozsuzlaşmaya ve atık oluşumunun azaltılmasına aynı oranda yansıtılabilmiş midir? Konuyla ilgili daha önce yapılan bir araştırma sonucunda işletmelerin %90’ında çalışma ortamı odun tozu maruziyeti sınır değer olan 5 mg/m³ ’ün üzerinde çıkmıştır. İşletmelerin %35’inde bu değer normal değer 2 katına, %40’ında 3 katına, %15’inde ise 4 katı-

na kadar ulaşmaktadır. Bununla birlikte, bilgisayar kontrollü makinaların üretim sistemleri içerisindeki payının hızla artması verimlilik değerlerine aynı oranda yansıtılabilmekte midir? Yani atık oluşumu azaltılabilmiş midir? Ahşap üst yüzey işlemlerinde geliştirilen akıllı sistemlerin ahşap sektöründe yaygınlığı ve kullanım etkinliği nedir? Boya ve vernik uygulamalarında ortaya çıkan çevresel zararların düzeyi nedir? Kirlenen çevresel ortamın kirlenme düzeyi ve oluşan risk ölçülebilmekte midir? Bu çalışmada sanayiye yönelik çevre mevzuatındaki gelişmeler incelenirken bu gelişmelerin orman endüstrisine yansımalarının tartışılması amaçlanmıştır. Araştırmada ilk aşamada sanayi odaklı çevre mevzuatı irdelenmiştir. İkinci aşamada Türkiye orman endüstrisinde gözlemlenen gelişmeler özetlenirken, elde edilen veriler ve gözlemler çerçevesinde çevresel odaklı durum tartışılmıştır. Sonuç olarak orman endüstri sektörünü etkileyen çevresel faktörler açısından, izleme, ölçme ve değerlendirme sistemlerinin kurulması, AB mevzuatı dahil, sanayi odaklı çevre mevzuatına uyumu ile ilgili çalışmaların hızlandırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Anlaşmalar, Orman endüstrisi, AB mevzuatı, Çevresel Etki Değerlendirmesi

GİRİŞ

İnsanoğlu özellikle sanayi devrimi ile birlikte doğal kaynakları hunharca kullanılmaya başlamış ve beraberinde çevreye ve dünyaya tamiri imkansız zararlar vermiştir. Doğa kendisine verilen bu zararlara kayıtsız kalmamış ve adına doğal afet dediğimiz olaylarla insanlardan intikam almış ve kendinden alınan geri almaya çalışmıştır. İklim değişikliği ya da küresel ısınma dediğimiz bu etki dünyamızda biyolojik çeşitliliğin azalmasına, türlerin yok olmasına, ormansızlaşmaya, küresel çevre kirliliğine, su kaynakların azalmasına, çölleşmeye ya da özellikle plastik atıklar nedeniyle yedinci kıta olarak adlandırılan neredeyse ülkemizin iki katı büyüklüğünde bir yüzölçüme sahip “Büyük Pasifik Çöp Alanı” gibi devasa büyüklükte çevresel sorunlara neden olmaktadır. İnsanlığın ve ülkelerin bu çevresel sorunların farkına varmasıyla bununla ilgili önlemler alınmaya başlanmıştır. Üstelik bu önlemler artık yerel düzeyden çıkmış uluslararası bir boyut kazanmıştır. Artık, ülkeler politika üretirken özellikle kalkınma politikaları hazırlanırken sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir anlayış ön plana çıkmaktadır.

“Doğal kaynakların kendini yenileme kapasitesinin üstünde yok olması, yoksulluğun yaygınlaşması, ormanların tahrip edilmesi, biyo çeşitliliğin azalması ve iklimlerin değişmesi bu süreçte katkıda bulunmuştur. Bu nedenle insan ve doğa arasındaki ilişkide denge giderek doğa aleyhine bozulmaya başlamıştır.” (Tıraş, 2012:62).

İnsanlık kendi gereksinimlerini karşılamak ve kar amacı güderek kurdukları işletmelerde özellikle ilk dönemlerde “ne üretirsem satarım” mantığıyla hareket etmiş ve çevreyi sadece bir dış etmen olarak görmüştür. Üretirken çevreyi gözardı etmiş ve atıklarla sadece kapısının önünü kirlettiğini varsaymıştır. 1990’lı yıllardan itibaren ülke politikalarının ve tüketici davranışlarının değişmesiyle birlikte işletmelerde çevreyi daha farklı bir gözle görmeye başlamıştır. İşletmeler zamanla ürettikleri ürünlerin üretim süreçlerinin çevreye zarar verip vermediğini sorgular hâle gelmişlerdir. “Tüketiciler açısından çevreci özellikler en az ürünün kalitesi ve sağlık kadar önem arz etmeye başladıktan sonra işletmelerde hangi sektörde faaliyette bulunursa bulunsunlar, çevresel sorunlara duyarlı olmadan varlıklarını sürdürmelerinin zor olduğunu anlamışlardır. Bu nedenle işletmeler yapacakları her türlü faaliyetin çevre boyutunu da planlarına dahil etmek zorunda kalmışlardır. Bu noktada, ISO 14001, AB Eko Etiket, Sıfır Atık gibi çevre politikaları işletmeler açısından önemli araçlardır. Bu araçlar, işletme içinde bilinçlenmeyi, tüketicilerin itici gücünü kullanarak çevresel bozulmaların engellenmesini, işletmelerin ulusal çevre mevzuatlarına uymasında destekleyici birer unsur olmakla birlikte, yine firmaların rekabet güçlerini artıran pazarlama araçları olmaya başlamıştır.” (Çaça, 2016:2).

Başta AB ülkeleri olmak üzere, ABD, Kanada vb. birçok ülkede çevre odaklı mevzuatlar son 20 yılın belki de en çok konuşulan düzenlemeleri olmuştur. Daha da önemlisi çevre odaklı mevzuat ve düzenlemeler sadece o meslekle uğraşanların (ormancı, çevreci, madenci, ziraatçı vb.) değil oldukça geniş bir meslek grubunun ilgi alanına girmiştir. Özellikle ormanlardan endüstriyel amaçlı yararlanma yasaları düzenlenmiş, kaynakların sürekliliğini güvence altına almak için özel yasal düzenlemeler yapılmıştır.

Orman alanlarına, bu alanlardan orman ürünlerinin çıkarılmasına yönelik düzenlemeler yanında endüstriyel işletmelerin kuruluşu, çalışması, girdi ve çıktıların miktarsal ve niteliksel durumları özel düzenlemelerle önemli ölçüde kontrol altına alınmıştır. Ülkelerin kendi doğal kaynaklarını güvence altına alma arayışlarının, doğal kaynakların hızla azalması ve kötü kullanımların yaygınlaşmaya başlaması ile birlikte hızla da artmış, bu çerçevede yasal mevzuatlar geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Örneğin Avrupa Birliği’nin “bütünleşik ekosistem yönetimi” yaklaşımı her ne kadar uygulamada tam karşılığının göstermesi de pek çok dünya ülkesi tarafından kabul edilmiştir. Ülkeler bütünsel olmayan yaklaşımlarla hem sürdürülebilirliği sağlamak hem de ihtiyaçları en şekilde karşılayacak düzeyde üretken olmanın mümkün olmadığını kavramaya başlamışlar ve gerekli yasal düzenlemeler hız vermişlerdir.

Tüm olumlu gelişmelerle birlikte özellikle endüstriyel odaklı düzenlemelerin gerek oluşturulmasında gerekse uygulamaya konulmasında önemli düzeyde yetersizliklerin olduğu da bir gerçektir. Bu yetersizliklerin pek çok nedeni sıralanabilir, ancak ana nedenler olarak bilgi eksikliği, oluşturulan bilginin paylaşılmadaki yetersizlikler, düzenlemelerin önemi ve gerekliliği ile ilgili yeterli bilinç ve değer ortamının yaratılamaması, uygulamayı kolaylaştırıcı iyi uygulama örneklerinin fazla yaratılamaması sıralanabilir.

DÜNYADA ÇEVRESEL ODAKLI MEVZUATA GENEL BİR BAKIŞ

Özellikle 2. Dünya Savaşı sonrası insanlık çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunların artık sadece yerel bir sorun olmadığını farkına varmıştır. 1970'li yıllara gelindiğinde ülkeler çevre için politikalar geliştirmeye başlamışlardır.

Ülkelerin kalkınma hamlelerinin doğal çevreye ciddi zararlar verebileceği konusuna ilk kez 1970'li yılların başında hazırlattıkları "Büyümenin Sınırları" raporuyla Roma Kulübü tarafından dikkat çekilmiştir. 1972'de Birleşmiş Milletler (BM) tarafından "BM İnsan Çevresi Konferansı" düzenlenmiştir. Konferansın sonunda BM Çevre Programı (UNEP) oluşturulmuştur. 5 Haziran günü ise "BM Çevre Günü" olarak ilan edilmiştir. (Akt. Çaça, 2016:7) Avrupa Birliği (AB) de 1973 yılında ilk kez bir eylem planı hazırlamıştır. Bu planda "Kirlenen öder" prensibi kabul edilmiş ve çevresel sorunların yerel ve bölgesel kalmayıp küresel odaklı bir sorun olduğu vurgulanmıştır.

Bu planın ardından her beş yılda bir uygulamalar gözden geçirilmiştir. 1977'de İkinci, 1982'de Üçüncü ve 1987 yılında ise Dördüncü, 1993'te Beşinci, 2002'de Altıncı ve son olarak 2014'de Yedince Çevre Eylem Planı uygulamaya konmuştur. 1986'da Avrupa Tek Seneti sözleşmesi ile çevrenin korunması konusu ilk kez üye ülkeler arasında resmi bir politika olarak benimsenmiştir.

Tablo 1. AB Çevre Mevzuatının Tarihsel Gelişimi

1968		Roma Kulübü – Büyümenin Sınırları Raporu
1973 - 1976	I. EAP	Kirlenen Öder Prensibi
1977 - 1981	II. EAP	Kirliliği Kaynağında Önleme Yaklaşımı
1982 - 1986	III. EAP	Önleyici Tedbirler İlkesi
1987		Avrupa Tek Seneti – Çevre Koruma Politikaları
1987 - 1992	IV. EAP	Çevre Koruma Yaklaşımı
1993		Maastricht Antlaşması - AB Müktesebatı ve Çevre Başlığı
1993 - 2000	V. EAP	Çevre Denetim ve Yönetim Planı – AB Çevre Etiket
1997		Amsterdam Antlaşması – Çevresel Müktesebata Uyum
2000		Nice Antlaşması – Su Kaynaklarının Yönetimi
2002 - 2012	VI. EAP	İklim Değişikliği, Çevre ve Sağlık, Atık Yönetimi, Doğa ve Biyoçeşitlilik, Eko Etiketleme
2009		Lisbon Antlaşması (AB Anayasası) – Enerji Politikaları, Çevre Koruma ve Finansmanı Yaklaşımı
2014 - 2020	VII. EAP	Yeşil ve düşük karbon ekonomisine geçiş, İklim ve çevre çalışmalarına yatırımların artırılması, Doğal ve ekolojik yaşamın korunması, Sürdürülebilir şehirler.

Artan küresel çevre sorunları karşısında 1983 yılında BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nu kurmuş; kalkınma ve çevre konuları birlikte anılmaya başlanmıştır. 1987 yılında BM Genel Kurulu'na sunulan "Brundtland Raporu" ile birlikte BM Genel Kurulu'nda "Kaynakların korunması ve zenginleştirilmesi, nüfus artış problemlerinin çözülmesi" ve "Çevre ve iktisadın birleştirilerek karar alma süreçlerine entegrasyonu" gibi önemli temel öncelikler belirlenmiştir (Yıkmaz, 2011:17-18).

1992 yılında Brezilya'da düzenlenen "BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (UNCED), sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkeleri belirlenmiştir. Rio Deklarasyonu ile, çevre ve kalkınma konusunda ülkelerin hak ve yükümlülüklerini kapsayan, hukuki olarak bağlayıcı olmamakla birlikte, hükümetlere politik bir sorumluluk getiren bir ilkeler dizisi deklere edilmiştir (Yıkmaç, 2011:18-19).

1993 Maastricht Antlaşması ile AB "Çevre" konusunu bir politika haline getirmiştir. AB daha sonra aynı yıl 5. Çevre Eylem Planı'nı hazırlamıştır. Planda ürün ve faaliyetlerin çevre etkilerinin kontrol edilmesini sağlayacak Çevre Denetleme ve Yönetim Planı (EEC-EMAS) uygulamasını yürürlüğe koymuştur. Birlik üyeleri nezdinde farklı etiketlerin hazırlanmasının önüne geçebilmek için tüm üye ülkelerde geçerli olacak şekilde AB Çevre Etiketleri geliştirilmiştir (Karabiber, 2010:21). ISO tarafından 1993'te Çevre Yönetimi konusunda çalışacak bir teknik komite kurulmuş ve bu komite tarafından 1996'da çevre boyutlarının kontrolü ve zararlı çevresel etkilerin bertarafı konularında şartlar içeren ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemleri Standartlarını yayınlamıştır. ISO 14001 çevre politikası, çevre amaçları/hedefleri ve çevre programları doğrultusunda çevre boyutlarının kontrolü ve çevresel etkilerin bertarafına yönelik şartları içeren bir standarttır (Akt. Çaça, 2016; Büyükgüngör, 2006:12). 1997 yılında imzalanan Amsterdam Antlaşması ise özellikle AB'ne üye ülkelerin "Çevre" politikalarında somut yükümlülüklerini ve bu yükümlülüklerini yerine getirirken uyumlaştırması ve yorumlaması gereken mevzuatlar için yol gösterici ilkeleri içermektedir.

1997'de ülkeler arasında bağlayıcılık niteliğindeki tek sözleşme olan ve başlangıçta 160 ülkenin taraf olduğu Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Kyoto Protokolü, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında imzalanan küresel ısınma ve iklim değişikliği konularında mücadeleye yönelik olarak hazırlanmış tek çerçeve programdır (Akt. Çaça, 2016; Kıran, 2009:44). Bu gelişmelerin akabinde AB, 2002 yılında "Bizim Seçimimiz, Bizim Geleceğimiz" sloganıyla 2002-2012 yıllarını kapsayan 6. Çerçeve Eylem Programını hazırlamıştır. Bu programın öncelikli konuları arasında ise Kyoto Protokolüne istinaden "İklim Değişikliği" ve "Katı atıkların ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi" gibi başlıklar yer almaktadır. "Programın belirlediği öncelikli hususlar arasında EMAS'ın (Eco Management and Audit Scheme=Çevre Yönetim ve Denetim Planı) yaygınlaştırılması, şirket çevre performans ödüllendirme sistemlerinin kurulması, eko etiketleme sistemlerinin kullanılması ve çevresel zorunluluk mevzuatının kabul edilmesi konuları belirlenmiştir." (Karabiber, 2010:23).

Rio'dan 10 yıl sonra Johannesburg'da BM tarafından Rio+10 olarak da bilinen Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi düzenlenmiştir. Bu zirvede "Ülkelerin ulusal sürdürülebilir gelişme stratejilerini oluşturmak ve uygulamak" ve "Kamu, sivil toplum ve özel sektörde kurumsal sorumluluk ve duyarlılığın artırılması" gibi önemli kararlar alınmıştır (Bozdoğan, 2007:1025).

"AB ülkeleri tarafından 2007'de Lizbon Antlaşması imzalanmıştır. AB Anayasası olarak nitelendirilen bu antlaşma, AB'nin çevre ile ilgili atacağı adımların boyutunu genişletmiştir. Daha önce tedbir alınması gerektiği ifade edilen çevre olgusunun bu Antlaşma ile finanse edilmesi, çevrenin korunması ve kirliliğin temizlemesi konularında Birliğe üye olan ülkelerin çevre ile ilgili somut adımlar atmasını sağlamıştır." (Ayдын ve Çamur, 2017:34).

BM 2012 yılında "İstedığımız Gelecek" sloganıyla Rio+20 BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı düzenlemiştir. AB'nde ise 2013 yılında "Gezegenimizin sınırları içinde iyi yaşamak" sloganıyla 7. Çerçeve Eylem Programını hazırlamıştır. Bu programda çevre sorunları küresel bir sorun olarak görülmüş ve çözümün bölgesel ve uluslararası düzeyde bir uyum içerisinde hareket etmekten geçtiği vurgulanmıştır. "Doğal ve ekolojik hayatın korunması, çevresel etkilerin azaltılması ve insan sağlığının korunması programın hedefleri arasındadır." (Çaça, 2016:33-34).

TÜRKİYE'DE ÇEVRESEL ODAKLI GELİŞMELER

Cumhuriyetin kurulduğu yıllarda Türkiye'de çevre politikalarının ilgi alanı halk sağlığı olmuş ve yapılan düzenlemeler bununla sınırlı kalmıştır. 2. Dünya Savaşı sonrası Türkiye'de de hızlı kentleşme ve nüfus artışı gerçekleşmiştir. Bu durumun getirdiği problemlerle başa çıkabilmek için 1962 yılından itibaren planlı kalkınma dönemine geçilmiştir. İlk kalkınma planı 1963-1967 yılları arasında kapsamaktadır. Bu planda, toprak kaynaklarımızın su ve rüzgâr erozyonundan korunması bir öncelik olarak tespit edilmiş, evlerde linyit kullanımından kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla tedbirler alınması gerektiği belirtilmiştir. (Yıkmaç, 2011:27).

1968-1972 yılları arasını kapsayan İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda ise çevre konusu sağlık sektörü konusunun altında yer almıştır. 1972'de Stockholm'deki BM Dünya Çevre Sorunları Konferansı'na katılım sağlanmış ve çevre konusunda ulusal politikalar geliştirilmesine karar verilmiştir. Çevre konusu ilk kez 1973-1977 yıllarını kapsayan Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı içerisinde ayrı bir bölüm olarak kendisine yer bulmuştur. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983 yılları arasını kapsamaktadır. Bu planlı dönemde taraf olunan uluslararası antlaşmalar çerçevesinde politikalar belirlenmiş, yasalar ve yönetmelikler düzenlenmiştir.

Türkiye, 1982 yılında "BM Dünya Doğa Şartı"nı kabul etmiştir. Çevre konusu, 1982 Anayasası'nın 56. Maddesine girerek anayasal bir statü kazanmıştır (Sencar, 2007:115). Anayasal bir statü kazanmasının ardından 1983 yılında çevre konusunda ilk düzenleme yapılmış ve Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. 1984'de Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1989'da ise Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı hazırlanmıştır.

Türkiye açısından çevre konusunda uluslararası düzeydeki önemli atılımlardan biri de 1992'de gerçekleşen "BM Çevre ve Gelişme Konferansı"na katılmak olmuştur. Bu konferans sonrasında "Rio Bildirgesi", "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi", "Gündem 21" ve "Orman Varlığının Korunmasına İlişkin Bildiri"sini imzalayan Türkiye, "İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi"ni imzalamamıştır. Buna neden olarak ise sözleşmenin ekindeki gelişmiş ülkeler (OECD) listesine dahil edilmesini ve buna bağlı olarak CO2 emisyonlarının 1990 yılı seviyelerine indirilmesinin beklenmesi gibi sebepler gösterilmiştir (Sencar, 2007:124).

1995'te Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı hazırlanmış, bu planda atıkların minimizasyonu ve geri kazanımı için programlar geliştirilmesi tasarlanmış ve "kirlenen öder" ilkelerinin benimseneceği beyan edilmiştir. 2000'de Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planında orta ve uzun vadede çevre sorunlarının çözümü amacıyla uygulanacak politikaların ve geliştirilecek stratejilerin, ülke gerçekleri de göz önüne alınarak, AB normları ve uluslararası standartlara paralel olmasının sağlanması gereği kabul edilmiştir." (Yıkılmaz, 2011:30). Bu plan döneminde Türkiye 2004 yılında BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine imza atarak taraf olmuştur.

2006'da Dokuzuncu Kalkınma Planı hazırlanmış ve diğer kalkınma planlarından farklı olarak 7 yıllık bir süreç öngörülmüştür. Ülkenin kalkınma stratejileri ve politikaları AB üyeliğine endekslenmiş ve AB Müktesebatına tam uyum stratejisi benimsenmiştir (Yıkılmaz, 2011:31). Bu plan döneminde Türkiye, 2013 yılına kadar Ek-2 ülkeleri içine dahil edilmek ve karbon salım azaltımına bu tarihe kadar gitmemek koşuluyla Kyoto Protokolüne taraf olmayı kabul etmiştir. 2012 yılındaki Doha Zirvesinde Kyoto Protokolünün 2. Yükümlülük Döneminde de herhangi bir yükümlülük almamıştır.

Tablo 2. Türkiye'deki Çevre Mevzuatının Tarihsel Gelişimi

1963-1967	1. Plan	Hava Kirliliğini Önleme, Çevre Sağlığı
1968-1972	2. Plan	Çevre Sağlığı
1972		BM Dünya Çevre Sorunları Konferansı Ulusal Politika Geliştirme Kararının Alınması
1973-1977	3. Plan	Çevre Başlığı (İlk kez ayrı bir başlık olarak)
1978-1983	4. Plan	İlk Çevre Politikaları, Başbakanlık Çevre Müsteşarlığının Kurulması
1982		BM Dünya Doğa Şartının Kabulü Anayasasının 56. Mad. Çevre Koruma Başlığı (İlk Yasal Zemin)
1983		Çevre Kanunu'nun çıkarılması
1984		Çevre Genel Müdürlüğü'nün kurulması
1985-1989	5. Plan	Çevre Kirliliğini Önleme Fonu Yönetmeliği Gürültü Kontrol Yönetmeliği - Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliği
1990		Kıyı Kanunu
1990-1994	6. Plan	Sürdürülebilir Kalkınma İfadesi - Viyana Sözleşmesi (Ozon Katmanı) Montreal Sözleşmesi Mar-Pol 73 Sözleşmesi (Denizlerin Gemilerle Kirlenmesi) Çevre Eğitimi Projesi - Özel Çevre Koruma Alanları
1992		BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'na katılım (Rio Deklarasyonu, Gündem 21, Orman Varlıklarının Korunması Deklarasyonu Kabul edilmiş, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ise imzalanmamıştır.)
1996-2000	7. Plan	Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) – Kirleten öder prensibi Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı Ulusal Gündem 21 ve Yerel Gündem 21
2001-2005	8. Plan	Çevresel Müktesebatı Uyumlaştırma
2004		BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin onaylanması
2007-2013	9. Plan	Kyoto Protokolünün Kabulü (Karbon Seviyesinde Azaltım Yok) Doha Zirvesi'ne Katılım (Karbon seviyesinde azaltım yok) AB müktesebatına tam uyum - İklim Değişikliği Eylem Planı (2012)
2014-2018	10. Plan	Sürdürülebilir Çevre, Yeşil Büyüme
2016		Paris İklim Sözleşmesi (175 ülke ile birlikte imzalandı) "Sera gazı emisyonu artışı"nın % 21 oranında azaltılması vaat edildi.
2019-2023	11. Plan	Sürdürülebilir Şehir - Sürdürülebilir Çevre CO ₂ emisyonlarının azaltılması - İklim Değişikliği Eylem Planı
2019		Sıfır Atık Düzenleme

2013 yılında 2014-2018 yıllarını kapsayan Onuncu Kalkınma Planı hazırlanmıştır. Bu planlı dönemde 2016 yılında Paris İklim Sözleşmesine Türkiye 175 ülkeyle birlikte dahil olmuş ve sözleşmeyi imzalayarak sera gazı emisyonlarını %21 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir. Bu azaltım oranı, sera gazı emisyon artışının %21 oranında azaltılmasıdır.

Son olarak 2019-2023 yılları arasını kapsayan Onbirinci Kalkınma Planı hazırlanmıştır. Bu plan döneminde çevre konusunda ağırlık iklim değişikliğine verilmiş, İklim Değişikliği Eylem Planlarının hazırlanacağı ve İklim Değişikliğine Uyum konusunda çalışmalara öncelik verileceği vurgulanmıştır. Planda özellikle CO₂ salınımının azaltılması, hava kalitesi izleme ağının genişletileceği ve çevre denetimlerinin artırılacağı gibi net hedefler ortaya konmuştur (SBB, 2019).

TÜRKİYE ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİ

“Türkiye Orman ürünleri, işyeri ve çalışan sayısı ve yaratılan katma değer bakımından önemli bir gelişme göstermektedir. Küçük işyerleri ile birlikte Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinde 44.000 civarında işletme olduğu ve yaklaşık 140.000 kişiye istihdam yarattığı düşünülmektedir. Türkiye orman ürünleri sektörü; “genel imalat sanayi içerisinde üretim değeri açısından % 4’lük bir paya sahip, imalat sanayii içerisinde yer alan 33 sanayi dalı arasında üretim değeri açısından 8. sırada yer alan, Türkiye’deki toplam sigortalı çalışanın % 3’nü istihdam eden” bir endüstri görünümündedir. Dönemlere göre değişmekle beraber toplam dış ticaret içindeki payı % 2’ler düzeyini bulmaktadır. Türkiye genelinde işletmelerin sayıca % 98’i küçük ölçeklidir (10 ve daha az kişi çalıştırmakta). Kapasite kullanım oranının % 58 düzeyinde olduğu, pazar sorunları ve rekabet güçlükleri yaşadıkları değerlendirilmektedir” (Koç ve Erdinler, 2007) .

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) verileri incelendiğinde ise, kağıt dışında orman ürünlerinde 25 ve daha fazla çalışanı olan 1.022 adet, 50 ve daha fazla çalışanı olan 393 adet, 100 ve daha fazla çalışanı olan 328 adet işletme bulunmaktadır. 25’den daha az çalışanları da dikkate alarak bir değerlendirme yapıldığında ise toplam işletme sayısı 3.000 i geçmiştir. Bu işletmelerde toplam 213.174 kişi çalışmaktadır (Koç vd., 2009).

Orman ürünleri sektörü içerisinde gerek işletme sayısı gerekse çalışan sayısı bakımından alt sektör olarak ilk sırada mobilya sektörü yer almaktadır. Mobilya sektöründe yer alan KOBİ’ler ağırlıklı olarak mikro ve küçük ölçekli işletmeler görünümündedir. Ülke genelinde işletmelerin üretim yaptığı yerler incelendiğinde işletmelerin ağırlıklı olarak küçük sanayi sitelerinde ya da şehir içi mahalle aralarında faaliyet gösterdikleri görülmektedir.

TÜRKİYE ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİ İLE İLGİLİ ÇEVRESEL MEVZUAT

Ülkemizde, son dönemlerde kesintiye uğrasa da AB uyum süreci ile ilgili düzenlemeler hızla tamamlanmakta ve uygulamaya geçirilmektedir. Bu anlamda orman ürünleri sektöründe yer alan alt sektörleri direkt olarak ilgilendiren direktifler yoktur. Tüm sektörleri genel olarak ilgilendiren 25 adet direktif mevcuttur. Bu direktiflerden bazıları bir alt sektörü doğrudan ilgilendirirken başka bir alt sektörü ilgilendirmemektedir. Orman ürünleri sektörünü ilgilendiren mevzuatlara ilişkin işletmelerin önünde yapması gereken pek çok düzenleme bulunmaktadır. Doğrudan sektörü ilgilendiren bazı direktiflere örnek olarak; işyerinde gereken minimum sağlık ve güvenlik şartları (89/654), su deşarjı, tehlikeli atıklar (74/464), genel ürün güvenliği (92/59), işçilerin sağlık ve güvenliğini işteki kimyasal maddelere ilişkin risklerden koruma (98/24), işçilerin titreşim, vibrasyon ve gürültü gibi fiziksel maddelerden kaynaklanan risklerle ilgili minimum güvenlik şartları (02/44,03/10) vb.” , sıfır atık yönetmeliği (2014/398) verilebilir (Koç vd., 2009:169-170).

Türkiye son yıllarda çevresel odaklı pek çok mevzuatı hayata geçirmiştir. Örneğin 12 Temmuz 2019’da “Sıfır Atık Yönetmeliği” yayımlanmıştır. Bu yönetmelik ile hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasların belirlenmesi” amaçlanmıştır.

"Sıfır Atık", israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atığın miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanan bir hedeftir. Bu kapsamda sıfır atık yönetim sisteminin uygulanması için bir takvimde yayınlanmıştır. Diğer yanda 2872 sayılı Çevre Kanunun gereği olarak "Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği" ve devamında "Çevre Denetleme Yönetmeliği" de yayınlanmış ve burada işletmeler "Çevreye kirletici etkisi olan işletmeler(Ek-2)" ve "Çevreye kirletici etkisi yüksek olan işletmeler(Ek-1) olarak değerlendirilerek "geçici faaliyet belgesi, çevre izni ve lisansı alma" yükümlülüğüne tabi tutulmuştur. ÇED Yönetmeliğinin'nin EK-1 listesinde yer alan Sanayi Tesisleride 31 Aralık 2020 tarihinde bu uygulamaya geçmek zorundadır. Bu kapsamda ilk aşamada selüloz tesisleri, kağıt hamuru üretim tesisleri ve her türlü kağıt üretim tesisleri bu uygulamadan etkilenmektedir. Ek-2 de kapsamında yer alan kereste, levha, mobilya gibi orman ürünleri işletmeleri ve cilahaneler çevre açısından gerekli önlemleri almak ve tabi oldukları uygulamaları yapmak zorundadır.

Tablo 3. ÇED Yönetmeliği EK-1 Listesinde yer alan orman ürünleri sektöründeki işletmeler

Çevreye kirletici etkisi yüksek düzeyde olan işletmeler
1.Enerji Endüstrisi
1.2 Aşağıdaki yakıtları yakan tesisler.
1.2.1 Katı (Kömür, kok, kömür briketi, turba, odun , plastik veya kimyasal maddelerle kaplanmamış ve muameleye tabi tutulmamış odun artıkları , petrol koku) ve sıvı (fuel-oil, nafta, motorin, biyodizel ve benzeri) yakıtlı tesislerden toplam yakma sistemi ısıtıcı gücü 100 MW veya daha fazla olan tesisler.
5.Yüzey Kaplama Endüstrisi
5.1 Maddelerin, profil ve tabaka biçimindeki malzemelerin cilalandığı, kurutulduğu tesisler (cilaların organik çözücü madde ihtiva ettiği ve cila kullanım kapasitesinin 250 kg/saat ve üzerinde olduğu tesisler).
5.2.1 Boya ve Cila maddeleri: Organik çözücü olarak yalnız etanol ihtiva eden ve bundan 500 kg/saat ve üzerinde kullanan tesisler.
5.2.2 Boya ve Cila maddeleri: Diğer organik çözücüler 250 kg/saat ve üzerinde kullanan tesisler.
5.6. Ahşap veya metal yüzeylerin 250 kg/saat ve üzerinde organik çözücü kullanılarak boyandığı tesisler.
6. Orman Ürünleri ve Selülöz Tesisleri
6.1 Selülöz üretim tesisleri
6.2 Kereste veya benzeri lifli maddelerden kağıt hamuru üretim tesisleri
6.3 Hazır selülozdan ve /veya atık kağıttan her çeşit karton, kağıt veya mukavva üretimi yapan tesisler (300 ton/gün ve üzeri kapasiteli)
8. Atık Yönetimi (Değişik:RG-21/9/2016-29834)
8.1 Atık ara depolama, geri kazanım ve bertaraf tesisleri

SONUÇ VE TARTIŞMA

Apitz ve arkadaşları(2005) bir araştırmada, AB'nin çevresel odaklı direktifler oluşturduğunu, stratejiler geliştirerek tavsiyeler yayınladığını, ancak gelecek yıllarda yerel veya bölgesel temelli düzenlemelerden daha fazla ekosistem temelli, bütünsel çevre yönetimine geçiş gerekliliği üzerinde durmakta, böyle bir anlayışa geçiş için zayıflıklar ve yetersizliklere dikkat çekmektedir (Apitz vd., 2005). Bugün 2019 yılına ulaştığımızda, çevresel mevzuat açısından çok sayıda yasal düzenleme var gözükürken uygulamanın izlenmesi, ölçülmesi, değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi faaliyetlerinin bütünsel bir sisteme dayanmadığı ve hala çok önemli uygulama yetersizlikleri olduğu da bir gerçektir.

Brezilya'da çevre ile ilgili düzenlemelerin su ve diğer doğal kaynakların korunmasında yetrince etkili olmadığı düşünülmekte ve nedenleri tartışılmaktadır (Sparovek, 2010).

Günümüzde, çevre mevzuatı açısından birçok yasal düzenlemeler olsa da, uygulamanın izlenmesi, ölçülmesi, değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi faaliyetlerinin entegre bir sisteme dayanmadığı ve hala önemli uygulama eksikliklerinin olduğu bir gerçektir. Araştırmalar orman endüstrisi işletmelerinin yetersiz bir durumda olduğunu göstermektedir.

Ancak bugün geline nokta orman endüstrisinin sağladığı hızlı gelişim trendi başta sıfır atık kavramı olmak üzere, çevresel iyileştirmeler için bir fırsat oluşturmakla beraber, bu değişimin ne kadar etkin kullanıldığı tartışılması gereken önemli bir husustur. Örneğin; toz toplama sistemlerinin Türkiye’de hızla gelişmesi iş ortamlarındaki tozsuzlaşmaya ve atık oluşumunun azaltılmasına aynı oranda yansıtılabilmiş midir?

Konuyla ilgili daha önce yapılan bir araştırma sonucunda işletmelerin %90’ında çalışma ortamı odun tozu maruziyeti sınır değeri olan 5 mg/m³ ’ün üzerinde çıkmıştır. İşletmelerin %35’inde bu değeri normal değeri 2 katına, %40’ında 3 katına, %15’inde ise 4 katına kadar çıkmıştır (Karademir ve Koç, 2016). Bununla birlikte, bilgisayar kontrollü makinaların üretim sistemleri içerisindeki payının hızla artması verimlilik değerlerine aynı oranda yansıtılabilmekte midir? Yani atık oluşumu azaltılabilmemiştir? Ahşap üst yüzey işlemlerinde geliştirilen akıllı sistemlerin ahşap sektöründe yaygınlığı ve kullanım etkinliği nedir? Boya ve vernik uygulamalarında ortaya çıkan çevresel zararların düzeyi nedir? Kirlenen çevresel ortamın kirlenme düzeyi ve oluşan risk ölçülebilmekte midir?

Avrupada yaşama geçirilmeye başlanan “Bütünleşik ekosistem yönetimi” uygulamaları Türkiye içinde oldukça önemlidir. Bu çerçevede;

- Çevresel odaklı mevzuatın bütünleşik bir anlayışla uygulamaya konması
- Mevzuata uyumlu ilgili geçişi kolaylaştırıcı, mevcut uygulamadaki başarı ve başarısızlıkları değerlendiren bir izleme sisteminin oluşturulması gereklidir.

Orman endüstrisi çevresel odaklı mevzuatı en etkin şekilde uygulamaya başlayan bir sektör olmayı hedeflemelidir. Zira kullandığı ağaç ve ağaç esaslı girdiler yanında ortaya çıkardığı ürünlerle sektör, insan yaşamıyla en yakın etkileşim içerisinde olan sektörlerin başında gelmektedir.

KAYNAKÇA

- Aydın, A.H. ve Çamur, Ö. (2017). Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Çevre Eylem Programları Üzerine Bir İnceleme., Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 7, C. 7, S. 13, Bahar 2017, syf. 22-44, Bingöl.
- Apitz, S.E., Elliott, M., Fountain, M ve Tamara S. (2015). European Environmental Management: Moving to an Ecosystem Approach, Integrated Environmental Assessment and Management, Volume 2, Number 1 — pp. 80–85
- Bozlağan, R. (2010). Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, C. 0 S. 50, syf. 1011-1028.
- Büyükgüngör, H. (2006). Çevre Kirliliği ve Çevre Yönetimi. Toprak İşveren Dergisi, Sayı:72, syf. 1-17, İstanbul.
- Çaça, A. (2016). ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Standartları ile Avrupa Birliği Çevre Etiketleri ve Aralarındaki İlişki: Türkiye’deki Uygulamalar, K.M.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Y. Lisans Tezi, Karaman.
- Erdinler, S. ve Koç, K.H. (2007). Turkish Forest Products Industry From Past To Present, Its Problems And Development Potential, Bottlenecks, Solutions and Priorities in the Context of Functions of Forest Resources, International Symposium, October 17-19, 2007, Harbiye Askeri Müze ve Kültür Sitesi, İstanbul.
- Karabiber, İ. M. (2010). Endüstrilerde ISO-9001:2008 Kalite ve ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemlerinin Getirdiği Fayda ve Kazanımlar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, Basılmamış Y. Lisans Tezi, İstanbul.

- Karademir, D. ve Koç, K.H. (2016). AB Sürecinde Türkiye Mobilya İşletmelerini Bekleyen Fiziksel Çevre Sorunları, Selçuk Üniversitesi Teknik Online Dergisi, Özel Sayı-2 (UMK-2015), Syf. 1205-1218, ISSN:1302-6178.
- Kıran, İ. (2009). İklim Değişikliği; Karbon Ticareti ve Kyoto. Ambalaj Bülteni Dergisi, Mayıs-Haziran, syf. 44-46, İstanbul.
- Koç, K.H., Kurtoğlu, A., Kuşcuoğlu, Ö. ve Öztürk, E. (2009). Türkiye Orman Ürünleri Sektörünün AB'ye Üyelik Sürecinde Mevzuat Esaslı Güncel Sorunları, II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, syf. 166-175, Isparta.
- RG (2008). Çevre Denetim Yönetmeliği, Sayı:27061, 21 Kasım 2008, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/11/20081121-4.htm>, Erişim Tarihi: 1 Ekim 2019, Ankara.
- RG (2014). Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği, Sayı:29115, 10 Eylül 2014, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/09/20140910-4.htm>, Erişim Tarihi: 1 Eylül 2019, Ankara.
- RG (2019). Sıfır Atık Yönetmeliği, Sayı:30829, 12 Temmuz 2019, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190712-9.htm>, Erişim Tarihi: 1 Ekim 2019, Ankara.
- SBB (2019). Onbirinci Kalkınma Planı (2019-2023). TC Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.
- Sencar, P. (2007). Türkiye'de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, T.Ü. Sosyal Bilimler Enst. Kamu Yönetimi ABD. Basılmamış Y. Lisans Tezi, 198 syf., Edirne.
- Sparovec, G., Goran B., Israel L., Klug, F., Alberto, G. ve Barretto, P. (2010). Brazilian Agriculture and Environmental Legislation: Status and Future Challenges, Environ. Sci. Technol., 44, 6046-6053
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme. K.S.Ü. İİBF Dergisi. Sayı:2. syf. 57-73, Kahramanmaraş.
- Yılmaz, R. F. (2011). Sürdürülebilir Kalkınmanın Ölçülmesi ve Türkiye İçin Yöntem Geliştirilmesi, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Uzmanlık Tezi, 224 sf., Ankara.



To Take a Photograph of Global Trade of Some Harmful Goods to Climate Change in The World

¹Erhan M. KURBAN

1. International Trade Department, Karetta Foreign Trade Co.Ltd, erhan@karettaltd.com.tr, Kecioren,06300, Ankara, Turkey

Abstract

This paper reviews global trade of some goods that are harmful to nature especially climate change in the world. Some of the countries agree to support agreements and annexes to keep reducing global warming and climate change, willing to take harmful goods producing and trading under control. Were harmful goods to climate change able to reduce producing and trading between countries and had been taken under control by them with global agreements in the last five years. Have global agreements been efficient to control or not yet its became point. This study was made via taken datasets from International Trade Center (ITC). This study gives information about trade situation of some goods that are harmful to climate change as global. This informations are that the world trade and which country buys and sells the mentioned goods at below and yearly trade data values, accrual value and rate of import, export and market shares.

Some of the studied goods are Personal Deodorants, Hair Lacquers, Shaving Preparations, Shoe Polish, Furniture Wax, Preparations for Deodorising Rooms, Insecticides, Fungicides, Refrigerators etc. that were used in paper. Used datasets have been prepared and issued by ITC based on UN COMTRADE and ITC trade statistics and HS code (Harmonise System Code) as six numbers what is approved by the Word Customs Organization. In this HS code system, goods can have uniq code such as "330530 Hair lacquers" or grouped code such as "330710 Shaving preparations, incl. pre-shave and aftershave products". ITC gives data as global trade picture who buys and sells yearly without any comments about trade conditions and reasons in the world. Values are US Dollar thousand and studied on the world trade value and the first three countries market share in the world. One of the results is for HS code "330530 Hair lacquers", as the world trade

data that import value accrual is 19265, growth rate is 3,44% in the last year. Import value accrual is -104378, growth rate is -15,27% in the last five years. Export value accrual is 60918, growth rate is 10,15% in the last year. Export value accrual is -65640, growth rate is -9,03% in the last five years. Other is for HS code "330710 Shaving preparations...", import value accrual is 30814, growth rate is 2,92% in the last year. Import value accrual is -34854, growth rate is -3,10 % in the last five years. Export value accrual is 69378,

growth rate is 6,91% in the last year. Export value accrual is -8730, growth rate is -0,81% in the last five years. Results show the mentioned goods as global trade generally, import and export values and their growth rates are increasing in the last year and decreasing in the last five years in the world.

Keywords: Climate change, global warming, harmful goods, world trade.

INTRODUCTION

Climate change has influenced all parties of the world in time. Countries and people can not behave as unaware of situation. They would do something. Countries try to take some decisions and make agreements for to keep negative effects of harmful goods to climate and global warming. Some of the countries agree to support agreements and annexes to keep reducing global warming and climate change, willing to reduce harmful goods producing and trading under control. Some of countries have supported this agreements and annexes but is it sufficiently?. In this paper, reviews spot situation for to able to catch aimed target or not, via taken a photograph of global trade of some harmful goods. Also, will look at trading conditions of harmful goods trade export, import volume as global and first three exporters and importers countries and their market share in the world. This global trade picture will give only trend of trade of harmful goods without any comment and data set had studied in this frame. Data set sources are based on International Trade center (ITC). ITC calculations based on UN COM-TRADE and ITC statistics, data have taken from countries and issued as table on their web site which is www.trademap.org. The world value aggregation represents the sum of reporting and non reporting countries data calculated by ITC. In the table, data value unit is used as US Dollar thousand. Data is searched from web site via Harmonise System Code (HS code) as four or six numbers what is approved by the World Customs Organization (WCO). Web site has also HS code search engine. HS code can be searched via keyword at website. Each goods has HS code in international trade. HS code is given to goods by WCO from general to special according to goods case. In this system, for instance, goods can have unique code such as "330530 Hair lacquers" or grouped code such as "330710 Shaving preparations, incl. pre-shave and aftershave products". Data set which were used in this paper updated on October 27th, 2019. Studied goods in this paper, had been chosen at random from 29.12.2018 dated and 30640 numbered, Importing of Ozone Depleting Substances official statement of Republic of Turkey for to take a photograph of global trade. Chosen goods were studied only on numbers without any comment and why-result correlation. Studied goods names for paper are at below:

- Hair Lacquers
- Shaving Preparations
- Personal Deodorant
- Shoe , Leather Polish
- Furniture, Floor Wax
- Preparations for Deodorising Rooms
- Insecticides (Inc. Metthylbromide)
- Fungicides (Inc. Metthylbromide)
- Mixtures containing Chlorofluorocarbons
- Household Refrigerators, compression type

RESULTS

Results of the study are at below in one by one based on goods. Value unit is US Dollar thousand.

Hair Lacquers, HS Code is 3305.30

The world trade data that export value accrual is 60918, growth rate is 10,15% in the last year. Export value accrual is -65640, growth rate is -9,03% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is 19265, growth rate is 3,44% in the last year. Import value accrual is -104378, growth rate is -15,27% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order Germany, United States of America, Hungary and their export market share percent in the world are in order 23,11%, 9,78%, 9,57%.

The first three importers of the world are in order United States of America, United Kingdom, Germany and their import market share percent in the world are in order 9,27%, 8,39%, 7,93% .

Shaving preparations, incl. pre-shave and aftershave products, HS code is 3307.10

The world trade data that export value accrual is 69378 , growth rate is 6,91% in the last year. Export value accrual is -8730 , growth rate is -0,81% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is 30814, growth rate is 2,92% in the last year. Import value accrual is -34854, growth rate is -3,10% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order United Kingdom, Belgium, Germany, and their export market share percent in the world are in order 15,97%, 11,70%, 10,69%.

The first three importers of the world are in order Belgium, Germany, Poland and their import market share percent in the world are in order 12,77%, 8,33%, 6,67% .

Personal deodorants and antiperspirants, HS code is 3307.20

The world trade data that export value accrual is 241128 , growth rate is 6,91% in the last year. Export value accrual is -216447, growth rate is -5,48% in the last five years.

The world trade data that Import value accrual is 231935 , growth rate is 6,44% in the last year. Import value accrual is -301447 , growth rate is -7,29% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order United Kingdom, Germany, United Arab Emirates and their export market share percent in the world are in order 12,54%, 12,01%, 6,77% .

The first three importers of the world are in order Germany , Netherlands, United Arab Emirates and their import market share percent in the world are in order 6,46%, 5,65%, 5,11% .

Polishes, creams and similar preparations, for footwear or leather, whether or not in the form... , HS code is 3405.10

The world trade data that export value accrual is -7941, growth rate is -2,20% in the last year. Export value accrual is -57646, growth rate is -14,01% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is 5252, growth rate is 1,57% in the last year. Import value accrual is -31721, growth rate is -8,55% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order Germany, China, Turkey and their export market share percent in the world are in order 13,86%, 12,67%, 8,52%.

The first three importers of the world are in order Germany, Russian Federation, Netherlands and their import market share percent in the world are in order 8,00%, 5,33%, 4,95% .

Polishes, creams and similar preparations, for the maintenance of wooden furniture, floors ... , HS code is 3405.20

The world trade data that export value accrual is -3474, growth rate is -2,17% in the last year. Export value accrual is -52087, growth rate is -24,99% in the last five years.

The world trade data that Import value accrual is -18579, growth rate is -10,45% in the last year. Import value accrual is -67252, growth rate is -29,70% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order Netherlands, United States of America, Italy and their export market share percent in the world are in order 10,77%, 10,56%, 7,84% .

The first three importers of the world are in order China, United States of America, Germany and their import market share percent in the world are in order 6,22%, 5,36%, 5,09% .

Preparations for perfuming or deodorising rooms, incl. odoriferous preparations used during , HS code is 3307.49

The world trade data that export value accrual is 172473, growth rate is 6,72% in the last year. Export value accrual is -122397, growth rate is -4,28% in the last five years.

The world trade data that Import value accrual is 259515, growth rate is 10,11% in the last year. Import value accrual is 168563 , growth rate is 6,34% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order China, United States of America, Mexico and their export market share percent in the world are in order 14,59%, 10,15%, 9,27%.

The first three importers of the world are in order United States of America, Japan, United Kingdom and their import market share percent in the world are in order 11,49%, 7,43%, 6,57% .

Insecticides (Inc. Metthylbromide, excluding goods of subheading 3808.50), HS code is 3808.91

The world trade data that export value accrual is 1302680, growth rate is 16,67% in the last year. Export value accrual is 452957, growth rate is 5,23% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is 782590, growth rate is 9,29% in the last year. Import value accrual is 209593, growth rate is 2,33% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order United States of America, China, India and their export market share percent in the world are in order 15,58%, 15,26%, 10,41%.

The first three importers of the world are in order Brazil, United States of America, France and their import market share percent in the world are in order 13,35%, 3,83%, 3,82% .

Fungicides (Inc. Metthylbromide, excluding goods of subheading 3808.50), HS code is 3808.92

The world trade data that export value accrual is 44875 , growth rate is 0,51% in the last year. Export value accrual is -498987, growth rate is -5,33% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is 45909, growth rate is 0,50% in the last year. Import value accrual is -355142, growth rate is -3,67% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, first three exporters of the world are in order France, Germany, Spain and their export market share percent in the world are in order 16,09%, 14,20%, 9,15% .

The first three importers of the world are in order France, Germany, Brazil and their import market share percent in the world are in order 7,40%, 6,91%, 6,10% .

Mixtures containing chlorofluorocarbons, whether or not containing, HS code is 3824.71

The world trade data that export value accrual is -2990, growth rate is -19,77% in the last year. Export value accrual is 5967, growth rate is 96,71% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is 20466, growth rate is 56,42% in the last year. Import value accrual is 31751, growth rate is 127,05% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order United States of America, Ghana, Denmark and their export market share percent in the world are in order 19,58%, 17,57%, 14,62%.

The first three importers of the world are in order Denmark, Saudi Arabia, Egypt and their import market share percent in the world are in order 19,45%, 12,71 %, 12,55% .

Household Refrigerators, compression type, HS code is 8418.21

The world trade data that export value accrual is 80048, growth rate is 1,96% in the last year. Export value accrual is -529670, growth rate is -11,29% in the last five years.

The world trade data that import value accrual is -32629, growth rate is -0,86% in the last year. Import value accrual is -223268, growth rate is -5,61% in the last five years.

Besides, according to values in 2018, the first three exporters of the world are in order China, Thailand, Germany and their export market share percent in the world are in order 33,66%, 15,46%, 8,10% .

The first three importer of the world are in order United States of America, United Kingdom, France and their import market share percent in the world are in order 14%, 7%, 6% .

DISCUSSION

This study will give light to see to researchers via only numbers to review global trade conditions of harmful goods and effects of level of agreements about to keep global climate sufficiently or not yet to catch wishing point.

CONCLUSION

Results of choosen at random ten harmfull goods to climate show that with general statements without any comment, seven subsantances of global trade export and import values and their growth rates are increasing in the last year and decreasing in the last five years.

This substances are in order Hair Lacquer, Personal Deodorant, Shaving Preparations, Shoe and Leather Polish, Furniture and Floor Wax, Fungicides, Household Refrigretor.

Remain three substances of global trade export and import value and their growth rates are increasing in the last year and increasing in the last five years.

This substances are in order Preparations for Deodorasing rooms, Choloroflorocarbons Mixtures, Insecticides.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to Ms. Dilara Kurban to contribute to the study.

REFERENCES

- Data Source Website is International Trade Center, Trademap.
[http:// www.trademap.org/Index.aspx](http://www.trademap.org/Index.aspx) , (accessed on 27 October, 2019).



The Importance of Supply Chain in Biopower Plant with Regards to Climate Change

¹Fahriye Enda TOLON, ²Filiz KARAOSMANOĞLU

1. Department of Industrial Engineering, İstanbul Gedik University, Kartal, 34876, İstanbul, Turkey

2. Department of Chemical Engineering, İstanbul Technical University, Maslak, 34467, İstanbul, Turkey

Abstract

The global warming of 1.5°C special report prepared by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) reveals the urgency of limiting global warming to 1.5°C. According to the report, constraining warming to 1.5° C relies upon greenhouse gas emissions throughout the following decades. The increasing share of renewable energy resources in the energy production range help to reduce the greenhouse gas emissions of energy origin; in other words, the carbon footprint that one of the reasons for climate change. Biomass among renewable energy sources is technically advantageous in terms of climate change. Biomass is considered as carbon-neutral by combustion of the biomass if the source comes from sustainable sources since the carbon dioxide emissions released during the combustion of biomass are absorbed by the photosynthesis during the growth of biomass sources. In renewables, sustainably harvested

biomass considered carbon neutral. However, in addition to the assumption, there are many stages in energy production from biomass, which require the supply of feedstock from the field to the conversion plant. Therefore, the carbon footprint of each step of the biopower plant supply chain should manage correctly. Also, energy production from forest biomass should sustain in a sustainable way and suitable for almost zero waste management to reverse the effects of land degradation and deforestation. In this study, it is aimed to reveal the necessity of the supply chain in regards to climate change, which does not disrupt the ecosystem with low carbon footprint and thus low impact on climate change in biopower production from biomass.

Keywords: biomass, forest biomass, biopower, carbon footprint, supply chain

INTRODUCTION

Trees, forests, and forest ecosystems have an essential role in the history of humanity. For housing, protection, and nutrition, people first benefited from trees, forests, and forest ecosystems; then, with the discovery of the fire, the first solid fuel-wood was burned, and the heating need also met by trees and forests. Since then, by discovery of fossil resources and its widespread use by the industrial revolution, energy sources have become the most basic necessity of humanity for heating, cooking, transportation, and lighting.

According to the International Energy Agency, energy production and consumption is the largest sources of global greenhouse gas emissions (GHG) which are the most significant driver of climate change. Even so, production and consumption of energy affect climate change; forest biomass source-based energy generation can contribute to anthropogenic emissions savings that cause climate change. Biomass is considered as carbon-neutral by combustion of the biomass if the source comes from sustainable forests since the carbon dioxide emissions released during the combustion of biomass are absorbed by the photosynthesis during the growth of biomass sources (Zanchi et al., 2012).

Supplying forest biomass materials from the field to the biopower plant is called the forest biomass supply chain, which requires many processes like production, pre-treatment, transportation, storage even though the assumption of GHG emissions neutralizing in the re-growth of forests, each of these stages has its carbon-footprint (Jäppinen et al., 2014). It is critical in achieving the correct application of a sustainable biomass supply chain (Eksi & Karaosmanoglu, 2017).

This study aims to reveal that each of the forest biomass supply chain stages has a separate carbon footprint with the importance of the supply chain to generate energy from biomass with a low carbon footprint on climate change. The paper organized as follows. First, an overview of the forest biomass supply chain described. Then, carbon footprint of forest biomass supply chain given with brief information from the literature.

FOREST BIOMASS SUPPLY CHAIN

The supply chain is the movement of the material between the source and the end-user (Sharma et al., 2013). Supplying forest biomass from field to biopower plant for transforming into energy requires integrated management. The purpose of feedstock supply is to produce energy from various forest biomass resources that meet the requirements of the biopower plant regarding fuel quality (e.g., moisture content, particle size, ash content) and fuel costs. On the other hand, the principal goal of the biomass supply chain is limit activity costs, ecological effects of the supply chain, and guarantee stable feedstock supply and improving productivity and performance (Hong et al., 2016; Mafakheri and Nasiri, 2014).

The forest biomass supply chain consists of processes from the harvest to the biopower plant; these processes are production, pre-treatment / pre-processing, transportation. Figure 1 shows a schematic representation of the forest biomass supply chain. In detail, production process occurs from different steps of such as land preparation, planting cultivation, harvesting & collection, pre-treatment process occurs from size reduction, comminution, densification, drying, and transportation process occur from storage, handling, and field transport (Hong et al., 2016; Lu and Zhao, 2013; Yue and Youi 2016).

Notwithstanding the way that the essential exercises of the forest biomass supply chain have principal models, the field practices can shift among a couple of factors, for instance, the method of harvesting and pre-processing techniques, specialized qualities of the chosen equipment, the distance between to the field of the feedstock and the biopower plant and the selected transportation strategy. Therefore, each step of the supply chain should always take into attention, as the carbon footprint will vary depending on all these factors (Rafael et al., 2015).

CARBON FOOTPRINT OF FOREST BIOMASS SUPPLY CHAIN

A measure of the carbon dioxide, which is the equivalent of greenhouse gas emissions in a given period, directly or indirectly caused by a person, society, organization, activity, or product or service,

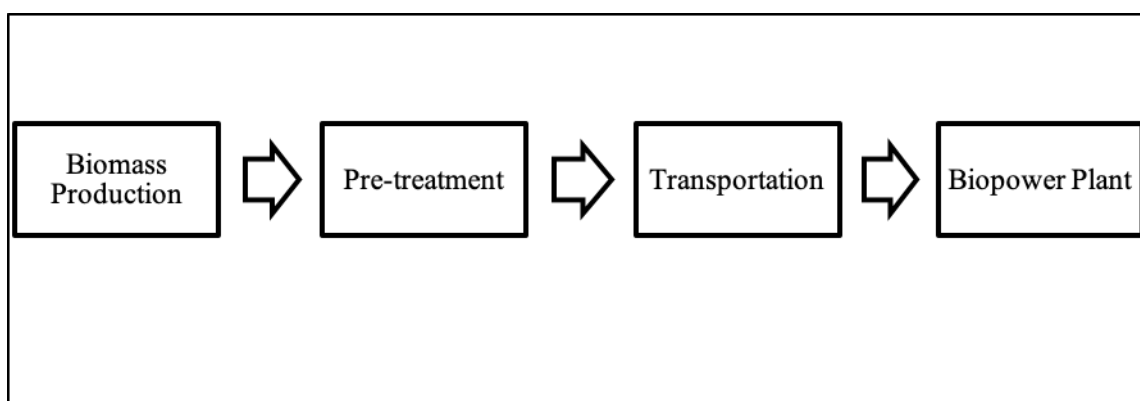


Figure 1. Forest Biomass Supply Chain

is called a carbon footprint. In the process of energy production from forest biomass, the net carbon footprint is mainly due to indirect carbon emissions generated through the supply chain (Bernetti et al., 2010).

Biomass supply chain activities, from feedstock producing to energy production, are attached to carbon emissions, and each process has its carbon footprint, especially harvesting and transportation (Grant and Clarke, 2010; Murphy et al., 2014; Tittmann and Yeh, 2013).

GHG emissions that occur from harvesting processes varies due to the harvesting systems, harvest types, and forest types, location characterize (Nassar et al., 2014; Zhang et al., 2016; Borand & Karasmanoğlu, 2018). Selected studies for GHG emissions of forest harvesting solutions at 50% moisture content wet basis is presented in Table 1.

Table 1. Emission profiles of forest harvesting solutions.

Woody Biomass Type	Country	Harvesting System	GHG Emission CO ₂ equivalents (kg CO ₂ eq/tonnes)	Reference
Pulpwood	USA	Full mechanized Cut-to-Length Harvesting System, Whole Tree Harvesting System	7.2-25.8	(Zhang et al., 2016)
Short Rotation Coppice	Italy	Forager Harvester (Header GBE2 fitted), Tractor (a chipping header coupled)	4.4-7.5	(Bacenetti et al., 2016)
Pulpwood	USA	Full Processor/Forwarder Feller-Buncher/Skidder/Slasher Chainsaws/Skidder	17.8	(Handler et al., 2014)

If biomass not used in the field where produced, a large amount of raw material must regularly be transported to the biopower plant. Usually, large quantities of biomass need to be carried, due to the high volumes of the relatively low energy density materials. Also, due to the distributed nature of the feedstock causes long distances transport. All in all, the biomass supply associated with a significant amount of carbon emission as a result of transportation. Selected studies of the literature for GHG emission profiles of transportation of forest biomass supply at 50% moisture content wet basis is presented in Table 2.

Table 2. Emission profiles of forest biomass transportations

Woody Biomass Type	Transportation Type	Distance (km)	GHG Emission CO ₂ equivalents (kg CO ₂ eq/tonnes)	Reference
Douglas fir timber	Truck	200	38.2	(Sonne, 2006)
Softwood logs	Truck	107	9.2	(Slade et al., 2009)
Mountain forest	Truck	64	10.2	(Valente et al., 2011)

CONCLUSION

Meeting the heating, cooking, transportation, and lighting needs biomass has excellent potential with technical advantages, and to meet these needs from forest biomass within the maximum potential the right sustainability applications required.

One of the most significant factors in the total carbon footprint of a climate-resistant biopower plant is supply chain management. Even if production energy from sustainable forest biomass considered as closed carbon cycle, the process of the supply chain of feedstock from the forest to biopower plant causes the release of greenhouse gas emissions.

The carbon footprint of the forest biomass supply chain varies according to the differences in the harvesting and pre-treatment methods, the distance required to transport the raw material from the field to the plant, the type of transport, and the differences in each step of the supply chain. Therefore, for a climate-friendly biopower plant, the supply chain must be sustainably managed from source to end-use, from forest to exhaust emissions.

REFERENCES

- Bacenetti, J., Pessina, D., & Fiala, M., 2016. Environmental assessment of different harvesting solutions for Short Rotation Coppice plantations. *Science of the Total Environment*, 541 (Supplement C), 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.095>
- Bernetti, I., Ciampi, C. and Sacchelli, S. 2010. Minimizing carbon footprint of biomass energy supply chain in the Province of Florence, Metod. Ilościowe w Badaniach Ekon., 1:11, 24–36.
- Borand, M. N., & Karaosmanoğlu, F. 2018. Effects of organosolv pretreatment conditions for lignocellulosic biomass in biorefinery applications: A review. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 10(3), 33104.
- Eksi, G., & Karaosmanoglu, F. 2017. Combined bioheat and biopower: A technology review and an assessment for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1313–1332. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.093>
- Grant, N. and Clarke, A. 2010, Biomass-a burning issue, *Assoc. Environ.*, 2–5.
- Handler, R. M., Shonnard, D. R., Lautala, P., Abbas, D., & Srivastava, A., 2014. Environmental impacts of roundwood supply chain options in Michigan: life-cycle assessment of harvest and transport stages. *Journal of Cleaner Production*, 76 (Supplement C), 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.040>
- Hong B. H., How B. S., and Lam H. L., 2016. Overview of sustainable biomass supply chain: from concept to modelling, *Clean Technol. Environ. Policy*, 18.7: 2173–2194.

- Jäppinen, E., Korpinen, O.-J., & Ranta, T. 2013. The effects of local biomass availability and possibilities for truck and train transportation on the greenhouse gas emissions of a small-diameter energy wood supply chain. *BioEnergy Research*, 6.1: 166–177.
- Lu, M. and Zhao, Q., 2013. Brief Analysis of Characteristics and Further Research Orientation of Bioenergy Supply Chain, *Nat. Resource.*, 4, 1, 105.
- Mafakheri, F. and Nasiri, F., 2014. Modeling of biomass-to-energy supply chain operations: applications, challenges and research directions. *Energy Policy*, 67, 116–126.
- Murphy, F., Devlin, G. and McDonnell, K., 2014. Forest biomass supply chains in Ireland: A life cycle assessment of GHG emissions and primary energy balances, *Appl. Energy*, 116, 1–8.
- Nassar, N. T., Lippke, B. R., & McCarter, J. B., 2014. Carbon, Fossil Fuel, and Biodiversity Mitigation With Wood and Forests AU-Oliver, Chadwick Dearing. *Journal of Sustainable Forestry*, 33:3, 248–275. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.839386>
- Rafael, S., Tarelho, L., Monteiro, A., Monteiro, T., Gonçalves, C., Freitas, S., & Lopes, M., 2015. Atmospheric emissions from forest biomass residues to energy supply chain: A case study in Portugal. *Environmental Engineering Science*, 32:6, 505–515.
- Sharma, B., Ingalls, R. G., Jones, C. L., & Khanchi, A., 2013. Biomass supply chain design and analysis: Basis, overview, modeling, challenges, and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 608–627.
- Slade, R., Bauen, A., & Shah, N., 2009. The greenhouse gas emissions performance of cellulosic ethanol supply chains in Europe. *Biotechnology for Biofuels*, 2:1, 15.
- Sonne, E., 2006. Greenhouse gas emissions from forestry operations. *Journal of Environmental Quality*, 35:4, 1439–1450.
- Tittmann P., and Yeh S., 2013. A Framework for Assessing the Life Cycle Greenhouse Gas Benefits of Forest Bioenergy and Biofuel in an Era of Forest Carbon Management, *J. Sustain. For.*, 32: 1–2, 108–129.
- Valente, C., Hillring, B. G., & Solberg, B., 2011. Bioenergy from mountain forest: a life cycle assessment of the Norwegian woody biomass supply chain. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26:5, 429–436.
- Yue, D. and You, F., 2016. 7 - Biomass and biofuel supply chain modeling and optimization, in *Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining*, Woodhead Publishing, 149–166.
- Zanchi, G., Pena, N., & Bird, N. 2012. Is woody bioenergy carbon neutral? A comparative assessment of emissions from consumption of woody bioenergy and fossil fuel. *Gcb Bioenergy*, 4.6: 761–772.
- Zhang, F., Johnson, D. M., Wang, J., & Yu, C., 2016. Cost, energy use and GHG emissions for forest biomass harvesting operations. *Energy*, 114, 1053–1062.



Session Chair: Prof. Dr. Ünal AKKEMİK • Co-Chair: Prof. Dr. Asko LEHTIJARVI

CHAPTER FIVE



The Global Warming Potential of Wood and Fossil-based Fuel Production and Electricity Generation

¹Merve Nazli BORAND

1. Energy Systems Engineering Department, Yalova University, Cinarcik Yolu Merkez Kampus, 77100, Yalova, Turkey

Abstract

The industry and transportation sector have been increasing greatly since industrial evolution. Both these sectors, energy consumption is extremely high and this energy is mainly produced from fossil fuels, currently. As it is known that fossil fuel has large impacts on climate change. The usage of forests as energy forestry in fuel and electricity generation is one of the main challengers to fossil usage about climate change. This study is aimed to present the comparison of climate change effects of fuels and electricity generation from wood and fossil-based feedstocks.

Accordingly, the life cycle assessment method was used. Life cycle assessment is determined by a product each impact on the environment from cradle to grave. Thus, each production step is examined individually such as production and transportation of feedstock, production, distribution, usage, recycling, and final disposal and total impacts are found. SimaPro life cycle assessment software was applied to calculate the impacts on climate change of each product. The functional unit was set 1 MJ and system boundary was selected from cradle to grave. The impact category was selected as the Intergovernmental Panel on

Climate Change (IPCC) 2007 global warming potential (GWP) for 100 years. This method clears the impact of each product only on climate change. For calculations, Ecoinvent database and literature studies were used. For electricity generation feedstocks were selected as wood, hard coal, natural gas, and lignite and for fuel production bioethanol from wood, unleaded gasoline, low sulfur gasoline, and regular gasoline were selected and compared.

According to LCA results, the impacts on climate change has been found as 0.00327 kgCO_{2eq}, 0.304 kgCO_{2eq}, 0.209 kgCO_{2eq}, 0.365 kgCO_{2eq} for wood, hard coal, natural gas, and lignite, respectively. In addition, for fuel production the results were found as 0.134 kgCO_{2eq}, 0.978 kgCO_{2eq}, 0.941 kgCO_{2eq}, 0.900 kgCO_{2eq} for bioethanol from wood, unleaded gasoline, low sulfur gasoline and regular gasoline, respectively. This study clearly shows that both biofuel and bioelectricity generation, wood usage is less impact on climate change than fossil fuels.

Keywords: Bioelectricity generation, biofuel production, energy forestry, global warming potential

INTRODUCTION

Energy demand is rapidly increasing in parallel with industrialization, urbanization, population growth, increased transportation, quality of life enhancements, day by day. Different sources could be used to provide this demand. Currently, petroleum products such as coal, natural gas, lignite, gasoline, diesel, and fuel oil are used for energy production. Especially, petroleum products are a pioneering resource for electricity generation and transportation fuel.

In 2017, the total electricity generation in the world was 25721 TWh. The global energy demand is increasing rapidly. In electricity generation, mainly fossil-fuels such as natural gas, coal, lignite, and oil, and renewable source such as solar, hydropower, photovoltaics, geothermal, and biofuels are used (IEA, 2019).

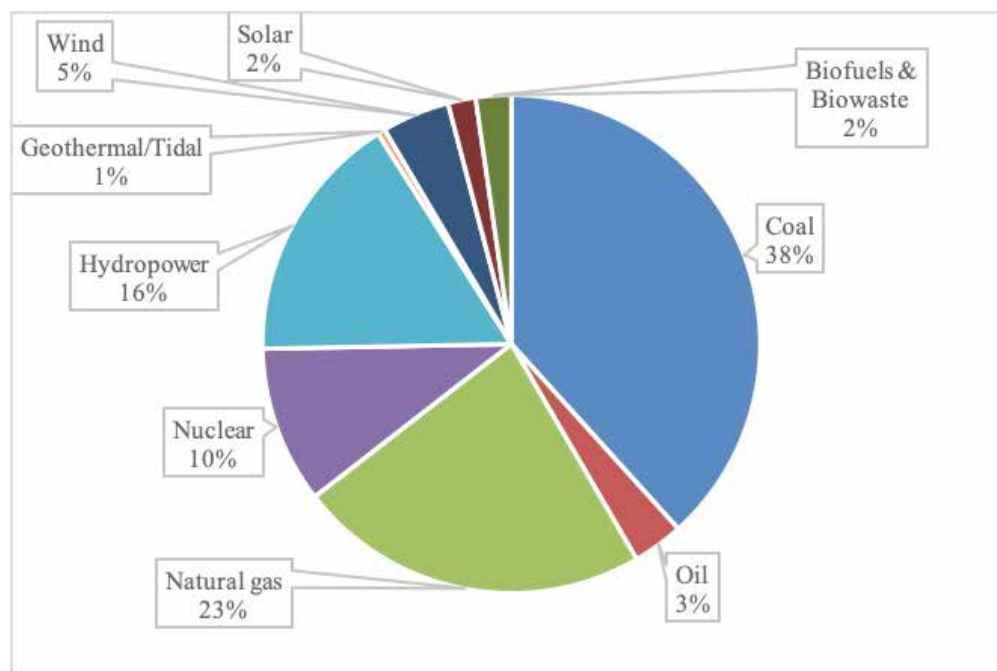


Figure 1. Fuel consumption by the source in electricity generation in the world (IEA, 2019).

According to Figure 1, total fossil-fuel consumption is 64% for electricity generation and consists of 38% of coal, 23% of natural gas, and 3% of oil the world. The share of renewable sources is only 26%. This figure indicates that fossil fuel dependency is high for electricity generation in the world (IEA, 2019). On the other hand, the fossil-fuel dependency on electricity generation is higher in Turkey. Turkey's electricity generation was 303.3 billion kWh in Turkey in 2018 and it combined from 37.3% of coal, 29.8% of natural gas, 19.8% of hydropower, 6.6% of wind, 2.6% of photovoltaic, 2.5% of geothermal, and 1.4% of other sources. Total fossil-fuel usage was 67.1% (ETKB, 2019).

Besides the electricity generation, the energy demand in transportation sector is also high. 28% of total energy consumption is demanded from transportation sector and fossil-fuel dependency is the highest in transportation sector.

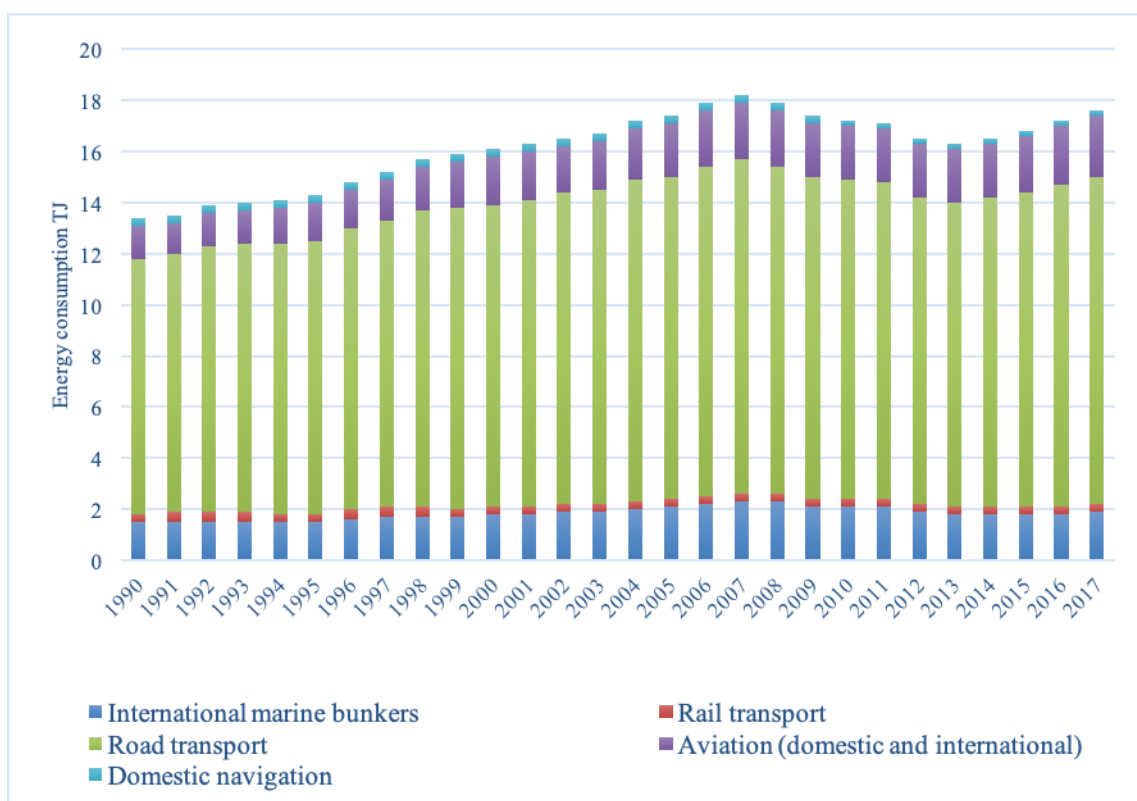


Figure 2. Energy consumption in the transportation sector in the world (EIA, 2019).

According to Figure 2, the fuel consumption in domestic navigation and rail transport were similar in the years between 1990 and 2017. However, the consumption in road transport and aviation sector has been increasing year by year. The total energy consumption in the transportation sector was 17.8 TJ in 2017 (EIA, 2019). The consumption share in the transportation sector by resources is presented in Figure 3.

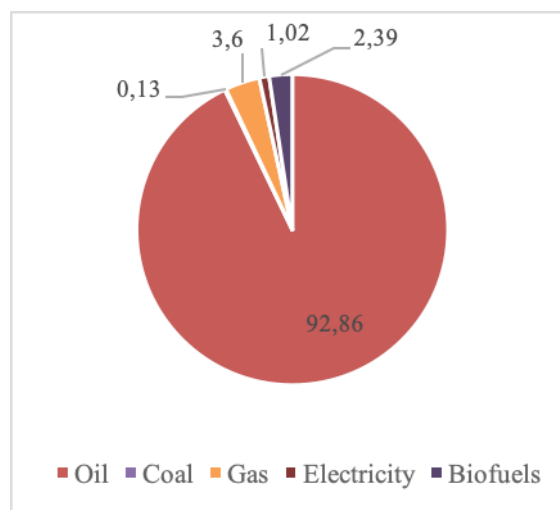


Figure 3. Fuel consumption by the source in the transportation sector in the world (EIA, 2019).

The oil has still the highest share in the transportation sector. Then, gas, biofuels, electricity, and coal follow oil. The fossil-fuel dependency in transportation sector was 96.59% in the world (EIA, 2019). Besides, the fossil-fuel consumption in transportation sector was 26.4 MT in Turkey, while the biofuel consumption was only 0.146 MT in 2017. In Turkey, the most consumed fuels were diesel, liquefied natural gas (LPG), gasoline, and aviation fuel, respectively (ETKB, 2018).

Although fossil fuels have dominance in energy production, other alternative energy sources could be used for energy production due to environmental impacts of fossil-based fuels. Therefore, biomass is

an efficient and strategic candidate as energy sources because it is renewable, environmentally friendly, favorable to socio-economic development, and suitable for producing solid, liquid, and gaseous fuels, in addition to power, heat and cold (Isler & Karaosmanoglu, 2010). Biomass is readily available for all locations and describes all biologically produced carbonaceous materials on Earth. Although there are a variety of biomass sources that could be used for energy production, the highest share has occurred from three areas: forests, agriculture, and wastes/residues (McKendry, 2002; Strezov, 2015). The woody biomass, which occurs from forests, is named as forest biomass. Forest biomass is the most widely terrestrial biomass and among the most biologically valuable and genetically diverse ecosystems in the world. Woody biomass has flexibility in harvesting time that does not affect by seasonal differences, unlike agricultural plants. Besides, the lower ash content, higher density, economical transportation due to strong structure make forests more advantageous than agricultural crops (Gabrielle, Wernsdorfer, Marron, & Deleuze, 2016; Hadar, 2013; Köhl et al., 2015).

The term of energy forestry is forest plantations solely for energy production. With this purpose, fast-growing and high calorific valued tree species are selected. Unlike conventional forests, 3 to 5 years are required as harvesting time. Generally, wood production from energy forestry is 20-60 t/ha.y. In energy forestry, the species that grow 2 to 5 years are classified as short rotation coppice (SRC) and the species that grow 8 to 20 years are classified as short rotation forestry (SRF) (Saracoglu, 2018). Therefore, the wood, which is required for energy production, is obtained at shorter periods.

Electricity generation from both fossil and wood are the same concept. In electricity generation, feedstock is combusted in boilers and steam is generated. Therefore, this steam is used in turbine to produce electricity (Eksi & Karaosmanoglu, 2017). On the other hand, fossil fuel is obtained from extraction of crude oil, while wood-based fuel (bioethanol) is producing by pretreatment, hydrolysis, fermentation, and distillation steps (Borand, 2019). Bioethanol is used as an alternative to gasoline. It could be used as a fuel or fuel additive in gasoline.

Life cycle assessment (LCA) uses a cradle-to-grave, cradle-to-cradle, gate-to-gate, or gate-to-cradle approach to assess the environmental impacts of a process or a product associated with all the stages, which is from raw material extraction through materials processing, manufacture, distribution, and use. ISO published ISO 14040 series for standardization between 1997 to 2002 (ISO, 2006a; ISO, 2006b). According to ISO standards, general methodological framework of LCA has four components such as goal and scope definition, inventory analysis (LCI), impact assessment (LCIA), and interpretation. Global warming potential (GWP) is one of the tools in the LCA for calculation environmental impacts. GWP gives the carbon footprint of a process or a product in the 100-year time.

In this study, the main aim is to calculate and compare the GWP of the fossil-based and wood-based electricity generation and fuel production. For electricity generation, the resources were selected as wood, coal, lignite, and natural gas and for fuel production; the resources were selected as wood, unleaded gasoline, low-sulfur gasoline, and regular gasoline.

MATERIALS AND METHODS

For the GWP calculation, SimaPro Version 7.1 software was used. SimaPro uses IPCC 2007 protocol for GWP calculations. The system boundary was selected gate-to-gate for electricity generation, and gate-to-cradle for fuel production. The reason for selecting different system boundaries is when electricity is consumed; the pollutants do not depend on the sources from which the electricity is generated. However, the pollutants are different when the fossil-based fuel or wood-based fuel is combusted. The functional unit was selected 1 MJ electricity for electricity generation and 1 km driving for fuel production which means production and combustion of fuel required for the vehicle to travel 1 km.

There are some assumptions were required for LCA calculation. These assumptions were average installed technology, 100-year time, and 35% of thermal efficiency for electricity generation and all engines were gasoline Euro5 standard vehicles for fuel production.

RESULTS AND DISCUSSION

SimaPro Version 7.1 calculated global warming potential for 100-year results. For both electricity generation and fuel production, the GWP reduction ratios are illustrated in the figures. Then, GWP results are presented in the tables.

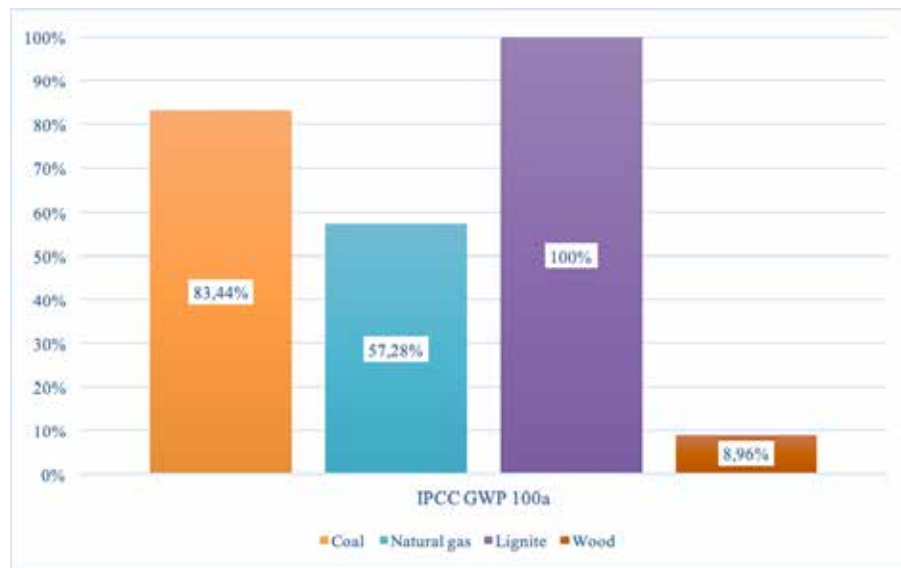


Figure 4. GWP reduction ratio of electricity generation.

Figure 4 indicates that, while the carbon footprint of lignite has 100 units, coal, natural gas, and wood-based electricity have 83.44 units, 57.28 units, and 8.96 units, respectively. The maximum carbon footprint has occurred from lignite and the cleanest electricity generation is from wood, according to LCA results. Table 1 gives the calculated carbon footprint for each electricity generation.

Table 1. GWP results of electricity generation.

Unit	Hard Coal	Natural Gas	Lignite	Wood
kgCO _{2eq}	0.304	0.209	0.365	0.0327

The maximum result is found for lignite and it has 0.365 kg CO_{2eq} for 1 MJ electricity generation, while the hard coal, lignite, and wood are 0.304 CO_{2eq}, 0.209 CO_{2eq}, and 0.0327 CO_{2eq}, respectively. In Figure 5 and Table 2 present the GWP results of fuel production.

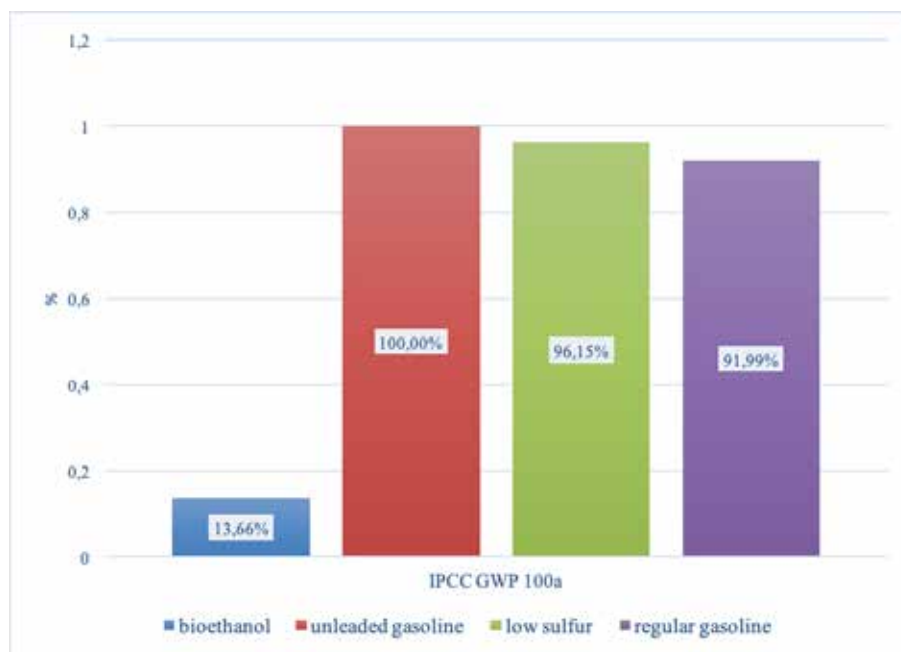


Figure 5. GWP reduction ratio of fuel production.

It is clearly seen in Figure 5 that, petroleum products such as unleaded gasoline, low sulfur gasoline, and regular gasoline are nearly 8 times higher than wood-based fuel, bioethanol. The maximum car-

bon footprint is from unleaded gasoline because for production of unleaded gasoline more separation processes are required than normal gasoline. Similar to unleaded gasoline, low sulfur gasoline has higher carbon footprint than regular gasoline due to extra separation process requirement. While combustion of regular gasoline has higher carbon footprint, the production of the fuel has lower carbon footprint than unleaded gasoline and low sulfur gasoline. The minimum carbon footprint has occurred from bioethanol.

Table 2. GWP results of fuel production.

Unit	Bioethanol	Unleaded Gasoline	Low Sulfur Gasoline	Regular Gasoline
kgCO _{2eq}	0.134	0.978	0.941	0.9

Table 2 gives the amount of carbon footprint for bioethanol, unleaded gasoline, low sulfur gasoline, and regular gasoline. Bioethanol is the cleaner fuel than other fossil-based fuels.

CONCLUSION

In conclusion, for both electricity generation and fuel production, using wood as a feedstock is a cleaner alternative than fossil-based feedstock. Wood electricity is nearly 90% of carbon emission reduction than coal, lignite, and natural gas. For fuel production, wood-based fuel, bioethanol, decrease 80% of carbon emissions. It is cleaner feedstock for fuel production than unleaded gasoline, low sulfur gasoline, and regular gasoline. The cleaner feedstock selection is one of the most important steps in the fight against climate change.

REFERENCES

- ETKB, (2018). Denge Tablosu 2017. Retrieved from TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı web-site: <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>
- ETKB, (2019). Elektrik. Retrieved October 15, 2019, from <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>
- Borand, M. N. (2019). Design and Life Cycle Assessment of Integrated Organosolv Based Biorefinery: Simulated Case Studies Utilizing Sessile Oak (*Quercus Petraea*) Coppices and Industrial Wood Sawdust from Bursa/Turkey Region. Istanbul Technical University.
- EIA, (2019). Transportation sector energy consumption. Retrieved from <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/transportation.pdf>
- Eksi, G., & Karaosmanoglu, P. D. F. (2017). Life Cycle Assessment of Combined Bioheat and Bio-power Production and Cost: Simulated Case Studies Based on Combustion Utilizing Turkish Oak (*Quercus Cerris* L.) Coppices. Istanbul Technical University, Istanbul.
- Gabrielle, B., Wernsdorfer, H., Marron, N., & Deleuze, C. (2016). 2 - Biomass feedstocks. In J. B. Holm-Nielsen & E. A. Ehimen (Eds.), Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining (pp. 15–51). <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-366-9.00002-2>
- Hadar, Y. (2013). Sources for Lignocellulosic Raw Materials for the Production of Ethanol. In V. Faraco (Ed.), Lignocellulose Conversion: Enzymatic and Microbial Tools for Bioethanol Production (pp. 21–38). https://doi.org/10.1007/978-3-642-37861-4_2
- IEA, (2019). Energy Statistics. Retrieved October 15, 2019 from <https://www.iea.org/statistics/>
- Isler, A., & Karaosmanoglu, F. (2010). Biofuels in Turkey. In B. Karapinar, F. Adaman, & G. Özertan (Eds.), Rethinking Structural Reform in Turkish Agriculture: Beyond the World Bank's Strategy. Nova Science Publisher.



- Köhl, M., Lasco, R., Cifuentes, M., Jonsson, Ö., Korhonen, K. T., Mundhenk, P., ... Stinson, G. (2015). Changes in forest production, biomass and carbon: Results from the 2015 UN FAO Global Forest Resource Assessment. *Forest Ecology and Management*, 352, 21–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.036>
- McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83(1), 37–46. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)
- ISO, (2006a). ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - principles and framework. Switzerland.
- ISO, (2006b). ISO 14044 Environmental management - Life cycle assessment - requirements and guidelines. Switzerland.
- Saracoglu, N. (2018). Küresel iklim değişikliği biyoenerji enerji omancılığı ve yenilenebilir enerji kaynakları. Ankara/TURKEY: Efil Publishing.
- Strezov, V. (2015). Biomass Processing Technologies (V. Strezov & T. Evans, Eds.). <https://doi.org/10.1201/b17093>



Dryland Afforestation Practices in Central Anatolia

¹Oktay YILDIZ

1. Duzce University, Forestry Faculty, Konuralp, Duzce

Abstract

Drylands in the Central Anatolian region are considered the most fragile ecosystem in the face of climate variability and future climate change. Shallow soils and persistent summer drought lead to steppe formation in the Central Anatolian Region. Recurrent disturbance of ground cover by animal grazing and agricultural practices leads to significant loss of productive top soil and rendered the sites prone to erosion. In the 1960s, the Turkish government launched an afforestation action program to reclaim these degraded lands. According to the Ministry of Forestry and Water Affairs, nearly 900 thousand hectares of land were afforested for soil protection by now. Based on the results gathered from the last seven decades' practice, Turkish pine and Arizona cypress do well from the bottomland up to 1200 m elevation. Above 1200 m. Lebanese cedar and black pine can be preferred (especially in Ekecik and Hasandağı mountains). Scotch pine do well above 1300 m elevation up to 1700 m. Black locust (*Robinia pseudoacacia*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*), narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifo-*

lia), mahaleb cherry (*Prunus mahaleb*), *Gladitschia* spp. are considered relatively successful on foothills. Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) are successful in the bottomlands and riparian zones. Almond (*Prunus amygdalus*) do well both in bottomland and foothills where deep ripping was implemented as site preparation. In the higher elevation with deep soil *Pyrus* spp and *Crataegus* spp. do well. The results that have been obtained so far are limited to afforestation practices implemented mostly by forest service. However, scarcity of data obtained from properly designed experiment limits to do a proper interpretations of the results.

Keywords: Central Anatolia, Drought, Afforestation, Restoration

INTRODUCTION

Persistent summer drought leads to steppe vegetation formation in the Central Anatolian closed basin (Birand, 1961; Çetlik, 1985; Özhatay et al. 2003). These drylands are environmentally fragile and thus very susceptible to degradation (Thirgood, 1981; Kapur et al. 2002). Conversion of marginal pastures into agricultural land and overgrazing caused habitat degradation in the region. As a result, Central Anatolia is threatened by serious drought and desertification (Abalı et al., 1986; Bağcı 1997; Anonymous, 2015). To combat desertification and to prepare for the dried condition as a consequences of climate change projections we need to develop new management strategies for these ecosystems.



Figure 1. Disturbed landscape in the Central Anatolia

Afforestation play an important role in restoration of degraded and over-exploited drylands (Berki et al., 2014; Çalışkan and Boydak, 2017). Turkey has investigated great efforts in afforestation in order to reduce soil erosion and desertification in the region (Tavşanoğlu, 1976; Anonymous, 2005; Yıldız et al., 2017; 2018b). However, in coping with droughts and adopting to changed conditions we need to identify new plantation strategies looking at the performance of prior plantations with different species. The aim of the current study is to evaluate the performance of plant species used in afforestation practices in different part of Central Anatolia for the last eight decades.

MATERIALS AND METHODS

Afforestation sites established in different years in the last eight decades extending from around Salt Lake to south of the plain were visited and evaluated for survival and growth performance. The area is considered the driest part of Turkey with around 300 mm precipitation (Özyuvacı, 1999; Ceylan et al., 2009; Figure 2). Large fluctuations in precipitation are observed spatially and temporally.

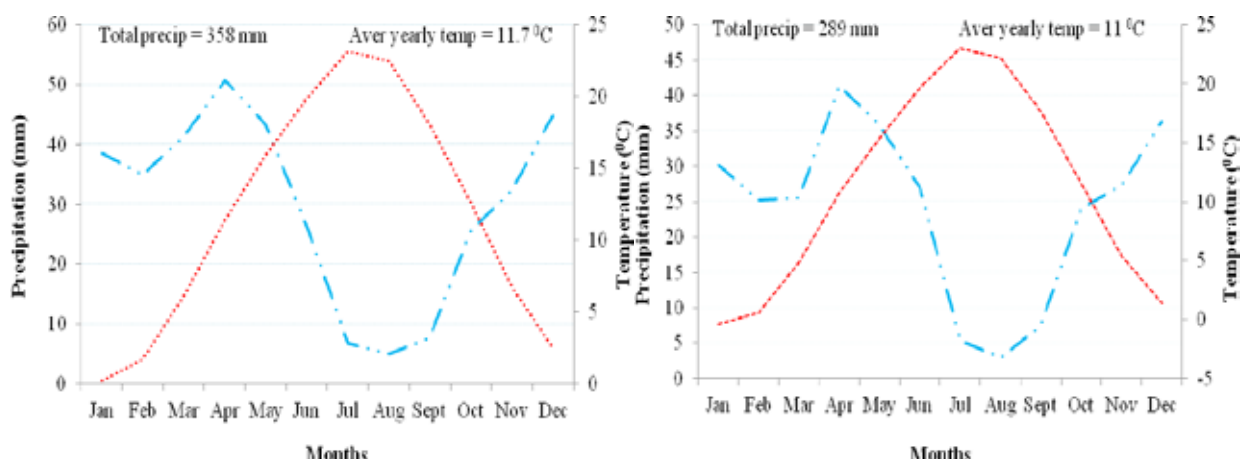


Figure 2. Walter diagram for Aksaray and Ereğli

In the central Anatolian plain, limestone, marn, claystone, conglomerate, sandstone and gypsum are commonly distributed. Due to early volcanic activity, basalt, andesitic and tuff formations are common around the Hasandağı and Karacadağ mountains. Near the center of the region, limestone, sandstone and sandy sediments are dominant (Anonymous, 2005). The soils have indurated carbonate layers and petrocalcic horizons, thus representing physical features unique to arid regions (Yildiz et al., 2017; 2018b; Figure 3).



Figure 3. Geomorphology and soil in the Central Anatolia

For a successful afforestation deep ripping to break up compacted and poorly structured soil and broadcast surface tillage is conducted before planting (Yildiz et al., 2015; 2018a; Figure 4)



Figure 4. Tillage before planting in Afforestation sites

The main conifer species used are Cedar (*Cedrus libani*), scotch pine (*P. sylvestris*), black pine (*P. nigra*), Turkish pine (*P. brutia*), Cupressaceae spp., Arizona cypress (*Cupressus arizonica*). The main broad leaves are consisting of black locust (*Robinia pseudoacacia*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*), narrow-leafed ash (*Fraxinus angustifolia*), mahaleb cherry (*Prunus mahaleb*), Gladitschia spp., Almond (*Prunus amygdalus*), Sophora, Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*).

RESULTS AND DISCUSSION

Even though black pine native to the region it has the lowest survival rate among the planted conifer species on the bottom valley below 1300 m elevation (Arslan, 2018; Yildiz et al., 2018b). Lebanese cedar is one of the most successful and used species in arid land afforestation in the region. When it is compared spatially, performance of this species is higher on the higher elevation. Thus, Lebanese cedar and black pine can be preferred above 1300 m elevations (especially in Ekecik and Hasandağı mountains). On the other side, Turkish pine and Arizona cypress do well from the bottomland up to 1200 m elevation (Yildiz, 2018c).



Figure 5. Cedar, Black pine, Arizona cypress and Turkish pine plantations in Central Anatolia

Scotch pine do well above 1300 m elevation up to 1700 m. Even though Turkish pine is not commonly used, it has very high survival rate and has the highest growth rate among the used conifers in the region.



Figure 6. Black locust and Russian olive, Almond, mahaleb and tree of heaven plantation sites in drylands of Central Anatolia

Black locust (*Robinia pseudoacacia*), narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*), maple (*Acer spp.*), mahaleb cherry (*Prunus mahaleb*), *Gladitschia spp.*, *Sophora* and tree of heaven (*Ailanthus altissima*) can be considered successful for this harsh environment. But they do better on foothills with a mild slope.

Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) are successful in the bottomlands and riparian zones. Almond (*Prunus amygdalus*), in bottomland and foothills where deep ripping was implemented as site preparation. In the higher elevation with deep soil *Pyrus* spp and *Crataegus* spp. do well. In terms of survival and growth performance Almond and Russian olive are the most successful broad-leaf species used in the region (Kantarci, 2011; Arslan, 2018; Yildiz et al., 2018b)

CONCLUSION

The results that have been obtained so far are limited to afforestation practices implemented mostly by forest service. However, scarcity of data obtained from properly designed experiment limits to do a proper interpretations of the results. Thus, in order to successfully restore the vegetation that has been destroyed and improve soil fertility in these regions, there is a need for experimental studies conducted with different species in different locations of the region.

ACKNOWLEDGEMENT

The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBİTAK) for funding through project no: 1180O91, Ministry of Forestry and Water Affairs, General Directorate of Combating Desertification and Erosion (ÇEM) and General Directorate of Forestry (OGM)

REFERENCES

- Abalı, İ., Taysun, A., Doğan, O., Sönmez, O. ve Çanga, M. 1986. Orta Anadolu bölgesinde rüzgar erozyonu oluşumu ve alınacak önlemler rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Genel yayın no:54, rehber no:9, Ankara.
- Anonymous, 2005. Türkiye genel jeoloji atlası. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar.
- Anonymous, 2015. Çölleşme ile Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem planı (2015-2023). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arslan, H. 2018. İç Anadolu'nun Kurak Bölgelerindeki Ağaçlandırma Çalışmalarında Kullanılan Bazı Ağaç ve Çalı Türlerinin Tutma ve Büyüme Performansları. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Düzce
- Bağcı, Y., Dural, H. 1997. Karapınar Erozyon Bölgesi'nin Vegetasyonu Üzerine Karşılaştırmalı Araştırma. S.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi Sayı 14 D-6, 54-67.
- Berki, I., Bidló, A., Drüzler, A., Eredics, A., Gálos, B., Mátyás, C., Móricz, N., Rasztovits, E. 2014. Afforestation for Restoration of Land and Climate Change Mitigation. University of West Hungary Bajcsy-Zs, 4, H-9400 Sopron, Hungary
- Birand, H. 1961. Orta Anadolu'da bozkırında vegetasyon incelemelerinin ilk sonuçları. I. Tuz Gölü çorakçıl bitki birlikleri. Tarım Bakanlığı İlmi Rapor ve Araştırma Serisi. Toprak-Su Umum Müdürlüğü Neşriyatı Sayı: 103. Ayyıldız Matbaası, Ankara.
- Ceylan, A., Akgündüz, S., Demirörs, Z., Erkan, A., Çınar, S., Özevren. 2009. I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran, Konya.
- Çalışkan, S., Boydak, M. 2017. Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. Turk J Agric For. 41: 317-330
- Çetık, A.R. 1985. Türkiye Vegetasyonu: 1. İç Anadolu'nun Vegetasyonu ve Ekolojisi. Selçuk Üniversitesi Yayınları No:7, Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları No:1.
- Kantarci, M.D., Kaçar, B., Koyuncu, E. Dönmez, A. 2011. Derekumca Yaylası Rüzgar erozyonunu önlemek için yapılan kayısı-İğde ağaçlandırmasının durumu ve bakımı, Tamalanması, Korunması için Öneriler. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir. Sf. 55-71.

- Kapur S., Akça E., Özden D.M., Sakarya N., Çimrin K.M., Alagöz U., Ulusoy R., Darıcı C., Kaya Z., Düzenli S., Gülcan H. 2002. In: Jones R.J.A., Montanarella L. (eds.) The JRC enlargement action. Land degradation. 5-6 December, Ispra, Italy.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. 2003. Türkiye'nin önemli bitki alanları.WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul.
- Özyuvacı N. 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No. 460, İstanbul.
- Tavşanoğlu, F. 1976. Türkiye'de Rüzgar Erozyonunun Kapsamı, Rüzgar Erozyonuna Karşı Mücadele, Örnek: İç Anadolu Konya Karapınar'da Rüzgar Erozyonu ile Mücadele. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A-5: 65-84, İstanbul.
- Thirgood, J.V. 1981. Man and Mediterranean Forest. A history of Resource Depletion. Academic Press, New York.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sarginci, M., Altınay, B., Toprak, B., Mutlu, Ö. 2015. Effects of gypsum and sulfur as soil amendments on afforestation success in inland part of Anatolia: early results. Int. Conf. Applied Ecology: Problems, Innovations 7-10 May 2015, Tiflis-Batum, Georgia. p. 155. (Abstract).
- Yıldız, O., Altundağ, E., Cetin, B., Guner, Ş.T., Sarginci, M., Toprak, B. 2017. Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian Region of Turkey using gypsum and sulfur. Silva Fennica. 51: 1B, ID 1579:1-17
- Yıldız, O. 2018a. İç Anadolu'nun Kurak Sahalarında Kurulan Ağaçlandırma Sahalarının Toprak Özellikleri ? Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 18-19 Ekim, 2018a, Girne KKTC Sf: 420-428
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sarginci, M., Toprak, B. 2018b. Experimental arid land afforestation in Central Anatolia, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment. 190: 355
- Yıldız, O., Çetin, B., Eşen, D., Gürsoy, İ ve Sert, R. 2018c. İç Anadolu'nun Karasal Ekosistemlerindeki Ağaçlandırma Çalışmalarında Kızılçam (P. brutia Ten) Bir Seçenek Olabilir Mi? Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 18-19 Ekim, 2018c, Girne KKTC Sf: 435-439



Predicting Late Quaternary Distribution and Future Refugia of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in Asia Minor

¹Dilşad DAĞTEKİN, ¹Evrin A. ŞAHAN, ²Thomas DENK, ³Nesibe KÖSE, ¹H. Nüzhet DALFES

1. Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, 34469, Maslak, Istanbul, Turkey

2. Swedish Museum of Natural History, Department of Palaeobiology, Box 50007, 10405, Stockholm, Sweden

3. Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Forestry, Forest Botany Department, 34473, Istanbul, Turkey

Abstract

In this presentation, the distributions of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) under present, past (Last Glacial Maximum, LGM; 21 ka and mid-Holocene, MH; 6 ka) and future climates (Representative Concentration Pathway (RCP) 2.6, 4.5, 8.5 scenarios) were modelled using five different species distribution modeling algorithms. Output of Maxent and Random Forest (RF) algorithms were compared. 30 pollen records were used to verify the accuracy of the past model outputs. Pollen data showed that northern Turkey and western Caucasus were refugia in LGM. On the other hand, the mid-Holocene records show that distribution of oriental beech was almost the same as the present distribution. Future projections under RCP scenarios show

that Caucasus region was projected as potential refugia for beeches in both algorithms. As a result of comparison of model algorithms, Random Forest (RF) algorithm from biomod2 package was the most successful. Additionally, RF algorithm predicts a region in the southern Caspian Sea besides Caucasus as a refugia for future projections. The results of the study highlights that the comparison of the model results with the distribution data obtained from different sources such as pollen data helps to understand the quality and accuracy of the models.

Keywords: Climate change, last glacial maximum, species distribution modeling, pollen, mid-Holocene.

Özet

Bu bildiride, Doğu kayının (*Fagus orientalis* Lipsky), günümüz, geçmiş (son buzul maksimumu, SBM; 21.000 yıl önce, orta Holosen, OH; 6.000 yıl önce) ve gelecek (Temsili Konsantrasyon Rotaları (TKR) 2.6, 4.5, 8.5 senaeyoları) iklimleri altındaki dağılımları beş farklı tür dağıtım modelleme (TDM) algoritması kullanılarak modellenmiştir. Geçmiş model çıktıların doğrulanması amacıyla toplam 30 polen kaydı kullanılmıştır. Polen verileri, Türkiye'nin kuzeyi ve batı Kafkasya'yı SBM'da doğu kayını için sığınak olarak göstermektedir. Diğer bir yandan, polen verileri, OH boyunca tüm bölgede kayınların varlığını günümüzle neredeyse aynı olduğunu göstermiştir. Çeşitli iklim senaryoları altındaki gelecekteki projeksiyonlar, Kafkasya bölgesini kayınlar için büyük bir sığınak

olarak göstermektedir. Tüm model algoritmaları karşılaştırıldığında, biomod2 paketinden Random Forest (RF) algoritmasıyla yapılan projeksiyonların en başarılı olduğu görülmüştür. Bu algoritma, 2070 yılı için Kafkasların yanı sıra güney Hazar Denizi'ndeki bir bölgeyi de sığınak olarak öngörmüştür. Çalışmanın sonuçları, tür dağılım modelleri uygulanırken model sonuçlarının, polen verileri gibi farklı kaynaklardan elde edilen dağılım verileriyle karşılaştırılmanın, modellerin kalite ve doğruluğunu anlamaya yardımcı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tür dağılım modelleri, son buzul maksimumu, iklim değişikliği, polen, orta holosen.

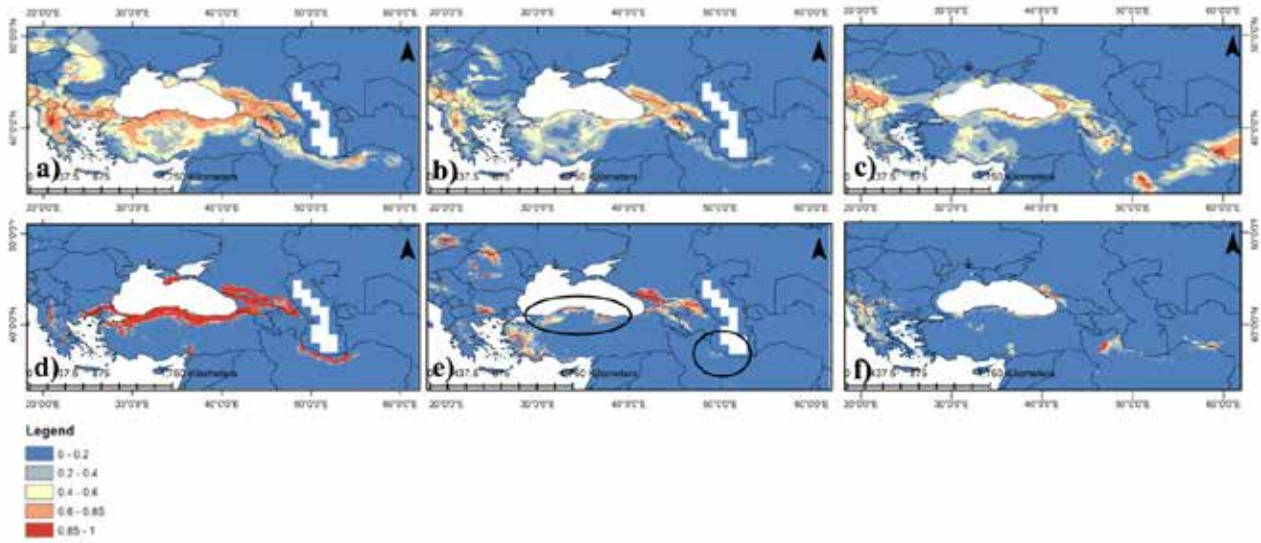
GİRİŞ

İklim geçmişten bu yana, her zamankinden daha hızlı değişmekte ve ekosistemler üzerinde ciddi etkileri varlığını sürdürmektedir. Sanayi devriminden günümüze kadar artan ortalama yüzey sıcaklığının yaklaşık olarak 2 °C arttığı gözlemlenmiştir (IPCC, 2013). Sıcaklıkta meydana gelen bu gibi değişimler, özellikle en çok tahribatın meydana geldiği orman ekosistemlerindeki ağaç türlerinin davranışlarını, fizyolojik özelliklerini ve coğrafi dağılımlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Dyderski ve ark., 2017). İklim değişikliği sonucunda sıcaklık ve yağış gibi temel iklim parametrelerinde meydana gelen ekstrem değişiklikler sonucunda ortaya çıkan kuraklık, sel, orman yangınlarının şiddetinin, sıklığının artması orman ekosistemlerinde tehdit oluşturmaktadır. İklimdeki değişikliğin ağaçların üzerindeki etkisi ve ağaçların bu değişikliğe tepkisinin araştırılması ormanların sürdürülebilir yönetimi ve korunması açısından önemlidir.

Coğrafi yayılışının büyük bir kısmını ülkemizde olmakla birlikte, Bulgaristan, Yunanistan, Kırım, Kafkasya ve İran'da da yayılış gösteren doğu kayını, ekolojik ve ekonomik açısından önemli bir türdür (Yılmaz, 2018; Yaltırık, 1982). İklim değişikliğine hassas olan doğu kayını (Martin-Benito ve ark., 2018; Köse ve Güner, 2012) gibi türlerin geçmiş yayılışlarının ve gelecekteki olası yayılış alanlarının modellenmesi, ormanların korunması ve yönetimi açısından önemli ölçüde yol gösterici olabilmektedir. Tür dağılım modelleri, türlerin geçmişteki ve gelecekteki dağılımlarını anlamada oldukça etkili yöntemlerin başında gelmekte ve oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Dyderski ve ark., 2017; Kramer ve ark., 2010). Tür dağılım modelleri, türün günümüzdeki dağılım verisini ve çeşitli çevresel değişkenleri kullanmakta ve çevresel değişkenlerin değişmesi durumunda türler için mevcut dağılım alanlarına benzer bölgeleri tanımlamaya yardımcı olmaktadır (Pearson, 2007; Li ve Wang, 2013; Elith ve Leathwick, 2009).

Bu çalışmanın amacı; 1) Tür dağılım modellerinde kullanılan farklı modelleme algoritmalarının sonuçlarını karşılaştırmak, 2) Doğu kayının geçmiş dönemlerdeki yayılış alanlarını belirlemek, 3) Doğu kayının geleceğe yönelik potansiyel sığınaklarını öngörmek ve 4) Farklı iklim değişikliği senaryoları altındaki doğu kayının dağılımını tahmin etmek.

Hazar Denizinde yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 2f). Polen kayıtları, SBM ve OH için farklı iki algoritma çıktıları kalitesini doğrulamak için kullanılmıştır ve toplamda 30 kayın polen profilini içermektedir.

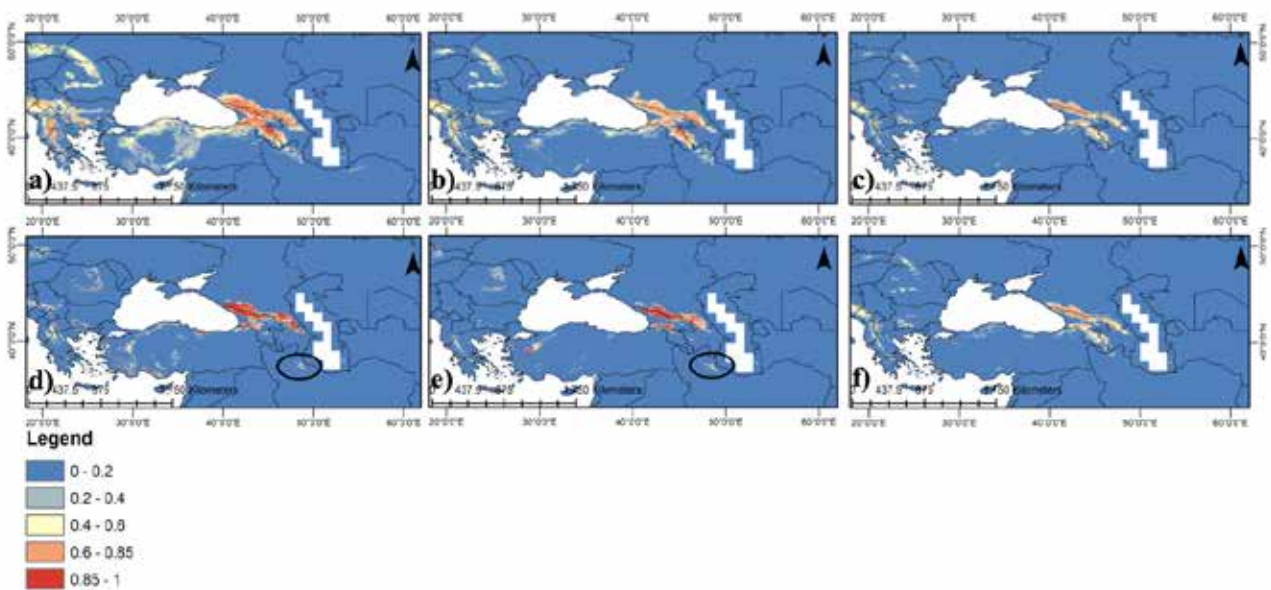


Şekil 2. MaxEnt sonuçlarına göre a) günümüz b) OH ve c) SBM'na ait model çıktıları. RF algoritmasına göre d) günümüz e) OH ve f) SBM'na ait model çıktıları.

Bu polen profillerinin büyük çoğunluğu OH'i ve az bir kısmı SBM'unu ifade etmektedir. SBM'ndaki polen verilerinin, Marmara Denizi'nde, Kafkaslar ve Karadeniz'de var olduğunu ve güney Hazar Denizi'nde ise bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda, MaxEnt ve RF model sonuçlarının polen verileri ile karşılaştırıldığında, bu zaman periyodu için RF algoritmasının MaxEnt'e göre daha iyi ve tutarlı sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında, RF algoritması MaxEnt'e göre oldukça iyi sonuçlar vermekte ve kayıtlardaki polen verilerini yüksek olasılık değerleriyle örtüştüğü görülmüştür. OH'de kayının varlığının günümüz dağılım alanının dışında olduğuna dair bir kanıt bulunmamıştır.

Gelecek projeksiyonları

Kullanılan iki farklı algoritma, RCP 2.5, 4.5 ve 8.5 iklim senaryoları baz alınarak 2070 yılı için çalıştırılmıştır (Şekil 3a-f).



Şekil 3. MaxEnt ve RF algoritmalarından çıkan model sonuçları. MaxEnt'e göre 2070'de a) RCP 2.6 b) RCP 4.5 ve c) RCP 8.5 iklim senaryosuna göre öngörülen dağılımları. RF'a göre d) RCP 2.6 e) RCP 4.5 ve f) RCP 8.5 iklim senaryosuna göre öngörülen dağılımları haritaları.

Model sonuçları, doğu kayının gelecekte hangi bölgelerde varlığını koruyabileceği, hangi bölgelerden çekileceği ve/veya dağılım alanının genişleyeceğini olasılık değerleri olarak göstermektedir. Şekil 3a-f, gelecekte doğu kayını için sığınak bölgeleri hakkında bilgi edinmemizi sağlamaktadır. Gözlemlenen günümüz dağılım verisi ile modellenen günümüz simülasyonu, MaxEnt'in Amanos Dağlarındaki dağılımı yakalayamadığını, fakat RF'in hem Amanos Dağlarını hem de güney Hazar Denizi'ni büyük bir hassasiyetle yakaladığını göstermiştir. MaxEnt'in optimist, orta ve pesimist senaryolara göre projeksiyonları 2070 yılı için göz önünde bulundurulduğunda, türün coğrafi dağılımında şiddetli bir daralma olacağı ve özellikle Kafkaslarda türün varlığını sürdüreceği öngörülmektedir. Geçmişte daha hassas sonuçlar elde etmemize yarayan RF algoritmasının gelecek projeksiyonuna bakıldığında, yine daha hassas ve daha iyi sonuç verdiği açıkça görülmektedir. MaxEnt model çıktısına ek olarak, RF çıktısında güney Hazar Denizi'nde küçük bir bölgenin gelecekte sığınak bölgesi olma ihtimali öngörülmüştür (Şekil 3 d-e).

TARTIŞMA

Doğu kayının MaxEnt modeli sonucunda mevcut dağılımı, kabaca bilinen yetişme alanını içermekte, fakat bu alanın dışında da ilave başka dağılım alanları önermektedir (Şekil 2a). MaxEnt'in sonuçları, mevcut model için Amanos Dağları'ndaki dağılımı yakalayamadığını göstermiştir. Amanos Dağları bu tür için ayırt edicidir, çünkü bu bölge doğu kayını relikt bir popülasyona ev sahipliği yapmaktadır (Avcı, 2018). Dolayısıyla model bu popülasyonu tanımlayamamaktadır. Ancak RF sonuçlarına baktığımızda Amanos Dağları gibi önemi yüksek bir bölgeyi olabildiğince düzgün bir şekilde tanımlayabildiği görülmektedir (Şekil 2d). Güncel dağılıştaki bu durum ise modelin doğruluğunu anlamamıza yardımcı olmuştur. OH ve polen verilerinde ciddi tutarlılıklar gözlemlenmiş, özellikle güney Hazar Denizi ve Karadeniz yayılışını çok iyi yakaladığı görülmüştür (Şekil 2e).

Gelecek çıktılarında ise her iki model algoritması sonucunda, türün genel yayılışında büyük miktarda daralmalar meydana geleceği öngörülmüştür. MaxEnt çıktılarının aksine RF, güney Hazar Denizi'nde küçük bir genişleme olacağını sonucunu vermiştir. Bu da gelecek için bu bölgenin potansiyel sığınak bölgesi olma fikrini desteklemektedir. Bu bölgenin potansiyel bir sığınak olarak görülmesinin sebebi, bölgenin topografyası ve bu topografyaya bağlı hava kütlelerinin hareketleri sebebiyle karakteristik bir mikroiklime sahip olması (Avcı, 2018) olduğu düşünülmektedir.

Her iki algoritma da türün gelecekte Kafkasya yayılışını ve genişlemesini iyi bir şekilde gözlenmiştir. Gelecekteki iklim koşulları, kayının daha ılıman ve daha yağışlı iklim koşulları nedeniyle mevcut dağılımdan daha yüksek rakımlara kaymasına neden olabileceğini göstermiştir. Bölgedeki dendroklimatolojik çalışmalar, model bulgularını desteklemekte, orta ve üst yükseltilerde yetişen doğu kayının artan ilkbahar-yaz sıcaklıkların faydalanarak büyümesini arttırabileceğini ve bu bölgenin gelecekte potansiyel sığınma alanı olabileceğini işaret etmektedir (Martin-Benito ve ark., 2018).

SONUÇ

Günümüz dağılım verileri ile model çıktıları karşılaştırıldığında, biomod2 paketindeki RF algoritmasının MaxEnt'e göre çok daha iyi ve hassas çalıştığı sonucuna varılmıştır. Geçmiş model çıktıları ile polen kayıtlarının karşılaştırılması, bu sonucu doğrulamaktadır. İklim değişikliğiyle artması beklenen kuraklığın, doğu kayının özellikle Türkiye'deki popülasyonunu azaltması, diğer yandan ise, Güney Hazar Denizi ve Kafkasların türün potansiyel sığınak alanları haline gelmesi öngörülmüştür. Bu gibi modeller uygulanırken kullanılan çevresel değişkenler oldukça önem arz etmektedir. Gelecek çalışmalar için uygulanacak modellerde daha detaylı ve geliştirilmiş farklı çevresel veriler kullanmak, modeli daha da iyileştirebilecektir. Aynı zamanda, tür dağılım modelleri uygulanırken model sonuçlarının, polen verileri gibi farklı kaynaklardan elde edilen dağılım verileriyle karşılaştırılması, modellerin kalite ve doğruluğunu anlamaya yardımcı olmaktadır. Doğu kayının gelecekteki projeksiyonlarından elde edilen sonuçların, bu türün koruma ve yönetim planlarını iyileştirmek için önemli bir altlık oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Avcı, M. 2018. Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği ve Coğrafi Açından Değerlendirmesi (Ed. Ü. Akkemik) Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. s: 30-44

- Dyderski, M. K., Paż, S., Frelich, L. E., & Jagodziński, A. M. (2018). How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology*, 24, 1150–1163.
- Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 677–697.
- European Forest Genetic Resource Programme. (2009). Distribution map of oriental beech (*Fagus orientalis*). First published online on 10 December 2009 www.euforgen.org
- Hijmans, R. J., Cameron, S., Parra, J., Jones, P., Jarvis, A., & Richardson, K. (2005). WorldClim-global climate data. Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965–1978.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Guisan, A. and Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8(9), pp.993-1009.
- Kramer, K., Degen, B., Buschbom, J., Hickler, T., Thuiller, W., Sykes, M. and de Winter, W. (2010). Modelling exploration of the future of European beech (*Fagus sylvatica* L.) under climate change—Range, abundance, genetic diversity and adaptive response. *Forest Ecology and Management*, 259(11), pp.2213-2222.
- Köse, N., & Güner, H. T. (2012). The effect of temperature and precipitation on the intra-annual radial growth of *Fagus orientalis* Lipsky in Artvin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36, 501–509.
- Li, X. and Wang, Y. (2013). Applying various algorithms for species distribution modelling. *Integrative Zoology*, 8(2), pp.124-135.
- Martin-Benito, D., Pederson, N., Köse, N., Doğan, M., Bugmann, H., Mosulishvili, M. and Bigler, C. (2018). Pervasive effects of drought on tree growth across a wide climatic gradient in the temperate forests of the Caucasus. *Global Ecology and Biogeography*, 27(11), pp.1314-1325.
- Pearson, R. G. (2007). Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History. Available at: <http://ncep.amnh.org>
- Yaltırık, F. 1982c. *Fagus* L. In: Davis PH (ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 7, pp. 657-658. Edinburgh; Edinburgh University Press.
- Yılmaz, H. 2018. *Fagus* L. (Ed. Ü. Akkemik) *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları*. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. s: 337



Functional Relationship Between Old-Growth Forest, Carbon Storage and Climate Change

¹Ercan OKTAN

1. Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Kanuni Kampüsü, 61080, Trabzon, TURKEY
oktan@ktu.edu.tr

Abstract

Climate change has become a problem all over the world. In order to solve the problem, many countries have seen the reduction of carbon emissions as a solution. However, rapid human population growth and the consequent inevitable carbon emissions go beyond the control limits. In this study, it will be tried to explain how nature tries to balance carbon emissions in the life cycle of the world. As a research area, Torul District in the Eastern Black Sea region of Turkey old-growth forests were selected. For this, the structures of old-growth forests, the oldest representatives of nature and the change of this structure will be revealed. Because old-growth forests are located in the oldest known carbon storage areas. In this context, how and in what way the old-growth forests can store carbon according to their structures and its effects on climate change have been tried to be revealed. From a func-

onal point of view, it has been shown that besides the many benefits provided by old-growth forests, they have different carbon storage capacities according to their developmental stages. According to the evaluations, it was determined that the carbon storage rate of the old-growth forests in the terminal phase was the highest and the carbon storage rate of the old-growth forests in the collapse phase was the least. In this respect, old-growth forests should be identified and appropriate silvicultural tending interventions should be taken into consideration by considering the carbon storage processes of old-growth forests. Thus, old-growth forests will continue to exist for longer and continue to store carbon. This will help to reduce the effects of climate change.

Keywords: Old-growth forest, climate change, carbon storage, silviculture.

Doğal Yaşlı Orman, Karbon Depolama ve İklim Değişikliği Arasındaki Fonksiyonel İlişki

¹Ercan OKTAN

1. Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Kanuni Kampüsü, 61080, Trabzon, TURKEY
oktan@ktu.edu.tr

Özet

İklim değişikliği tüm dünyada bir sorun haline gelmiştir. Sorunu çözmek için, birçok ülke karbon emisyonlarının azalmasını bir çözüm olarak görmektedir. Bununla birlikte hızlı insan nüfusu artışı ve bunun sonucunda kaçınılmaz karbon emisyonları kontrol sınırlarının ötesine geçmektedir. Bu çalışmada, doğanın dünyanın yaşam döngüsündeki karbon emisyonlarını nasıl dengelemeye çalıştığı açıklanmaya çalışılacaktır. Çalışma alanı olarak, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesindeki Torul Orman İşletme Müdürlüğü doğal yaşlı orman alanları seçilmiştir. Bu bağlamda, doğal yaşlı ormanların yapıları, doğanın en eski temsilcilerinin yapılarının değişimi ortaya konacaktır. Çünkü doğal yaşlı ormanlar bilinen en eski karbon depolama alanlarında bulunur. Bu bağlamda, yaşlı ormanların yapılarına göre karbonu nasıl ve ne şekilde depolayabildiği ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Fonksiyonel bakış açısına göre, yaşlı ormanların sağladığı birçok fayda yanında, gelişim aşamalarına göre farklı karbon depolama kapasitelerine sahip oldukları görülmüştür. Yapılan değerlendirmelere göre, son evrede bulunan yaşlı ormanların karbon depolanma oranının terminal evrede genellikle en yüksek, oluşum evresindeki oranının en düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, doğal yaşlı ormanlar tanımlanmalı ve doğal yaşlı ormanların karbon depolama süreçleri göz önünde bulundurularak uygun silvikültürel eğilim müdahaleleri göz önünde bulundurulmalıdır. Böylece, doğal yaşlı ormanlar daha uzun süre varlığını sürdürecektir ve karbon depolamaya devam edecektir. Bu, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yardımcı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Doğal yaşlı orman, iklim değişimi, karbon depolama, silvikültür.

GİRİŞ

Dünyada insanoğlunun yaşam sürecinin başlamasıyla birlikte çevresine baskısı her geçen gün artmıştır. Bu baskı, nüfusun artışı ve teknolojik gelişmelerle birlikte, son yarım yüzyılda doğal ekosistemleri tehdit etmeye başlamıştır. Bu tehdit günümüzde, insanoğlunun yaşamını da tehlikeye sokacak boyutlara ulaşmıştır. Bu tehdidin başında orman ekosistemleri gelmekteyse de insanoğlunu doğrudan ilgilendiren yönüyle küresel iklim değişimini öne çıkarmıştır. Ancak orman ekosistemlerinin gördüğü baskı, yaklaşık 3.9 milyar hektar olan orman alanlarından, sadece 1990'larda yaklaşık 95 milyon hektarının ya tamamen kaybedilmesine, ya da yapıları bozulmasına neden olmuştur (Dublin ve Volonte, 2004). Oysa orman ekosistemleri, yaşamın temel kodlarını içeren ve insanoğlunun dünya yaşamına dahil olmadan öncesinde de var olmuş ve kendi dengesini doğal süreçler içerisinde koruyabilmiş nadir ekosistemlerdir. Ancak buna rağmen, dünyada ormanların sadece %5'i halen resmi olarak koruma altındadır (Can, 2013).

Küresel iklim değişiminin etkilerinin belirgin olarak ortaya çıkmasıyla birlikte, uluslararası anlaşmalar imzalanmaya başlamıştır. Böylece ülkeler, çevreye daha duyarlı politikalar üretmeye ve sürdürülebilir çevre odağında uygulamalar yapmaya yönelmişlerdir. Birçok ülkenin imzası bulunan, Paris Anlaşması'ndan bu yana iklim değişikliği ile ilgili tüm konuşmalarda "azaltma" terimi kullanılmaya başlanmıştır. Amaç, kirletici gazların atmosfere salınımı azaltmaktır. Bu gazların en başında da CO₂ (atmosferik karbon, serbest karbon, karbon dioksit) gelmektedir. Salınım miktarını azaltmanın teknik anlamda yolları olmasına rağmen, maliyetli yatırımlar gerektirmesi nedeniyle yeterince uygulanamamaktadır. Karbonun salınımının engellenmesinin yanında, atmosferdeki serbest karbonun tutulması da büyük önem arz etmektedir (Carey ve diğ., 2001; Kowalski ve diğ., 2004; Smith ve Falloon, 2005). Bu bağlamda, karasal ekosistemler içerisinde en fazla karbon depolama alanlarının başında ormanlar gelmektedir. Ormanların karbon depolama kapasiteleri; ağaç türü, meşcere yapısı, meşcere yaşı, yetişme ortamı, stabilite ve vitalitelerine göre farklılık göstermektedir (Abadie ve diğ., 2017). Buradan, ormanların sınıflandırılmasının önemi göz önüne alındığında, gençlik çağında, sıklık çapında, sıklık-direklik çağında, ince ve kalın ağaçlık çağında olmalarının yanında doğal ya da yapay ormanlar olmaları, genç ya da yaşlı ormanlar olmalarının da etkili olduğu unutulmamalıdır. Genel bir değerlendirmeyle, ormanları genç, yaşlı ve doğal yaşlı ormanlar olarak sınıflandırıldığında, karbon depolama kapasiteleri arasındaki farklılıkların ortaya konması gereklidir. Bu sınıflandırmada, genç ormanlar gençlik ve sıklık-direklik çağındaki ormanları kapsarken, yaşlı ormanlar ince ağaçlık ve kalın ağaçlık çağılarını kapsamaktadır. Doğal yaşlı ormanlar ise, yaşlı ve kalın çaplı bireylerin olduğu, içerisinde ayakta kuru ve yatık ölü ağaçların bulunduğu ve insan müdahalesinin olmadığı alanlar tanımlanmaktadır (Oktan, 2015).

Bu çalışmada, doğal yaşlı ormanların karbon depolama kapasitelerinin, doğal yaşam evreleri ve doğal yaşlı orman evrelerine göre nasıl değiştiği ortaya konmaya çalışılmıştır. Böylelikle, doğal yaşlı ormanların önemi ve karbon depolama yetenekleri sayesinde küresel iklim değişimine etkisinin azaltılmasına katkısı açıklanmaya çalışılmıştır.

MATERYAL

Çalışmada materyal olarak Torul Orman İşletme Müdürlüğü orman alanları içerisinde tespit edilen 20 adet doğal yaşlı orman alanı seçilmiştir. Söz konusu doğal yaşlı ormanların 7 adedi başlangıç evresinde ve 13 adedi orta evrede doğal yaşlı orman yapısındadır. Çalışmaya konu doğal yaşlı ormanlar, 1011 m ile 2120 m arasında, % 42 ile % 88 arasında eğimde, batı bakı hariç diğer tüm bakılarda dağılım göstermektedir. Çalışma alanı, Torul Orman İşletme Müdürlüğü'nü oluşturan 7 orman işletme şefliğini (Torul, Sarıçadağı, Zigana, Kürtün, Örumcek, Alacadağ ve Günyüzü) kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanında bulunan doğal yaşlı orman alanlarından meşcereyi en iyi şekilde temsil edebilecek noktalardan, 30 m x 50 m (1500 m²) büyüklüğünde örnek alanlar alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının genel sınırları.

YÖNTEM

Doğal yaşlı orman alanlarında her bir ağacın çap basamaklarına dağılımı 4 cm'lik aralıklara düşen ağaç sayılarının dağılımıyla elde edilmiştir. Boy dağılımları, 5 m'lik boy kademelerine düşen ağaç sayılarının boy kademelerine dağılımları elde edilmiştir. Yaş basamaklarına dağılımları, göğüs yüksekliğinde (d1.30) belirlenen gövde yaşlarının 10'ar yıllık periyotlara dağılımı şeklinde belirlenmiştir. Bu dağılımlarla, meşcerelerin yapıları belirlenmeye çalışılmıştır. Nitekim meşcere kuruluşlarının belirlenmesinde kullanılan temel değişkenler olarak çap, boy ve yaş dağılımları kullanılmaktadır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984; Oliver ve Larson, 1996; O'Hara, 1998; Lowman ve Rinker, 2004; Van der Valk, 2009). Belirlenen temel değişkenlerin bağlı olarak, örnek alanlardaki hacimler hesaplanarak, doğal yaşlı orman evrelerinin biokütle miktarları ortaya konmuştur.

Hacim hesaplamalarında, yaşayan, ayakta kuru ve yatık ağaçların hacimleri çift girişli ağaç hacim tabloları kullanılarak hesaplanmıştır. Çift girişli ağaç hacim tabloları olmayan türler için, hacim aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır.

$$V = \pi/4 \cdot d^2 \cdot h \quad (1)$$

$$V = \text{Hacim (m}^3\text{)}$$

do= Her 3 m'de bir ölçülen çapların ortalamalarının karesi

$$h = \text{Boy (m)}$$

Parçalı vaziyetteki tepesi kırık ayakta kuru ve tepesi kırık yatık ağaçlar için ayrı ayrı formüller kullanılmıştır (Formül 2 ve 3). Tepesi kırık ayakta kuruların hacimleri (Formül 2), ayakta kuru bireyin alt ve üst kısmı toplanarak hesaplanmıştır (Çolak ve diğ., 2011).

$$V = V_{(üst)} + V_{(alt)}$$

$$V = \left(h_{üst} / 2 (A_{1,30} + A_{üst}) \right) + \left(h_{alt} / 4 \left(A_{alt} + \sqrt[3]{A_{alt}^2 A_{1,30} + \sqrt[3]{A_{alt} A_{1,30}^2} + A_{1,30}} \right) \right)$$

$$V = \left(\frac{3.289 h_{üst}}{2} \left(\pi \left(\frac{0.394 d_{1,30}}{2} \right)^2 + \pi \left(\frac{0.394 d_{üst}}{2} \right)^2 \right) \right) + \left(\frac{3.289 h_{alt}}{4} \left(\left(\pi \left(\frac{0.394 d_{alt}}{2} \right)^2 + \sqrt[3]{\left(\pi \left(\frac{0.394 d_{alt}}{2} \right)^2 \pi \left(\frac{0.394 d_{1,30}}{2} \right)^2} + \sqrt[3]{\pi \left(\frac{0.394 d_{alt}}{2} \right)^2 \left(\pi \left(\frac{0.394 d_{1,30}}{2} \right)^2} + \pi \left(\frac{0.394 d_{1,30}}{2} \right)^2} \right) \right) \right) \right)$$

(2)

V= Tepesi kırık ayakta kuru ağacın hacmi

$d_{1,30}$ = Ölü ağacın alt kısmının başlangıcındaki çap ve alt kısmının sonundaki çap (m)

$d_{üst}$ = Kesitin sonundaki çap (m)

d_{alt} = Kesitin başlangıcının çapı (toprak seviyesindeki çap) (m)

$h_{üst}$ = Üst kısmın boyu (m)

h_{alt} = Alt kısmın boyu (m)

A = kesit yüzey alanı

Tepesi kırık yatık ölü ağaçların hacimlerini hesaplamak için birçok formül mevcuttur. Yapılan çalışmalar, Patterson ve Doruska formüllerinin (Formül 3) en doğru sonuç verdiğini ve normal boyda ve her çaptaki yatık ölü ağaç için uygulanabileceğini ortaya koymuştur (Çolak ve diğ., 2011'e atfen Oktan, 2015).

$$V = \left(P \left(\pi \left(\frac{0.394 d_{alt}}{2} \right)^2 \right) + (1 - P) \left(\pi \left(\frac{0.394 d_{üst}}{2} \right)^2 \right) \right) 3.289 h$$

$$P = 0.15 + \frac{136}{(0.394 d_{alt})^3} + 0.002(3.289 h)$$

(3)

V= Tepesi kırık yatık ölü ağacın hacmi (m3)

$d_{üst}$ = Yatık ölü ağacın dar ucundaki çapı (m)

d_{alt} = Yatık ölü ağacın dip çapı (m)

h = Yatık ölü ağacın boyu (m)

Çalışmada biokütleyle bağlı karbon depolama miktarlarının hesaplanmasında kazanç-kayıp yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu hesaplama için IPCC (2006)'ya atfen Serengil (2018) tarafından önerilen formül (Formül 4) kullanılmıştır.

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L \quad (4)$$

ΔC = Karbon havuzundaki yıllık karbon stok değişimi, ton karbon yıl-1

ΔC_G = karbon kazancı, ton karbon yıl-1

ΔC_L = karbon kaybı, ton karbon yıl-1

BULGULAR

Çalışmada, doğal yaşı orman evreleri örnek alanlara göre tablo 1'de görüldüğü şekilde dağılım göstermektedir. Doğal yaşı orman evrelerinin değişimleri göz önüne alındığında, örnek alanların tespit faktörlerinin ağırlıklı dağılımına göre bulundukları doğal yaşam evresi aralığı, geç optimal evre ile geç terminal evre arasında değişmektedir.

Tablo 1. Doğal yaşı ormanların içinde bulunduğu alt evreler (Oktan, 2015).

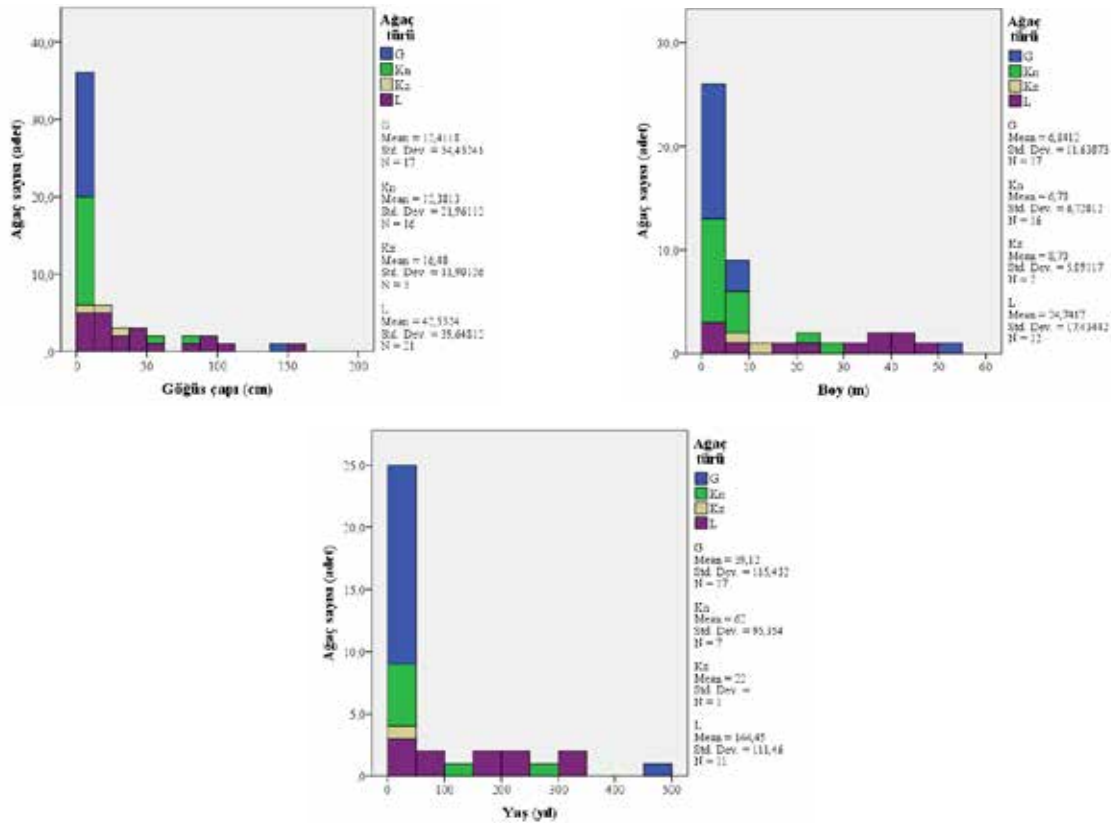
Örnek alan no	Doğal yaşı orman evresi			Örnek alan no	Doğal yaşı orman evresi		
	Başlangıç evresi	Orta evre	İleri evre		Başlangıç evresi	Orta evre	İleri evre
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
5				15			
6				16			
7				17			
8				18			
9				19			
10				20			

Tabloda yeşil renk, örnek alanın ağırlıklı olarak bulunduğu doğal yaşı orman evresini, sarı renk ise örnek alanın kısmen bazı özelliklerini taşıdığı doğal yaşı orman evresini ifade etmektedir.

Çalışmada, doğal yaşam evreleri içerisinde 20 adet örnek alanda elde edilen çap, boy ve yaş dağılımları ile hesaplanan meşcere hacimleri doğal yaşı orman evrelerine göre aşağıda verilmiştir. Buna göre, tüm çalışma alanındaki örnek alanların yaşları 50-1150 yıl arasında değişim göstermektedir. Örnek alanlara ait çap, boy ve yaş dağılımları her bir örnek alan için ayrı ayrı verilmiştir.

- 1 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

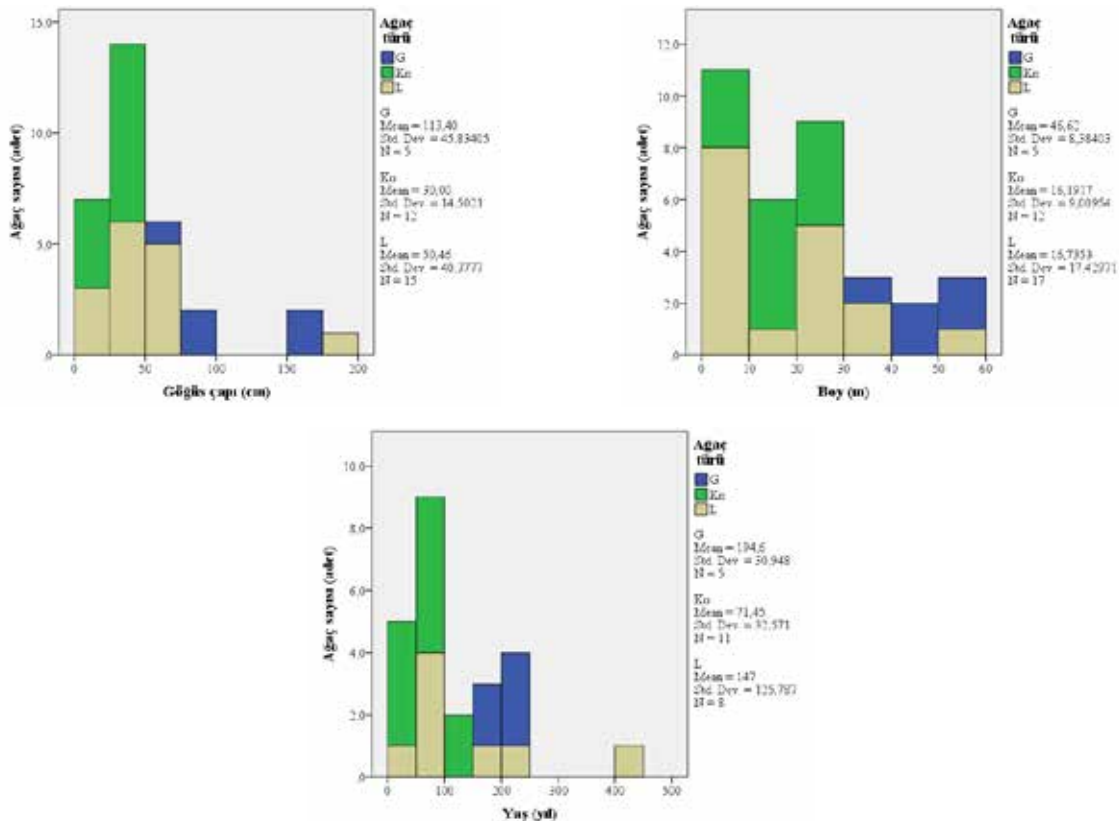
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 313 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 2,10 cm ile 154,20 cm ($\bar{x} = 23,72$, $\sigma = 35,30$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 34,40 cm ile 154,20 cm ($\bar{x} = 88,89$ $\sigma = 37,98$) aralığında, yaşı 64 yıl ile 487 yıl ($\bar{x} = 223$ $\sigma = 116$) aralığında değişmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. 1 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 2 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

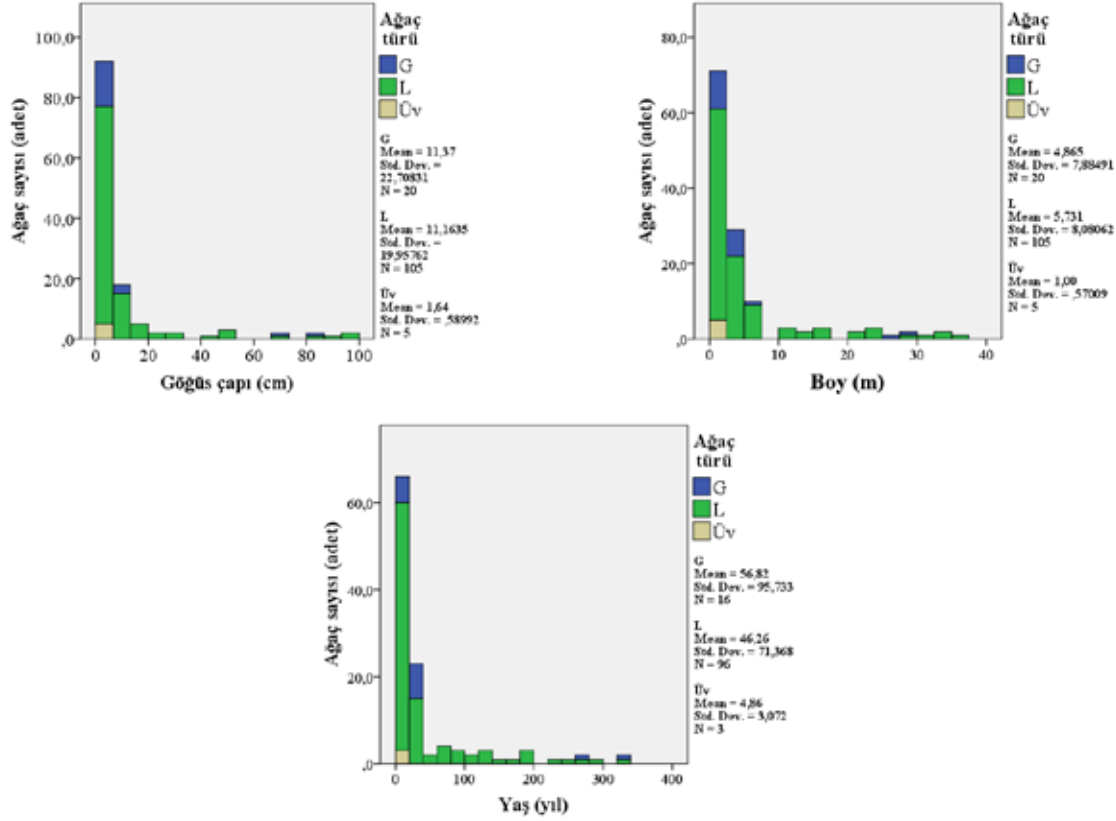
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 180 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 4,40 cm ile 180,00 cm ($\bar{x} = 52,62$, $\sigma = 43,34$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 37,60 cm ile 180,00 cm ($\bar{x} = 77,02$, $\sigma = 46,18$) aralığında, yaşı 66 yıl ile 417 yıl ($\bar{x} = 160$, $\sigma = 92,88$) aralığında değişmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. 2 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 3 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

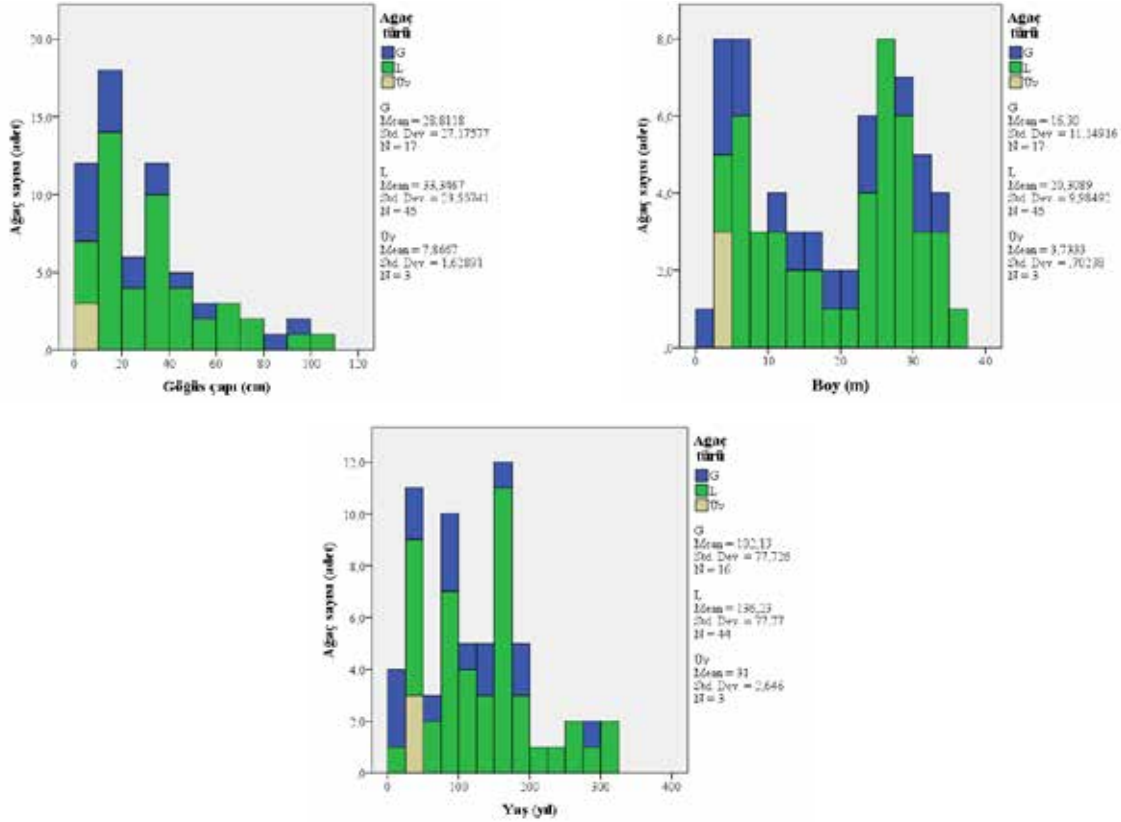
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 487 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 0,80 cm ile 99,60 cm ($\bar{x} = 52,62$, $\sigma = 20,01$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 21,00 cm ile 99,60 cm ($\bar{x} = 59,10$, $\sigma = 27,53$) aralığında, yaşı 121 yıl ile 339 yıl ($\bar{x} = 218$, $\sigma = 73,43$) aralığında değişmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. 3 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 4 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

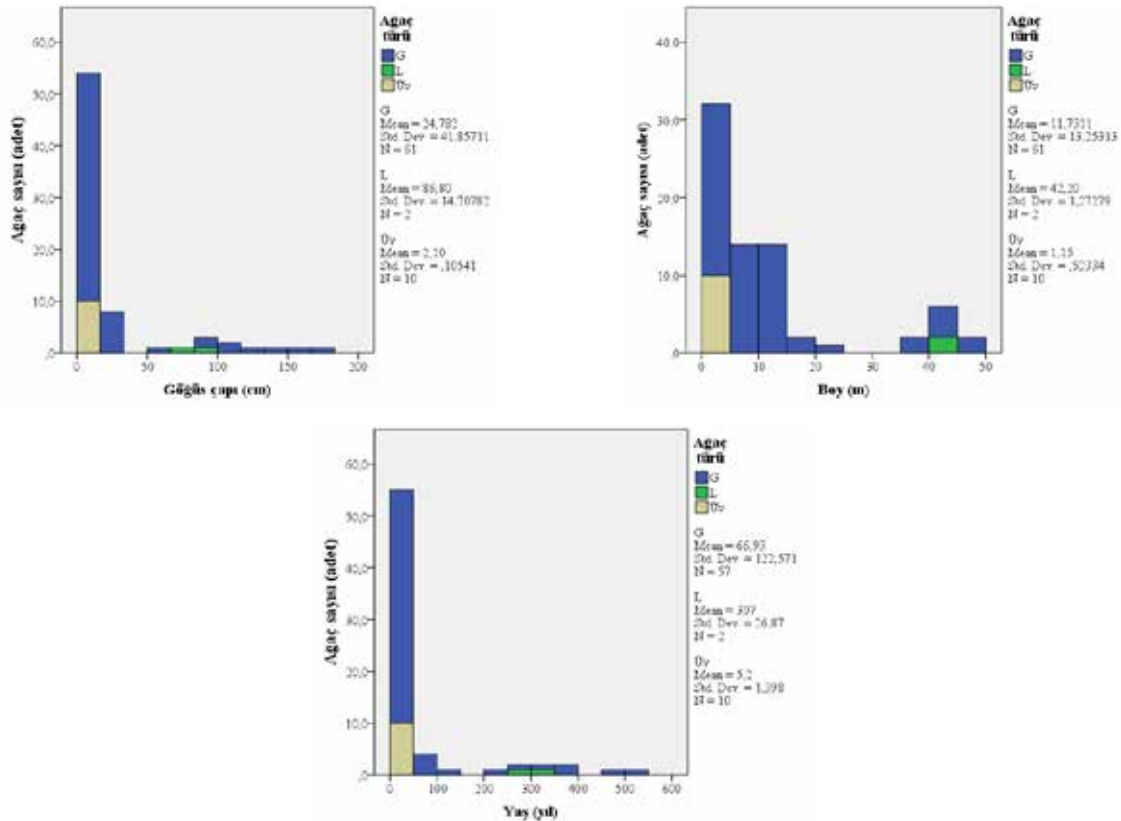
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 433 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 4,00 cm ile 100,60 cm ($\bar{x} = 30,99$, $\sigma = 24,42$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 22,40 cm ile 100,60 cm ($\bar{x} = 49,13$, $\sigma = 21,74$) aralığında, yaşı 114 yıl ile 323 yıl ($\bar{x} = 186$, $\sigma = 58,81$) aralığında değişmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. 4 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 5 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

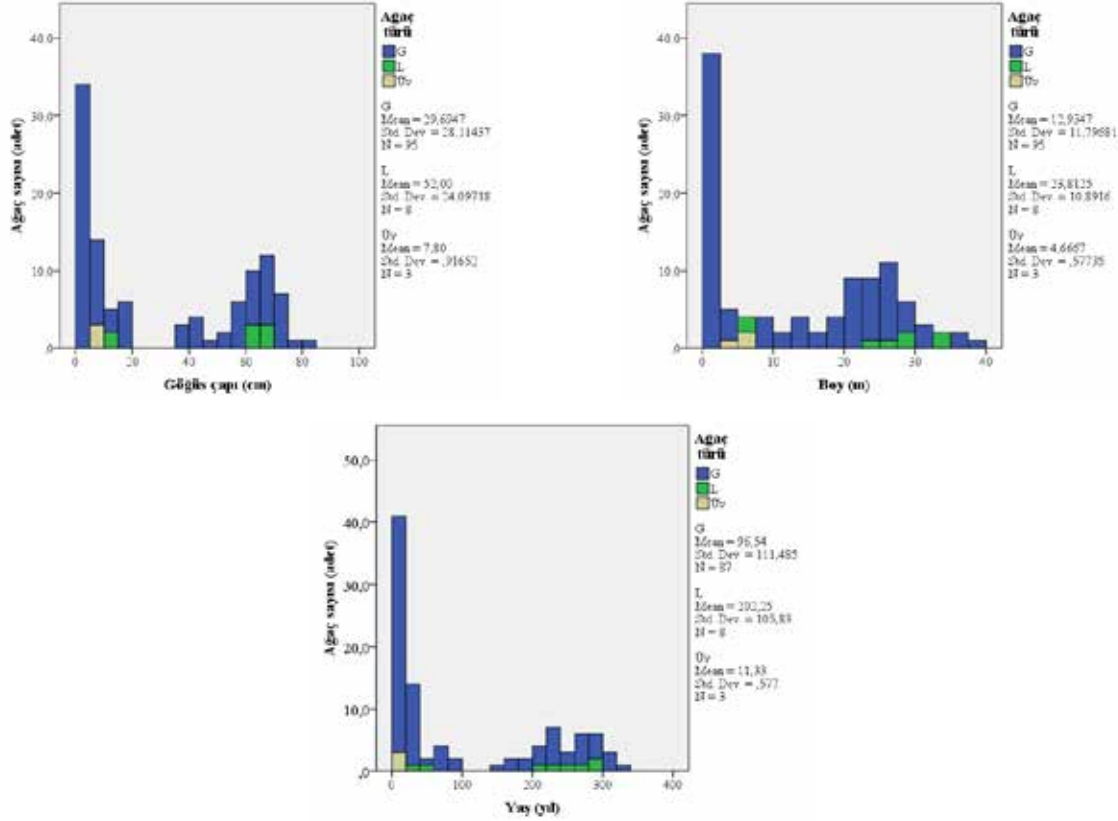
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 387 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,00 cm ile 176,20 cm ($\bar{x} = 23,37$, $\sigma = 40,48$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 64,80 cm ile 176,20 cm ($\bar{x} = 113,00$, $\sigma = 35,01$) aralığında, yaşı 246 yıl ile 511 yıl ($\bar{x} = 359$, $\sigma = 90,80$) aralığında değişmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. 5 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 6 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

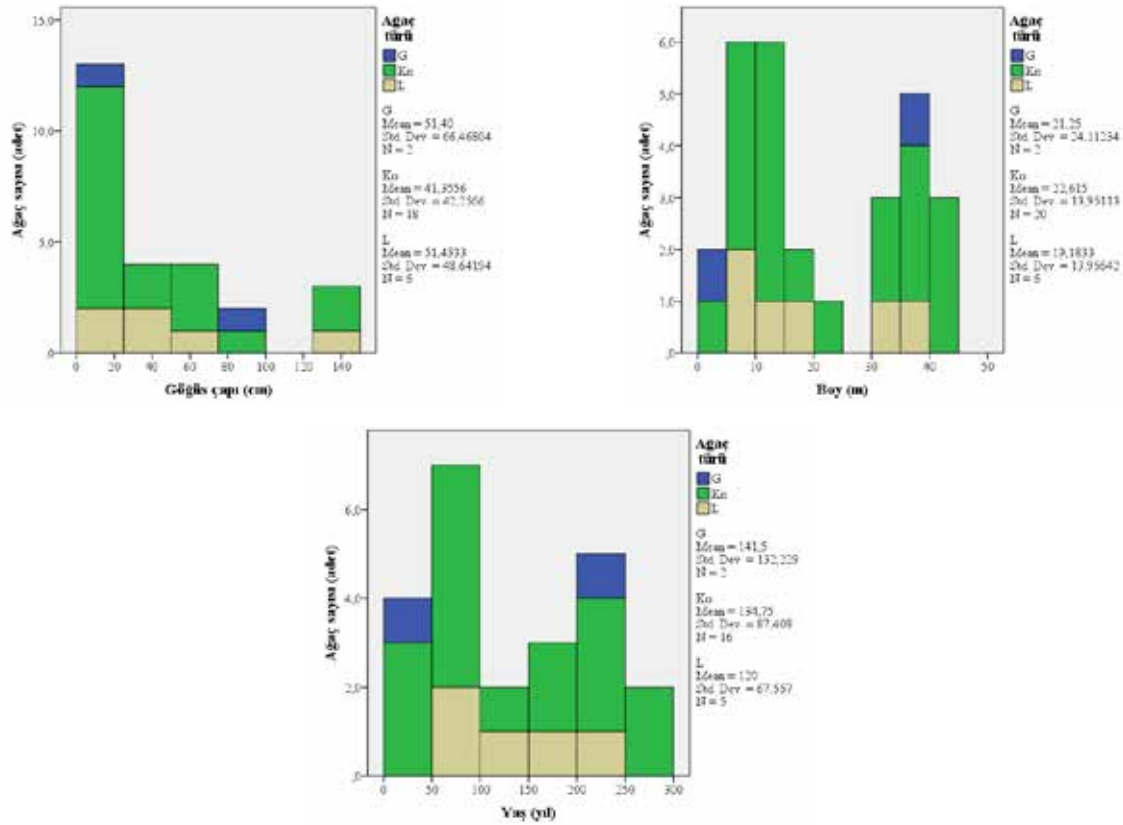
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 480 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 2,00 cm ile 80,20 cm ($\bar{x} = 30,76$, $\sigma = 28,23$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 39,40 cm ile 80,20 cm ($\bar{x} = 63,00$, $\sigma = 8,85$) aralığında, yaşı 89 yıl ile 322 yıl ($\bar{x} = 224$, $\sigma = 54,16$) aralığında değişmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. 6 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 7 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

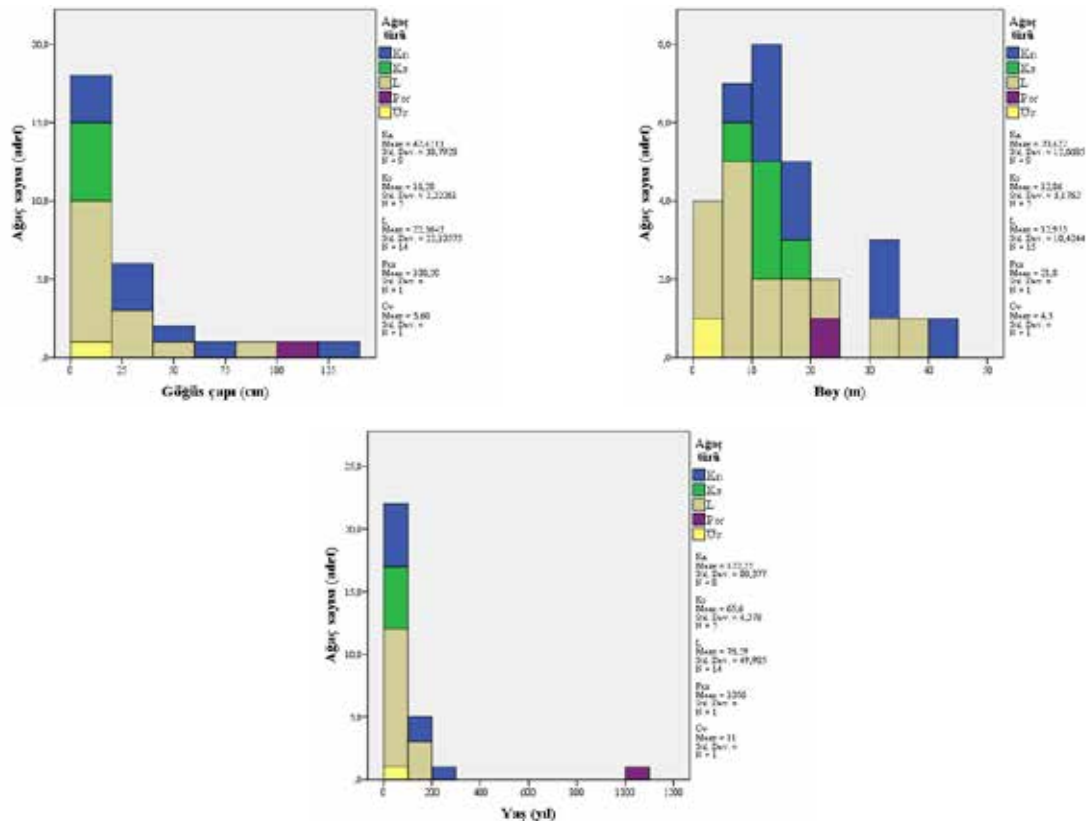
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 173 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 4,40 cm ile 140,80 cm ($\bar{x} = 44,45$, $\sigma = 43,44$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 24,80 cm ile 140,80 cm ($\bar{x} = 84,97$, $\sigma = 38,38$) aralığında, yaşı 131 yıl ile 297 yıl ($\bar{x} = 209$, $\sigma = 48,71$) aralığında değişmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. 7 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 8 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

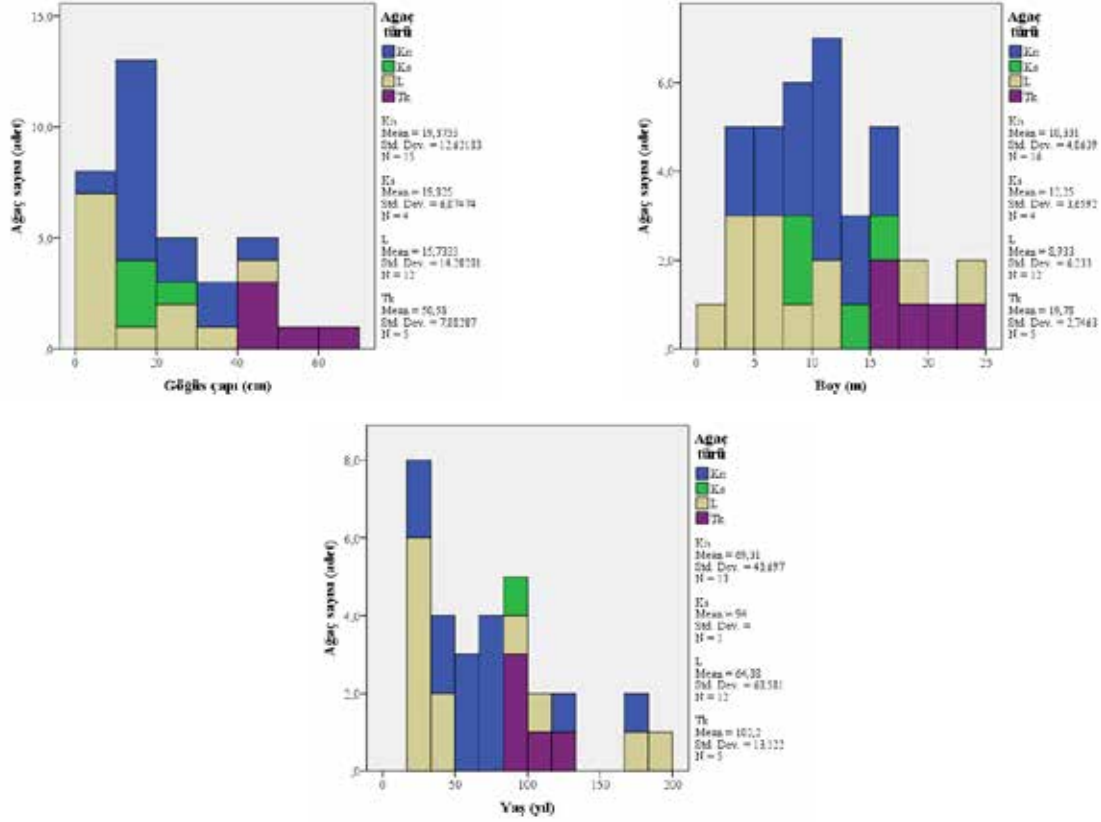
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 193 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 3,60 cm ile 128,60 cm ($\bar{x} = 29,59$, $\sigma = 31,28$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 29,60 cm ile 128,60 cm ($\bar{x} = 77,14$, $\sigma = 33,77$) aralığında, yaşı 110 yıl ile 1056 yıl ($\bar{x} = 308$, $\sigma = 333,36$) aralığında değişmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. 8 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 9 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

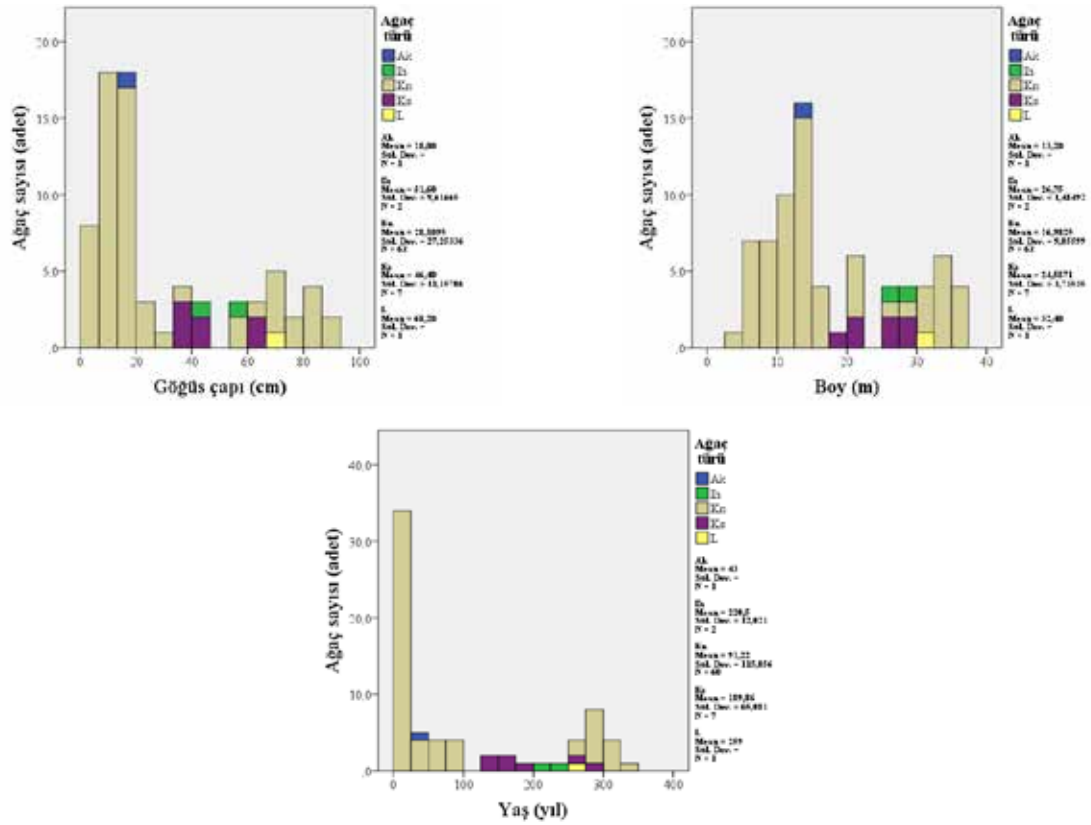
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 240 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 4,60 cm ile 64,20 cm ($\bar{x} = 22,54$, $\sigma = 16,46$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 11,00 cm ile 64,20 cm ($\bar{x} = 33,14$, $\sigma = 14,88$) aralığında, yaşı 31 yıl ile 191 yıl ($\bar{x} = 104$, $\sigma = 42,55$) aralığında değişmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. 9 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 10 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

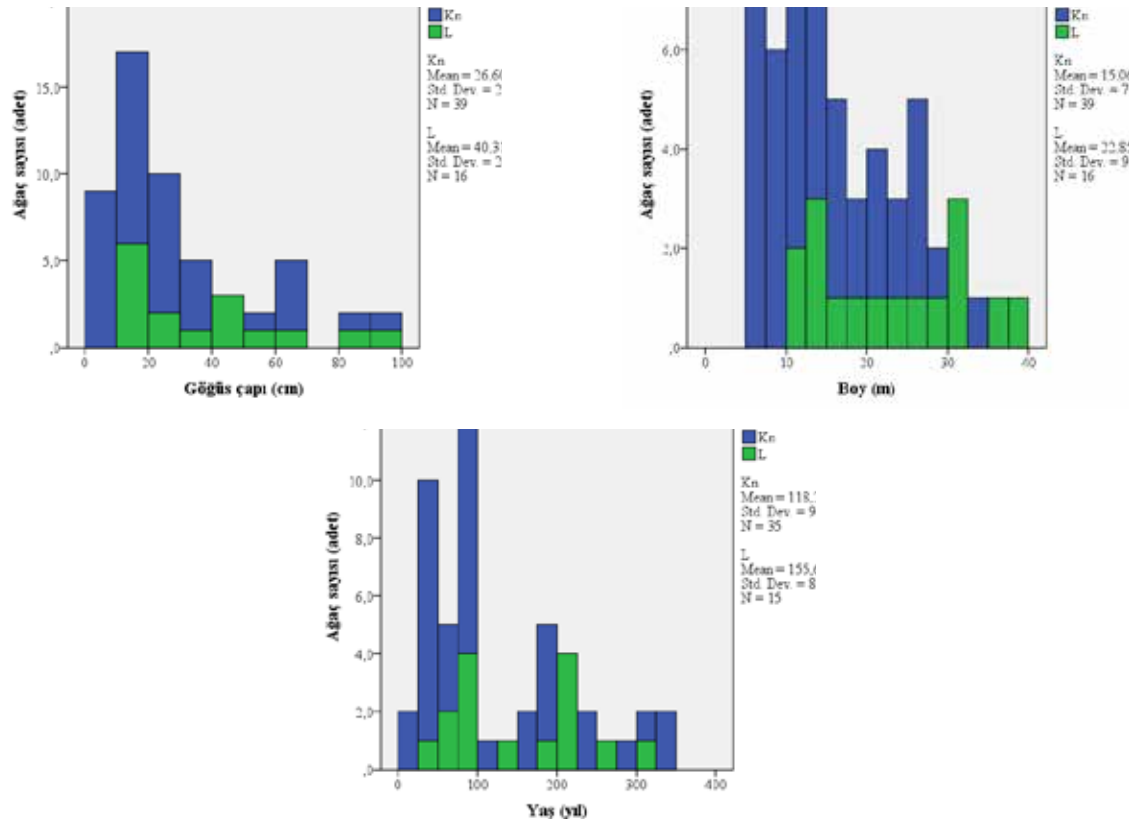
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 493 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 2,60 cm ile 88,40 cm ($\bar{x} = 30,88$, $\sigma = 26,56$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 25,40 cm ile 88,40 cm ($\bar{x} = 59,91$, $\sigma = 20,34$) aralığında, yaşı 66 yıl ile 344 yıl ($\bar{x} = 234$, $\sigma = 86,97$) aralığında değişmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. 10 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

- 11 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

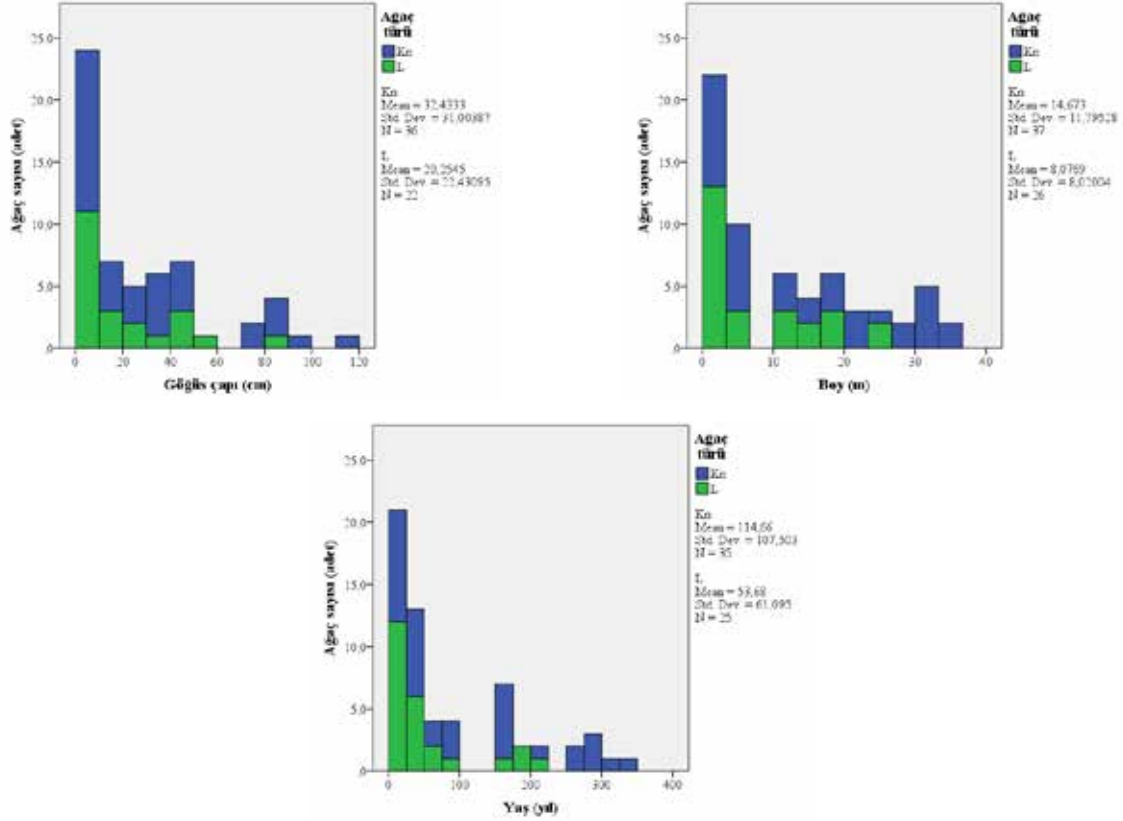
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 367 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 6,00 cm ile 99,40 cm ($\bar{x} = 30,60$, $\sigma = 24,69$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 21,80 cm ile 99,40 cm ($\bar{x} = 56,69$, $\sigma = 22,89$) aralığında, yaşı 93 yıl ile 338 yıl ($\bar{x} = 234$, $\sigma = 68,42$) aralığında değişmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. 11 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 12 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

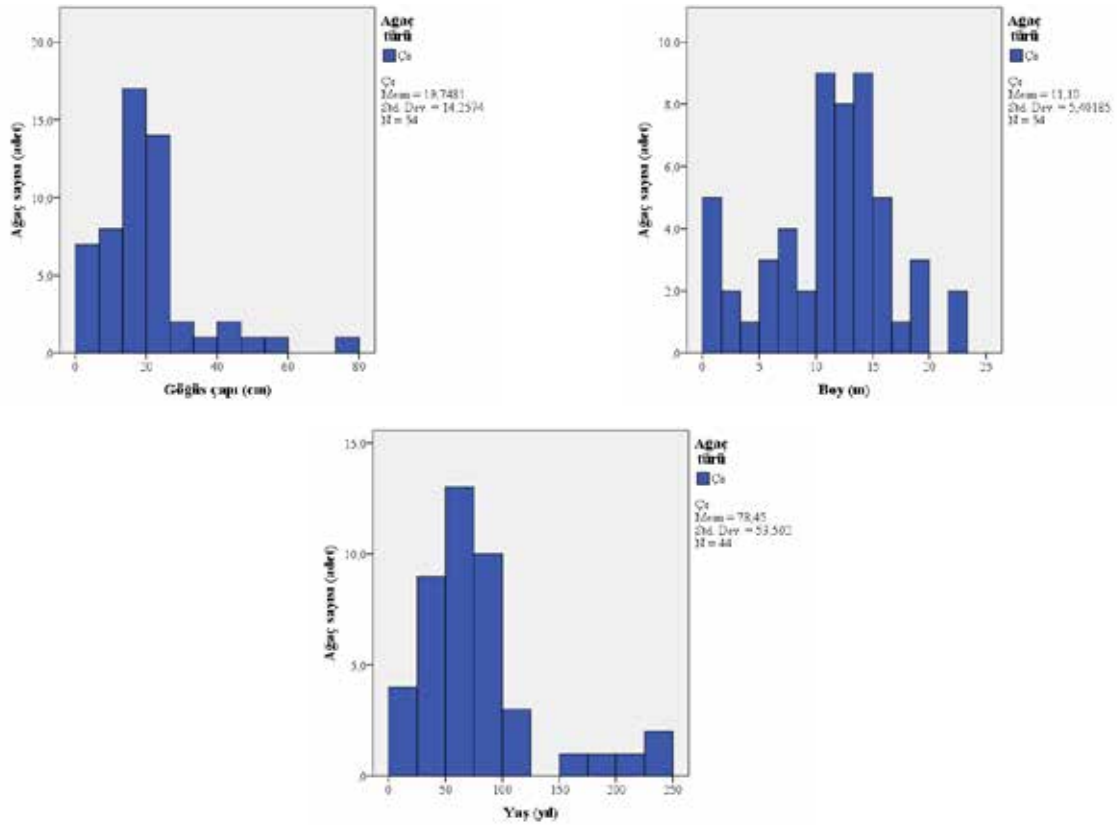
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 387 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,00 cm ile 110,20 cm ($\bar{x} = 27,81$, $\sigma = 28,48$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 32,20 cm ile 110,20 cm ($\bar{x} = 66,64$, $\sigma = 25,46$) aralığında, yaşı 69 yıl ile 346 yıl ($\bar{x} = 240$, $\sigma = 78,60$) aralığında değişmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. 12 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 13 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

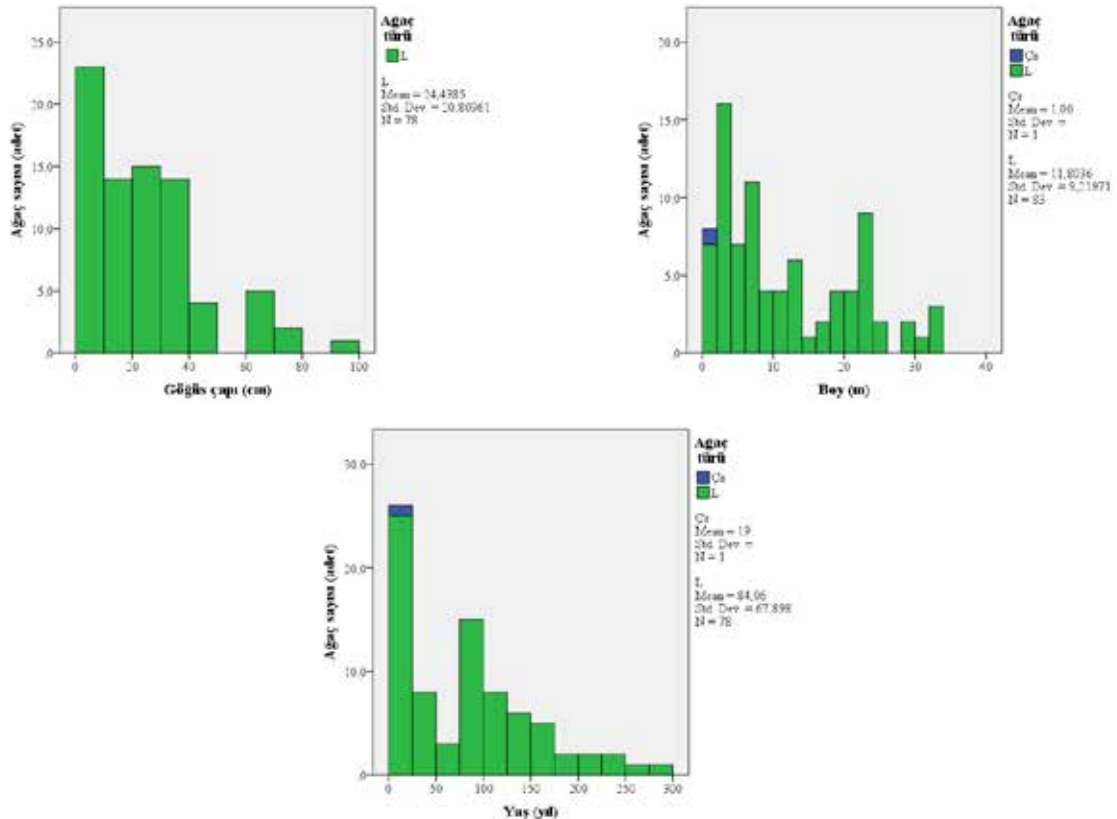
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 347 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,00 cm ile 78,80 cm ($\bar{x} = 19,75$, $\sigma = 14,26$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 23,70 cm ile 78,80 cm ($\bar{x} = 39,97$, $\sigma = 16,90$) aralığında, yaşı 97 yıl ile 247 yıl ($\bar{x} = 160$, $\sigma = 59,09$) aralığında değişmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. 13 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 14 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

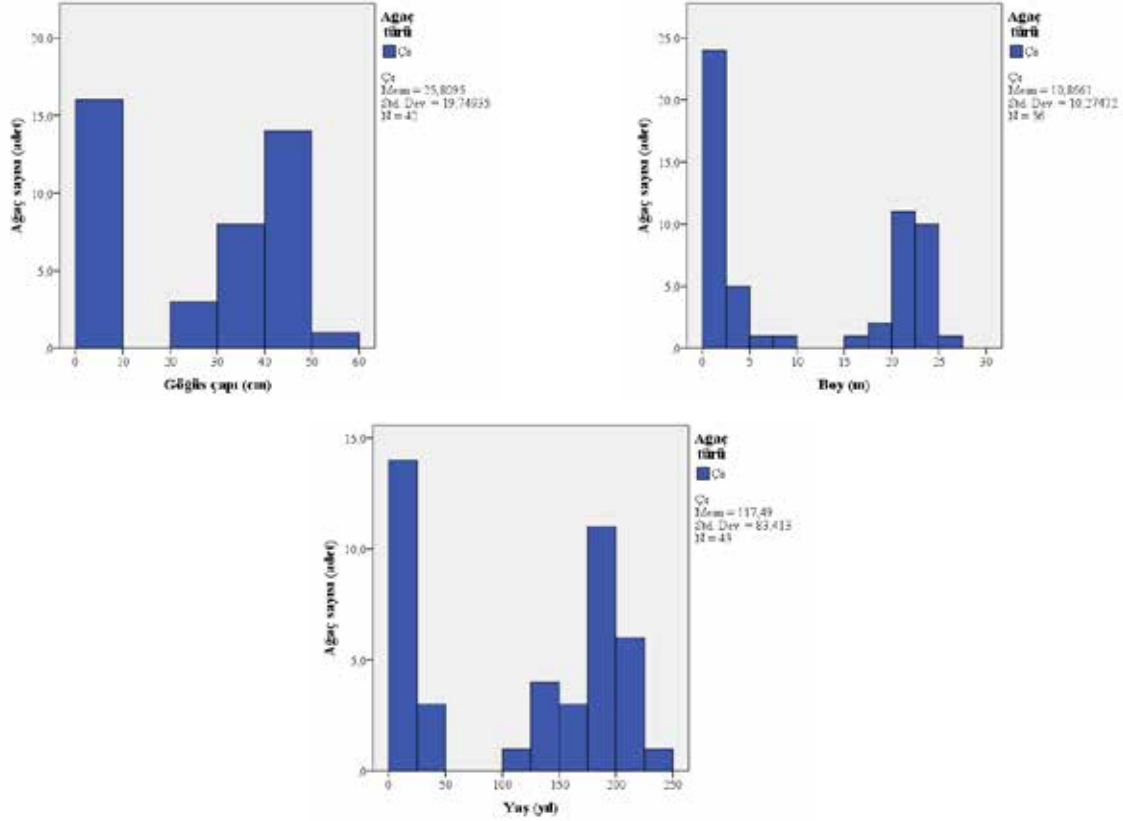
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 520 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,40 cm ile 99,60 cm ($\bar{x} = 24,44$, $\sigma = 20,81$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 32,00 cm ile 99,60 cm ($\bar{x} = 50,88$, $\sigma = 19,11$) aralığında, yaşı 89 yıl ile 288 yıl ($\bar{x} = 168$, $\sigma = 56,26$) aralığında değişmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. 14 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 15 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

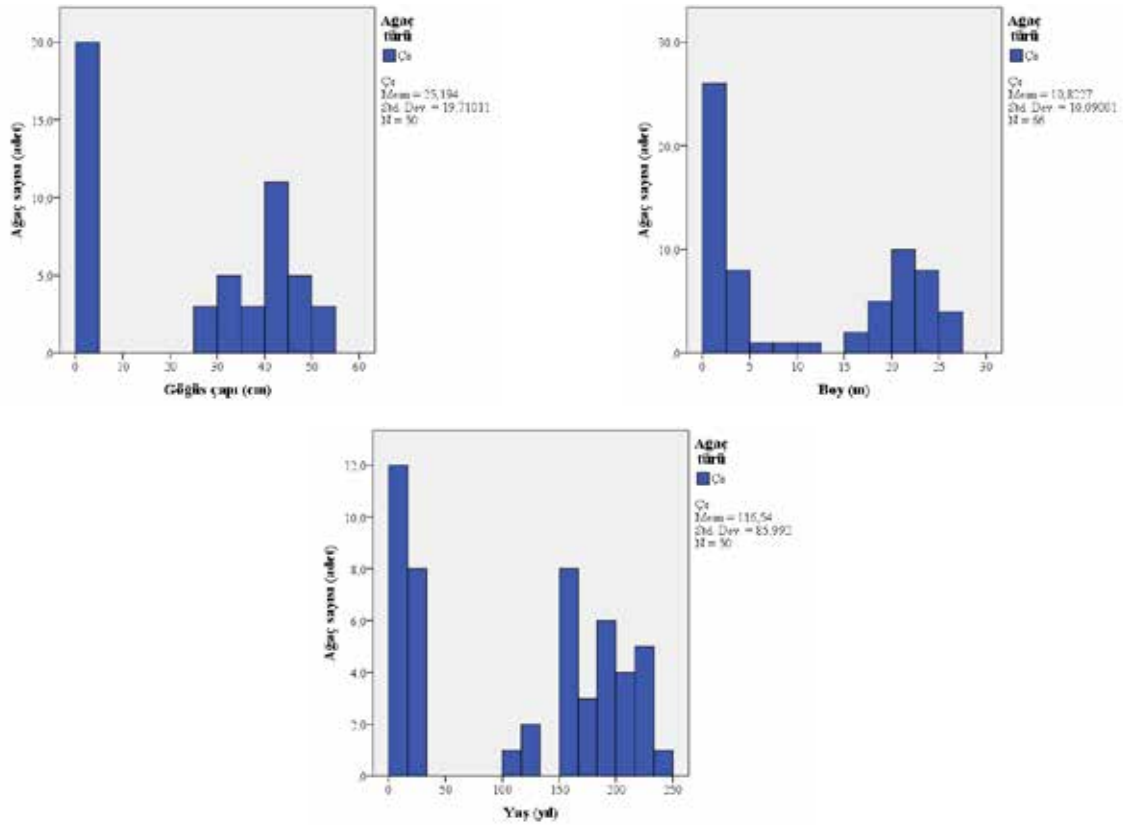
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 280 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,00 cm ile 57,40 cm ($\bar{x} = 25,81$, $\sigma = 19,75$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 27,60 cm ile 57,40 cm ($\bar{x} = 41,71$, $\sigma = 6,85$) aralığında, yaşı 106 yıl ile 230 yıl ($\bar{x} = 184$, $\sigma = 32,02$) aralığında değişmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. 15 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 16 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

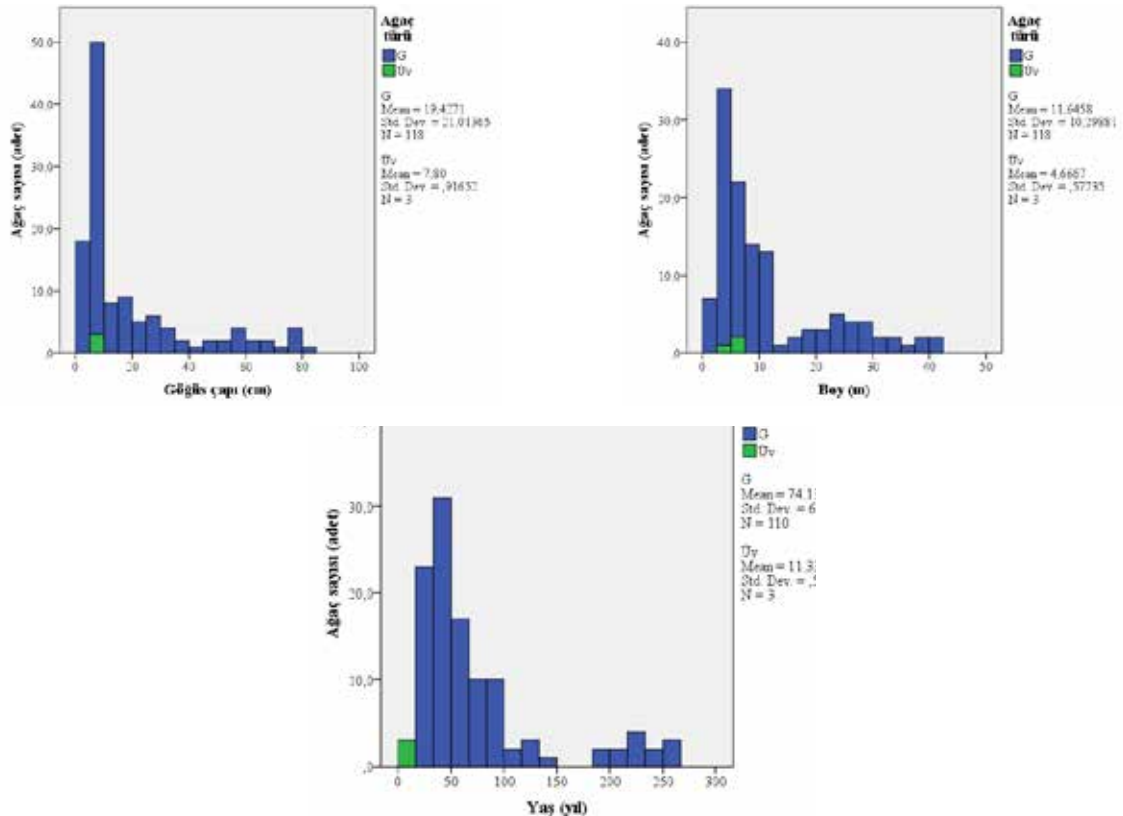
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 333 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,00 cm ile 52,40 cm ($\bar{x} = 25,19$, $\sigma = 19,71$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 28,00 cm ile 52,40 cm ($\bar{x} = 43,37$, $\sigma = 6,10$) aralığında, yaşı 108 yıl ile 235 yıl ($\bar{x} = 193$, $\sigma = 29,83$) aralığında değişmektedir (Şekil 17).



Şekil 17. 16 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 17 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

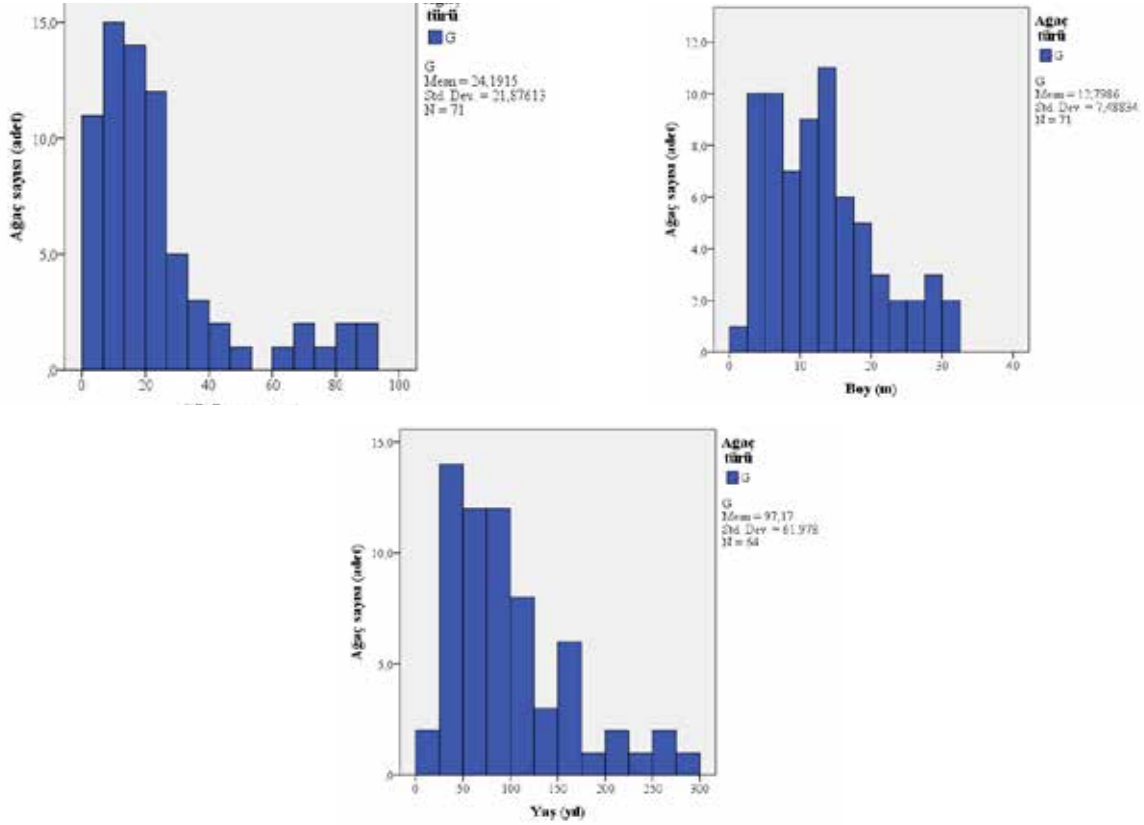
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 793 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 2,20 cm ile 81,00 cm ($\bar{x} = 19,14$, $\sigma = 20,83$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 25,00 cm ile 81,00 cm ($\bar{x} = 52,24$, $\sigma = 18,78$) aralığında, yaşı 77 yıl ile 264 yıl ($\bar{x} = 184$, $\sigma = 66,66$) aralığında değişmektedir (Şekil 18).



Şekil 18. 17 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 18 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

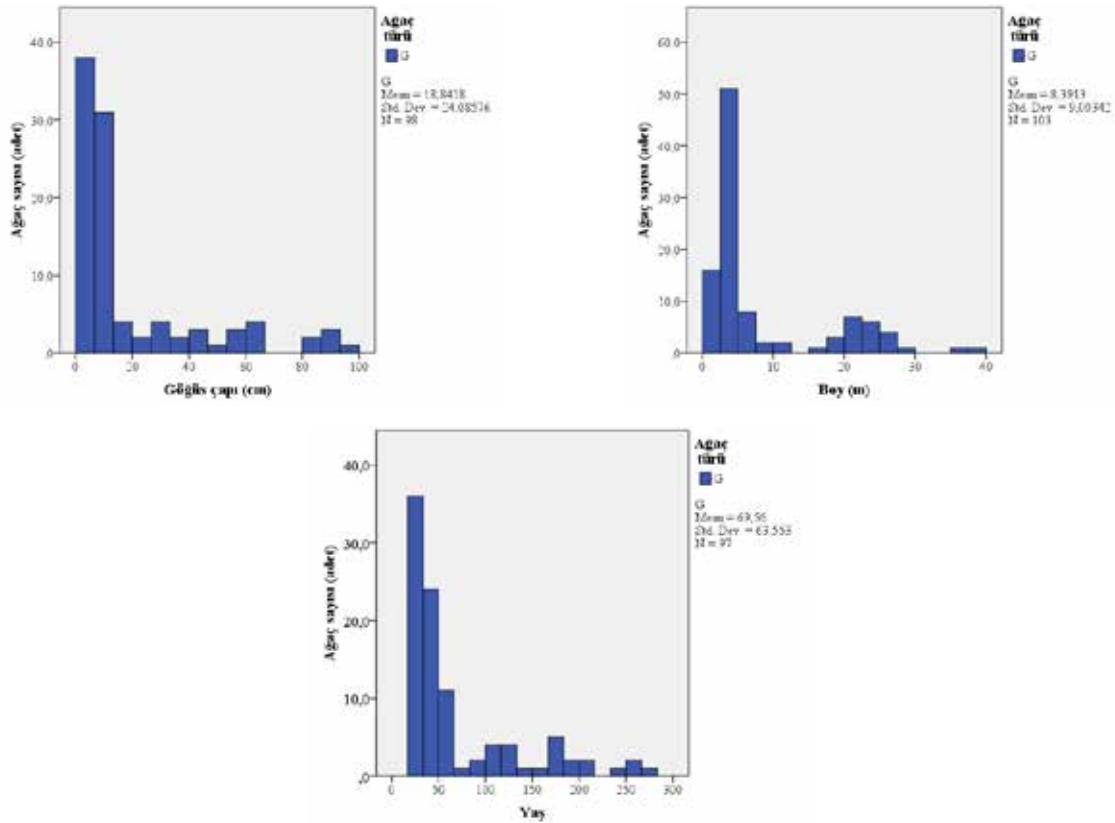
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 473 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 2,80 cm ile 89,40 cm ($\bar{x} = 24,19$, $\sigma = 21,88$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 29,40 cm ile 89,40 cm ($\bar{x} = 64,53$, $\sigma = 21,51$) aralığında, yaşı 111 yıl ile 284 yıl ($\bar{x} = 211$, $\sigma = 54,99$) aralığında değişmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. 18 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 19 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

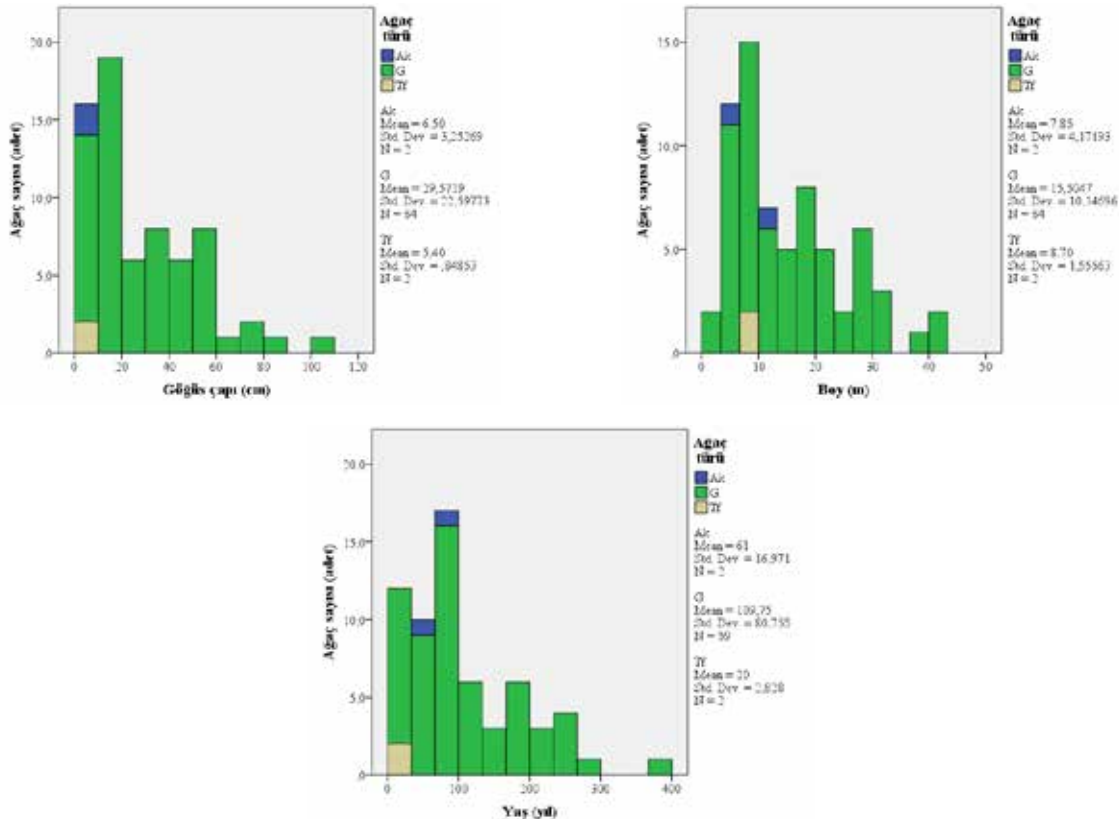
Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 647 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 1,20 cm ile 94,20 cm ($\bar{x} = 24,09$, $\sigma = 18,84$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 25,00 cm ile 94,20 cm ($\bar{x} = 59,98$, $\sigma = 22,26$) aralığında, yaşı 108 yıl ile 268 yıl ($\bar{x} = 183$, $\sigma = 49,99$) aralığında değişmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. 19 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

• 20 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları

Örnek alanda, boyları 1.30 m'den büyük olan bireyler hektarda 453 adettir. Ağaç katındaki bireylerin göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,30}$) 3,00 cm ile 106,40 cm ($\bar{x} = 28,18$, $\sigma = 22,62$) aralığında değişmektedir. Örnek alanda üst katı oluşturan bireylerin çapı ($d_{1,30}$) 32,00 cm ile 106,40 cm ($\bar{x} = 56,82$, $\sigma = 18,75$) aralığında, yaşı 112 yıl ile 387 yıl ($\bar{x} = 208$, $\sigma = 65,27$) aralığında değişmektedir (Şekil 21).



Şekil 21. 20 nolu örnek alana ait çap, boy ve yaş dağılımları (Oktan, 2015).

Çalışmada, elde edilen dağılımlara göre meşcere hacimleri hesaplanmıştır. Böylelikle farklı yaşam evrelerindeki doğal yaşlı ormanların biokütleleri ortaya konmuştur. Bu aynı zamanda meşcerelerin karbon tutma oranlarıyla da benzer dağılım göstermektedir. Örnek alanlara dayalı olarak hesaplanan meşcere hacimleri, doğal yaşlı orman evrelerine göre aşağıda tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Örnek alanların hektardaki hacim değerleri.

Örnek alan no	Hacim (ha/m ³)		Doğal yaşlı orman evresi	Örnek alan no	Hacim (ha/m ³)		Doğal yaşlı orman evresi
	Yaşayan Ağaç	Ölü Ağaç			Yaşayan Ağaç	Ölü Ağaç	
1	1027.38	47.35	Orta evre	11	519.57	67.41	Orta evre
2	1677.8	75.32	Orta evre	12	558.60	52.88	Orta evre
3	498.12	5.23	Orta evre	13	126.49	39.11	Başlangıç evresi
4	676.45	53.76	Başlangıç evresi	14	473.84	27.49	Başlangıç evresi
5	1581.32	85.54	Orta evre	15	254.73	4.12	Başlangıç evresi
6	1033.66	126.95	Orta evre	16	296.13	6.19	Başlangıç evresi
7	982.02	171.98	Orta evre	17	620.47	72.64	Başlangıç evresi
8	459.29	9.25	Orta evre	18	356.15	83.25	Orta evre
9	122.34	18.00	Başlangıç evresi	19	523.31	98.90	Orta evre
10	895.91	38.41	Orta evre	20	580.00	21.77	Orta evre

Çalışma alanında hesaplanan meşcere hacimlerine göre, örnek alanların hacim miktarları bakımından doğal yaşam evrelerine dağılımı ortaya konmuştur (Tablo 3). Buna göre örnek alanlar, oluşum, optimal ve terminal doğal yaşam evrelerine heterojen dağılım göstermiştir.

Tablo 3. Örnek alanların hacimlerine göre doğal yaşam evrelerine dağılımı (Hacim dağılımlarına göre doğal yaşam evreleri ayrımı; Mayer ve diğ., 1977'deki Radurschltal ve Öztal Bölgesi'ne ait karşılaştırma değerlerinden alınmıştır).

Örnek alan no	Doğal yaşam evresi	Örnek alan no	Doğal yaşam evresi	Örnek alan no	Doğal yaşam evresi	Örnek alan no	Doğal yaşam evresi
1	Terminal evre	6	Terminal evre	11	Terminal evre	16	Optimal evre
2	Terminal evre	7	Terminal evre	12	Terminal evre	17	Terminal evre
3	Terminal evre	8	Terminal evre	13	Oluşum evresi	18	Optimal evre
4	Terminal evre	9	Oluşum evresi	14	Terminal evre	19	Terminal evre
5	Terminal evre	10	Terminal evre	15	Optimal evre	20	Terminal evre

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, biokütle miktarlarının değişiminin doğal yaşlı orman evrelerine göre dağılımları göz önüne alındığında, başlangıç evresinden orta evreye doğru bir azalmanın olmadığı aksine her iki evre için de biokütle değişimi artı ve eksi yönde olmuştur (Bknz tablo 2). Dolayısıyla, meşcere yaşı ile karbon depolama miktarları, belirli bir yaşa kadar doğrusal bir artış gösterdiği ilerleyen yaşlarda ise bu değişimin negatif yönde üssel fonksiyonlar şekline dönüştüğünü söylemek her zaman doğru olmaz. Nitekim, Carey ve diğ., (2001), yaptıkları çalışmada eşit yaşlı meşcereler için ilk 100 yıllık büyüme periyodundaki karbon depolama oranının artış gösterdiğini, sonrasında ise bu artışın çok küçük düzeylerde olabildiğini ancak bu tahminlerin doğal yaşlı ormanlar için tahmin edilemeyeceğini belirtmişlerdir. Ne var ki doğada, ne ağaçlar ne de ormanlar, zaman içerisinde biokütle birimi başına sabit büyüme hızı göstermezler (Sprugel, 1984; Ryan ve Waring, 1992).

Çalışmadaki doğal yaşlı ormanların, servet miktarına bağlı, doğal yaşam evrelerine dağılımları incelendiğinde, oluşum, optimal ve terminal evrelerde bulundukları ortaya çıkmıştır (Bknz tablo 3). Bu bağlamda değerlendirildiğinde de doğal yaşlı ormanların çok geniş bir zaman aralığını içeren evreleri barındırıyor olması, doğal yaşlı ormanların karbon depolama düzeylerinin değerlendirilmesinde, basit karbon depolama formüllerin yeterince açıklayıcı olamayacağını göstermektedir. Dolayısıyla, doğal yaşlı ormanların karbon depolama oranlarının çok düşük olduğunu söylemek yanıltıcı olacaktır. Nitekim, kimi araştırmacılar doğal yaşlı ormanların sadece organik maddenin yavaş şekilde ayrışmasını sağlayarak depolanan atmosferik karbonun toprakta depolanmasını sağlayıcı olmasının dahi yeterli olduğunu belirtmektedirler (Jarvis ve diğ., 2005; Zhou ve diğ., 2006).

Doğal yaşlı ormanların karbon depolama düzeyleri üzerine yapılan karşılaştırmalarda, genç ve orta yaştaki ormanlar için karbon depolama düzeylerinin sürekli değişken olmakla birlikte depolama yeteneklerini çökme evrelerine kadar sürdürebildikleri (Tang ve diğ., 2004), bunun yanında karbon depolama oranlarının, eşit yaşlı meşcerelerin işletim süreleri de dikkate alındığında, ortalama 800 yaşındaki meşcerelerde halen yüksek miktarlarda devam ettiği ortaya konmuştur (Luyssaert ve diğ., 2015). Bu bağlamda, çalışmaya konu olan doğal yaşlı orman alanlarının halen karbon depolama kapasitelerinin yüksek olduğu değerlendirilmiştir.

Doğal yaşlı orman alanlarının, ülkemiz ormancılığı açısından genellikle, sadece müdahalede geç kalınmış yaşlı ormanlar olarak değerlendirilmesi, bu nedenle de acelece gençleştirme alanları içerisinde alınması söz konusu olmaktadır. Oysa yukarıda bahsedilen sadece karbon depolama kapasiteleri dahi, b doğal yaşlı orman alanlarının özel statülerle korunması ve iyileştirilmesi yoluna gidilmesi için yeterli bir gerektir.

Bu bağlamda, doğal yaşlı orman alanları için genel anlamda yapılması ön görülen öneriler aşağıda temel hatlarıyla sıralanmıştır;

- 1- Doğal yaşlı orman envanterlerinin ivedilikle yapılması.
- 2- Doğal yaşlı ormanların özel koruma statüsüne alınması.
- 3- Doğal yaşlı ormanlarda, doğal dinamikleri esas alan silvikültür uygulamaların yapılması (Dinamik Silvikültür).
- 4- Doğal yaşlı ormanları oluşturan tüm ağaç türleri için karbon depolama döngülerinin belirlenmesi.
- 5- Doğal yaşlı orman yapıları esas alınarak karbon yutak alanlarının oluşturulması.

KAYNAKLAR

- Abadie, C., Carroll, A., Tcherkez, G., 2017, Interactions Between Day Respiration, Photorespiration, and N and S Assimilation in Leaves. In: Tcherkez G., Ghashghaie J. (eds) Plant Respiration: Metabolic Fluxes and Carbon Balance. Advances in Photosynthesis and Respiration (Including Bioenergy and Related Processes), vol 43. Springer, Cham.
- Can, T., (Editör), 2013. Ormanın Kitabı, WWF-Türkiye, İstanbul, 172s.

- Carey, E.V., Sala, A., Keane R., Callaway, R.M., 2001, Are old forests underestimated as global carbon sinks? *Global Change Biology* 7, 339-344.
- Çolak, A.H., Tokcan, M. ve Kırca, S., 2011. Ölü Ağaç (Yaşayan Ölümler). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No. 6, Bolu, 147 s.
- Dublin, H.T. ve Volonte, C., 2004. GEF Biodiversity Program Study, Global Environment Facility, Office of Monitoring & Evaluation.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 1800/193, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Jarvis, P.G., Ibrom, A., Linder, S., 'Carbon forestry': managing forests to conserve carbon, *The Carbon Balance of Forest Biomes*, edited by H.Griffiths and P.G.Jarvis, Taylor & Francis Group.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:3194/354, İstanbul, 407s.
- Kowalski, A.S., Loustau, D., Berbigier, P., Manca, G., Tedeschi, V., Borghetti, M., Valentini, R., Kolari, P., Berninger, F., Rannik Ü., Hari, P., Rayment M., Mencuccini, M., Moncrieff, J., Grace, J., 2004, Paired comparisons of carbon exchange between undisturbed and regenerating stands in four managed forests in Europe, *Global Change Biology* 10, 1707–1723.
- Lowman, M.D. ve Rinker, H.B. edit, 2004. *Forest Canopies (Second Edition)*, Elsevier, 517s.
- Mayer, H., Erhard, H., Lödl, J. ve Pitterle, A., 1977. Waldbauliche Untersuchungen in Lärchen-Zirbel Wälder der Ötztaler Alpen, *Cbl. für das ges. Forstw.* 94/1.
- Luyssaert, S., Schulze, A.D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B.E., Ciais, P., Grace, J., 2008, Old-growth forests as global carbon sinks, *Nature*, Vol 455, Doi:10.1038/nature07276.
- O'Hara, K.L., 1998. Silviculture for Structural Diversity A New Look at Multiaged Systems, *Journal of Forestry*, 96, 4-10.
- Oktan, E., 2015, Torul Orman İşletme Müdürlüğü Doğal Yaşlı Orman Alanlarında Meşcere Kuruluşları ve Silvikültürel Analizler, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, pp. 250, Trabzon.
- Oliver, C.D. ve Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*, Update Edition, John Wiley&Sons, Inc., USA, 520s.
- Ryan, M.G., Waring, R.H., 1992, Maintenance respiration and stand development in a subalpine lodgepole pine forest. *Ecology*, 73, 2100-2108.
- Serengil, Y., 2018, İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi Tarım/Orman ve Diğer Arazi Kullanımları, UNDP, 357s. ISBN: 9786059239110.
- Smith, P., Falloon, P., 2005, Carbon sequestration in European croplands, *The Carbon Balance of Forest Biomes*, edited by H.Griffiths and P.G.Jarvis, Taylor & Francis Group, pp. 409.
- Sprugel, D.G., 1984, Density, biomass, productivity, and nutrient cycling changes during stand development in wave-regenerated balsam fir forests. *Ecological Monographs*, 54, 165-186.
- Tang, J., Luyssaert, S., Richardson, A.D., Kutsch, W., Janssens, I.A., 2014, Steeper declines in forest photosynthesis than respiration explain age-driven decreases in forest growth, *PNAS*, vol.111, no.24, pp. 8856-8860.
- Van der Valk, A.G., Edit, 2009. *Forest Ecology (Recent Advances in Plant Ecology)*, Springer Science+Business Media B.V., 361s.
- Zhou, G., Liu, S., Li, Z., Zhang, D., Tang, X., Zhou, C., Yan, J., Mo, J., 2006, Old-Growth Forests Can Accumulate Carbon in Soils, *Science* 314, 1417, DOI: 10.1126/science.1130168.



Ecological Properties of an *Pinus brutia* Forest Isolated in The Euxine of Turkey

¹Cumhur GÜNGÖROĞLU, ²Ali KAVGACI, ³Münevver ARSLAN

1. Faculty of Forestry, Karabük University, Demir-Çelik Kampüsü, 78050, Karabük, Turkey

2. Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Vatan Bulvarı, 07010, Antalya, Turkey

3. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Orman Fidanlık Mevki, 26160, Eskişehir, Turkey

Abstract

Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) forests are the widest distributed forest ecosystems of Turkey. There are uninterrupted Turkish red pine forests in the growing environments where the Mediterranean climate dominates at a certain altitude. Apart from this distribution area, Turkish red pine also spreads in some isolated growing environments with a Mediterranean climate locally in the Black Sea region. The investigation of the ecological site specifics of the Turkish red pine forests in these localities is important in order to improve the adaptation of tree species to climate change. In this research, it is aimed to determine the site specifics ecological characteristics of the Turkish red pine forests spreading within the Karabük province. Top soil samples were taken and analyzed to determine soil properties from the test sites. Vegetation sampling was done in the same sites. Twinspan analysis was performed to determine the different plant communities.

Detrended Canonical Correspondence (DCA) analysis used for the ordination analysis of vegetation. Turkish red pine forests of study site are separated by extreme climatic conditions. The forests spread mostly between 300-700 m. These altitudes usually have a southern aspect and very inclined slopes. The forests have three different forest vegetation communities. These forests also show distinct ecological variations and aspect, lime, altitude are the most important ecological factors causing these differentiation in the vegetation. The Turkish red pine forests of the Black Sea region in Turkey have remarkable importance in the studies of adaptation especially in context of climate change and gene flow in long distance.

Keywords: *Pinus brutia*, Spatial Distribution, Ecological Site Conditions

INTRODUCTION

Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) forests are one of the typical natural forest landscapes of the eastern part of the European Mediterranean biogeography. The largest natural distribution in this region are located in Turkey (Fig. 1). Turkish red pine covers large landscapes at the Southern and Western Turkey, which are represented by typical Mediterranean bioclimatic properties. It covers about 5.85 million ha. and constitute 27% of forests in Turkey (OGM, 2015). So, it is the largest forest ecosystem in Turkey. These forests ranges from sea level to the height of 1300 m and in some places this tree ascends up to 1500 m as individually (Boydak et al., 2006; Neyişçi, 1987). The annual average temperature of natural distributions of Turkish red pine forests changes from 10-12 °C to 20-25 °C (Atalay et al., 1998; de-Miguel et al., 2010; Neyişçi, 1987). The minimum temperature differs from 4 and 5 °C to -10 and -11 °C (Boydak et al., 2006; de-Miguel et al., 2010). Turkish red pine forest has distribution in different types of bedrock such as volcanic and metamorphic, but it grows better in shale, marl and flysch (Kantarci 1982; Boydak et al., 2006). Although it is considered to be frugal in terms of soil demands, it is known that it has a certain range of pH for optimum development (Boydak et al., 2006). Bedrock, precipitation, temperature and latitude are main determinant site conditions for spreading of Turkish red pine forests, may also exhibit locally different developmental characteristics according to altitude, slope and hill side exposition. Sloping and cracked limestone hills offer favorable conditions due to water permeability and storage of water. The increase of precipitation due to elevation has led to an increase at the height growth of Turkish red pine forests (Çelik and Özkan, 2015). Since Turkish red pine forests have very large geographical distribution in Turkey, they are represented by many different vegetation units indicating different ecological conditions (Akman 1995; Bergmeier et al., 2018; Karatepe et al., 2014). Turkish red pine forests in the Black Sea region of Turkey characterized as Euxine-West Caucasian thermophilous *Pinus brutia* and related Mediterranean pine forests on dry calcareous substrates. The alliance of these forests were named as Campanulo sibiricae-Pinion brutiae and three plant associations called Querco infectoriae-Pinetum brutiae, Lauro-Pinetum brutiae, Crucianello ponticae-Pinetum pineae were assigned to the alliance (Bergmeier et al., 2018). The Turkish red pine forest landscapes, which are scattered and large or small in the Black Sea region of Turkey, constitute a potential tree species in terms of gene flow and adaptation to climate change over a long period of time. Many tree species have developed scattered syndromes that enable efficient flow of genetic information in remote populations living in different environments (Kremer et al., 2012). These forests in this region take attention with their present natural populations adapted to the region's bioclimatic features. Although Turkish red pine forests spread the Mediterranean Turkey, it also has some isolated distribution at the Northern Turkey which is mainly under the dominance of Black Sea climate and Euro-Siberian Flora (Arbez, 1974; Atalay et al., 1998). In terms of floristic composition, these forests show significant differences even from the forests at Marmara-Aegean and Taurus-Amanos sub-regions at Western and Southern Mediterranean Turkey respectively, which are partially represented by some Euro-Siberian flora elements. So understanding the ecological and biological characteristics of these forests is very important not only in terms of nature conservation but also for climate change due to the adaptation capability of Turkish red pine to the cooler climate. One of these isolated distributions in Black Sea region is at Karabük province. In this study aimed to define the ecological and vegetation characteristic of these forests in Karabük. In this context, the topographical characteristics, land forms, bedrock, soil properties and plant communities of Turkish red pine forests in the region were determined.

MATERIALS AND METHODS

Study Site

This study was performed in the province of Karabük in Western Black Sea region of Turkey (Fig. 1). The area sizes of Turkish red pine forests vary according to forest management units in this province. The distribution areas are given in the table 1 compared to total forested areas.



Figure 1. The natural distribution areas of Turkish red pine (EUFORGEN, 2009)

Table 1. Distribution of Turkish red pine and other forests by field size in different forest subdivisions of the study site

Forest Divisions	<i>Pinus brutia</i> forest (ha)	Total forest area (ha)	Ratio (%)
Karabük	13,613.31	65,659.56	20.73
Safranbolu	4,379.96	51,272.04	8.54
Sum Total	17,993.27	116,931.6	15.39

Methods

The topographical characteristics of the Turkish red pine forests such as elevation, slope, aspect and land forms were determined from the digital elevation model (DEM). To obtain DEM was used the 1/25000 scaled digital .shp maps in height of 10 m. The value of elevation, slope, aspect and topographic position index (TPI), slope position index (SPI) (Jennes et al., 2013) and landforms (Weiss, 2001) were obtained by using spatial analysis tools of GIS program. Bedrock dependent properties were obtained from digital maps produced by the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey. The sampling of the top soil from 32 profiles was carried out. Soil pH, total lime, dust, sand, clay ratios, soil type and soil color were obtained from the analysis of soil samples taken from the surface soil in depth of 0-30 cm. All these data are produced in separate layers in GIS and overlaid with maps of other site properties. Vegetation samplings to define the *P. brutia* plant communities in the study were done according to the Braun – Blanquet method. Sampling areas were taken from the center of the soil plots. After the identification of the collected plants, all these plots were stored in the TURBOVEG database management program (Hennekens and Schaminée, 2001). Twinspan analysis was performed to determine the different plant communities (Lepš and Šmilauer, 1999). Crispness of classification analysis was applied to determine the most suitable plant group number (Botta-Dukat et al. 2005). The diagnostic, constant and dominant species of the identified plant groups were determined in Juice program (Chytrý et al., 2002). During the determination of diagnostic species, threshold of the phi value was subjectively selected as 0.50 (Chytrý et al., 2002). For the ordination analysis, Detrended Canonical Correspondence (DCA) analysis, which is an indirect ordination method assuming a unimodal response of species to the environment, was used in the Canoco program due to the high heterogeneity of the vegetation data (ter Braak and Šmilauer, 2002).

RESULTS

Climate

The climatic data of the study site were taken from the Karabük meteorological station and a climate diagram was formed based on these data (Fig. 2). The lowest average temperature is 2.9 °C in Janu-

ary. Total annual rainfall is 498 mm. The total rainfall in the summer months is 97 mm. According to the Emberger climate classification made using the data of the central meteorological station of Karabük, dry and warm summer and cold winter and Mediterranean climate type prevail in the basin (Coşkun and Coşkun, 2014). Compared to other surrounding region of the Black Sea coast is not as rainy and humid. It also provides does not reflect the harsh continental climate characteristics such as the Central Anatolia region of Turkey (Coşkun and Coşkun, 2014: Demirörs and Kurt, 2005).

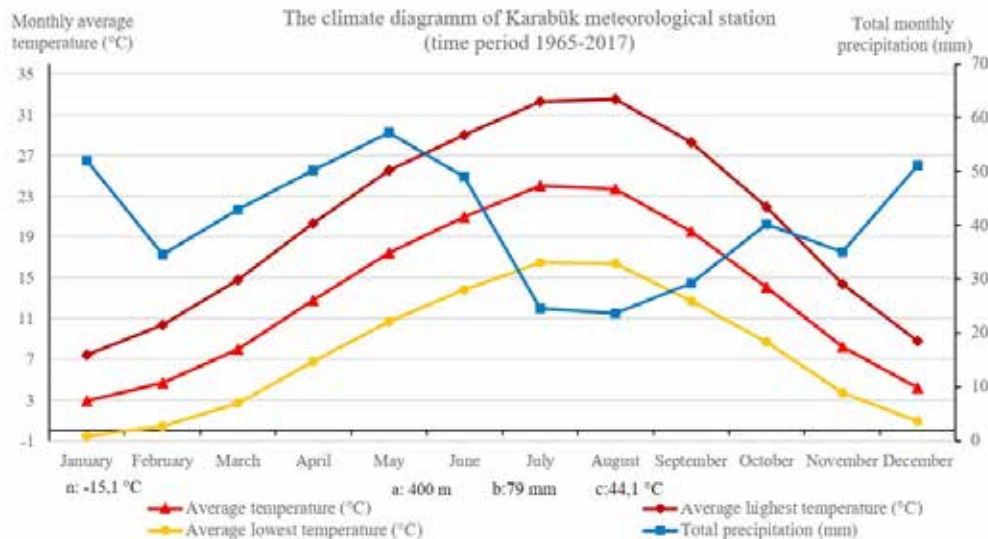


Figure 2. Climate diagram of the data of the Karabük meteorological station (1965-2017)

a: Elevation of the Station (m), b: Highest Precipitation (mm), c: Monthly average temperature (°C), n: Minimum temperature of the coldest month in the year (°C)

Topography

Turkish red pine forest landscapes are spread in the lower parts of the Araç and Soğanlıçay stream basins which flow from east to west in the region. It is located in the basins of Filyos stream which is composed of a combination of these two streams and poured into the Black Sea. The lowest altitude of the Turkish red pine forests is 230 m and the highest altitude is 990 m. It is mainly distributed between 300-700 m and it has a maximum spread between 400-600 m (Fig. 3). 66% of the Turkish red pine forests show more distribution between 10° and 30° which are classified as very and steep sloped hills and these forests generally have the highest distribution in southern aspect in the region (Fig. 3).

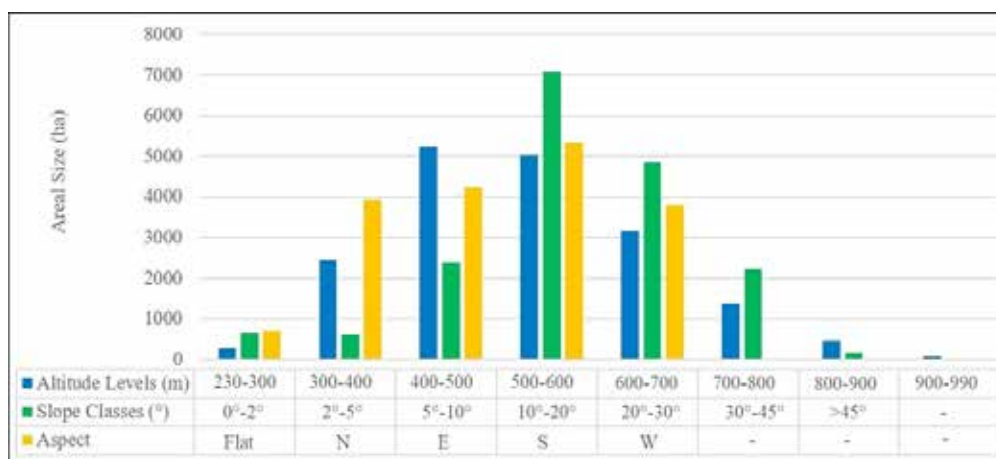


Figure 3. Areal size of Turkish red pine forests according to altitude levels, slope classes and aspect

The land surface of the Turkish red pine forest is formed mainly from the small valleys and ridges (Table 2).

Table 2. Areal size of landform classes of Turkish red pine forests

Landform Classes	Area (ha)
canyons, deeply incised streams	6,716.57
midslope drainages, shallow valleys	340.13
upland drainages, headwaters	598.53
U-shaped valleys	1,033.68
plains	26.95
open slopes	329.43
upper slopes, mesas	959.35
local ridges/hills in valleys	768.4
midslope ridges, small hills in plains	403.49
mountain tops, high ridges	6,816.74
total	17,993.27

Geology-Geomorphology

According to the numerical geology map of the study area, stratigraphic series from paleozoic to eocene were identified. Eocene consist of limestone, sandy and clayey layers, sandstone and conglomerate and limestone up to upper level. It is observed that the Middle Eocene aged formations have a predominant distribution in the research area. They cover 76.27% of the total area. These formations are composed of sandstone, mudstone, conglomerate, siltstone, limestone and marl, respectively.

Soil properties

The soil type is generally clayey loam (27-40% clay and 20-45% sandy soils), very high calcareous (> 15%), pH is moderate alkaline (7.9-8.4). Soil is generally in the class of fine-grained soils. Almost half of the soil samples have a rich lime content and the other half have a high lime percentage as well as marly soils. Especially dolomitic clayey limestone and nummulit limestones have more than 60% lime percentage. Formations with middle eocene aged sandstone, mudstone, conglomerate, siltstone, limestone are generally clayey or clayey loam soil type. It can be said that the formation having sandstone, shale and conglomerate content has sandy clayey loam soil type and the conglomerate it contains has an effect on clay. Sandstone, shale, conglomerate are yellowish brown. Sandstone, siltstone, mudstone and conglomerate contents are generally brown, whereas sandstone, mudstone and conglomerate-bearing soils have yellowish, grayish, or even greenish brown colors. The amount of organic matter taken from the humus layer of all soil profiles was 25.76% and the highest 30.3%. Sample areas are very rich in organic matter according to their organic matter values and even the turba.

Vegetation

The Turkish red pine forests in the study site consisted of 3 different forest communities. It is possible to name these groups with diagnostic plants and dominant plants that characterize the group at the highest rate. Diagnostic, constant and dominant plants of these communities are as follows:

***Lithospermum purpureocaeruleum* – *Pinus brutia* forest**

Diagnostic plants: Argyrolobium biebersteinii, Brachypodium sylvaticum, Cornus mas, Cotinus coggyria, Dictamnus albus, Galium paschale, Inula salicina, Iris sintenisii, Ligustrum vulgare,

Lithospermum purpurocaeruleum, *Origanum vulgare* subsp. *viride*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Sesleria alba*, *Sorbus torminalis* var. *torminalis*, *Viola alba*

Constant plants: *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Paliurus spina-christi*, *Phillyrea latifolia*, *Pinus brutia*, *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina*, *Quercus pubescens*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*

Dominant plants: *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Pinus brutia*, *Quercus pubescens*

Alyssum sibiricum – Pinus brutia forest

Diagnostic plants: *Alyssum sibiricum*, *Bothriochloa ischaemum*, *Carex depressa* subsp.

transsilvanica, *Festuca valesiaca*, *Helianthemum canum*, *Juniperus excelsa*,

Rhamnus thymifolius, *Stipa bromoides*, *Teucrium polium*, *Zosima absinthifolia*

Constant plants: *Astragalus anthylloides*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*,

Phillyrea latifolia, *Pinus brutia*, *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina*, *Quercus pubescens*

Dominant plants: *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Phillyrea latifolia*, *Pinus brutia*

Trigonella spicata – Pinus brutia forest

Diagnostic plants: *Asphodeline taurica*, *Carex flacca* subsp. *serrulata*, *Medicago x varia*, *Melilotus officinalis*, *Trigonella spicata*

Constant plants: *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Muscari armeniacum*, *Phillyrea latifolia*, *Pilosella piloselloides* subsp. *megalomastix*, *Pinus brutia*, *Quercus pubescens*

Dominant plants: *Bothriochloa ischaemum*, *Brachypodium pinnatum*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Pinus brutia*

The ordination by DCA showed clear gradients along both axes. *Lithospermum purpurocaeruleum* - *Pinus brutia* forest takes place on the right side of the axis 1 whereas the others are on the left side (Fig. 4).. Similarly *Alyssum sibiricum* - *Pinus brutia* forest is on the upper side of Axis 2, *Trigonella spicata* - *Pinus brutia* forest and *Lithospermum purpurocaeruleum* - *Pinus brutia* forest are at the lower part of the axis. The ecological factors which were passively shown on the ordination plane also showed clear gradients along both axis. While aspect and carbon shows a strong correlation with Axis 1, Altitude, lime pH and lime are correlated with Axis 2 more strongly. As the ecological factors are examined in terms of their driving effects on plant community differentiation, most of them appeared as significant. However, the most important ecological factors are aspect, lime and altitude respectively. As a result of these analysis, the ecological identification of these communities can be done as follow:

- *Lithospermum purpurocaeruleum* - *Pinus brutia* forest is spread over the shady slopes, while the other two communities are located on sunny sites.
- *Alyssum sibiricum* - *Pinus brutia* forest is relatively distributed on more inclined sites than *Trigonella spicata* - *Pinus brutia* forest.
- The soil lime content in *Lithospermum purpurocaeruleum* - *Pinus brutia* forest sites is higher than the other two communities.
- *Alyssum sibiricum* - *Pinus brutia* forest is the forest community with the lowest lime content in the soil.

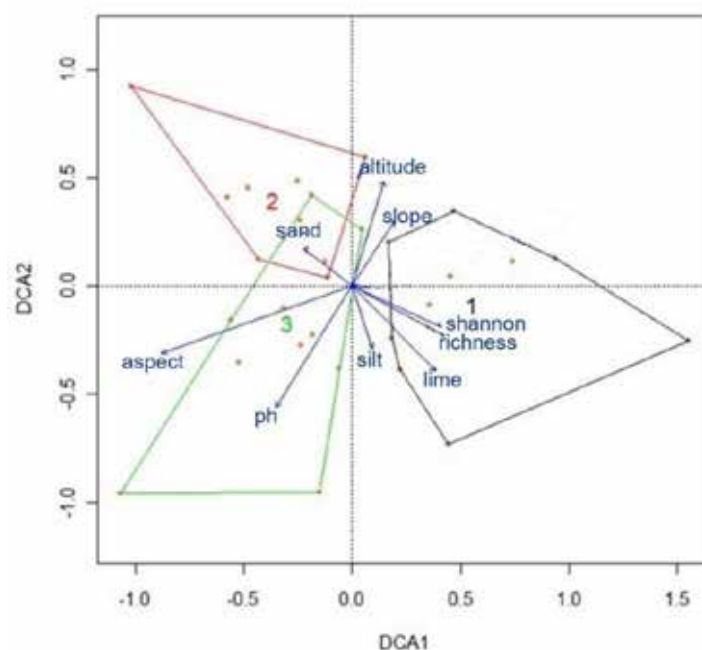


Figure 4. Ordinance of DCA analysis applied to vegetation samples in the study area (group number 1: *Lithospermum purpureocaeruleum* - *Pinus brutia* forest, group number 2: *Alyssum sibiricum* - *Pinus brutia* forest, group number 3: *Trigonella spicata* - *Pinus brutia* forest).

DISCUSSION

It is reported that Turkish red pine has a high temperature demand, is sensitive to frosts and avoids continental climates (Boydak et al., 2006). The average monthly temperature of the Karabük meteorological station, representing the research area, is 13,4 ° C. The average temperature of our basin in January is 2.9 ° C and the lowest temperature is -15.1 ° C. This value represents the lower part of the temperature range of Turkish red pine. The lowest temperatures in this region are not only effective in the mountainous area, but the cold air in the winter is deposited in the valley and the air temperature decreases in the bottom sections of the valley (temperature reversal). This factor, which is the main limiting factor in terms of climatic conditions, is expected to occur especially on snowy and frosty days (Atalay, 2002). Karabük province has a very high frost time compared to Antalya in spring and autumn. This situation explains the limitation in the altitude-dependent distribution of Turkish red pine forests in the region. Turkish red pine forests of study site are separated by extreme climatic conditions especially in the southern and western regions of Turkey. These forests are under climatic marginal conditions in terms of temperature. It is reported that there is a severe dry period of 3-5 months in the Turkish red pine forests and the annual rainfall, which can be considered as high, falls irregularly during the year in the form of heavy rain showers (Neyişçi, 1987). Therefore, it is a kind of tree that has developed ecological adaptability features that can make it resistant to rainfall regime and severe summer drought. Karabük meteorological station has a total rainfall of 97.3 mm per month during the summer months. As a result, it can be stated that although the total amount of rainfall in the Karabük-Safranbolu basin is slightly lower than the other regions, the summer drought is shorter and has a certain amount of precipitation in the summer months. As it is known, the Turkish red pine provides a good growth conditions on the jura and cretaceous limestones of the mesozoic period with a crevice and fracture (Neyişçi, 1987). The Middle Eocene aged formations have a predominant distribution in the study site. They cover 76.27% of the total area. These forests also show distinct ecological variations and aspect, lime and altitude are the most important ecological factors causing these differentiation. The topographical, geological and geomorphological conditions obtained from the research give the basic characteristics of the regional distribution under the climate characteristics. The Turkish red pine forests in the study site are predominantly spread over small valleys and ridges known as fractal surfaces (Polidori et al., 1991). Considering its importance as a genetic reserve, it is important that these forests are not more fragmented into smaller parts. Since these forests are already present in

marginal environmental heterogeneity areas, they have importance in the form of a natural reserve area in terms of assisted colonization to increase genetic diversity (St. Clair and Howe, 2011) regarding to mitigate climate change affects for *Pinus brutia* forests in Turkey.

CONCLUSION

Intensive stream system located on the edge of the Araç and Soğanlı basin create fractal surfaced terrain which derive forest landscape with fractal geometry. This fragmented terrain has a great importance for the differentiation of Turkish red pine forest vegetation in terms of aspect and elevation. *Pinus brutia* builds wider forests on the sandy and alluvial geological formations in the valley floors, while on the slopes it prefers the bedrock consisting of sandstone, mudstone, conglomerate, siltstone, limestone and marl combinations. Turkish red pine forests is an important forest ecosystem and grow naturally in the altitudes between 300-700 m of Araç and Soğanlıçay basins in Karabük. The Turkish red pine forests of the Black Sea region in Turkey are of remarkable importance in the studies of adaptation especially in context of climate change and gene flow in long distance. These forests in this region also have reserve value for the conservation of the diversity of gene resources. For this reason, it is useful to create new geographically common gardens from Turkish red pine forests which are locally located at a distance in the Black Sea region of Turkey as marginal populations to connect with central populations. In this way, it should be considered to the evolutionary responses of *Pinus brutia* to climate change by maintaining the continuity of the gene flow.

FUNDING

This study has been supported by the Karabük University [grant numbers: KBÜ-BAP-15-1-DS-020].

REFERENCES

- Akman, Y. 1995) Türkiye Orman Vegetasyonu. Ankara: A.Ü. fen Fakültesi Botanik Anabilim Dalı.
- Arbez, M. 1974. Distribution, ecology and variation in *Pinus* in Turkey. Forest Genetic Resources Information 3, FAO, 21-33.
- Atalay, İ. 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayınları No. 163, İzmir: Meta Basımevi.
- Atalay, İ., Sezer, L. İ., Çukur, H. 1998. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Ankara: Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayını. No:4.
- Bergmeier, E., Walentowski, H., Güngöroğlu, C. 2018. Turkish Forest Habitat Types – An Annotated Conspectus Based on the EU Habitats Directive with Suggestions for an Upgrade. In C. Güngöroğlu (Eds.), Practicability of the EU Natura2000 Concept in the Forested Areas of Turkey (pp 134-292). Ankara: Turkey Foresters' Association.
- Botta-Dukát Z., Chytrý M., Hájková P., Havlová M. 2005. Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. Preslia, 77, 89–111.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M. 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ankara: OGEM-VAK yayınları, 364 pp.
- Çelik, H., Özkan, K. 2015. Antalya Ovacık Dağı Yöresi'nde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Gelişimi İle Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19 (2), 190- 197. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.44610>
- Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J., Botta-Dukat, Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. Journal of Vegetation Science, 13, 79–90. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02025.x>
- Coşkun, M. 2013. The Geomorphology of Karabük-Safranbolu basin, NW of Turkey. Biodiversity and Cultural Heritage, In İ. Atalay, & R. Efe (Eds.). Proceedings for the 9 th. Turkish-Romanian Geographical Academic Seminar (91-101). June 10 - 14, 2013, Antalya -Safranbolu.

- Coşkun, M., Coşkun, S. 2014. An Analysis on the Distribution of Maquis Shrubland: Karabuk-Safranbolu Basin (Turkey). International Journal of Sciences, 6, 63-70. <https://doi.org/10.18483/ijSci.1336>
- Demirörs, M., Kurt, F. 2005. Zonguldak-Karabük ve Bartın arasında kalan bölgenin florasına katkılar. Kastamonu Eğitim Dergisi, 13, 555-560.
- de-Miguel S., Pukkala T., Shater Z., Assaf N., Kraid B., Palahí, M. 2010. Models for simulating the development of even-aged *Pinus brutia* stands in Middle East. Forest Systems, 19, 449-457. <https://doi.org/10.5424/fs/2010193-9046>
- EUFORGEN. Distribution map of Brutia pine (*Pinus brutia*) 2009. <http://www.euforgen.org> Accessed 05 December 2018.
- Hennekens, S. M., Schaminee, J. H. J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. Journal of Vegetation Science, 12, 589-591. <https://doi.org/10.2307/3237010>.
- Jenness, J., Brost, B., Beier, B. 2013. Land facet corridor designer. USDA forest service rocky mountain research station. http://www.jennessent.com/arcgis/land_facets.htm/ Accessed 20 March 2019.
- Kantarcı, M. D. 1982. Akdeniz Bölgesinde doğal ağaç ve çalı türlerinin yayılışı ile bölgesel yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 3054/330, 105 pp.
- Karatepe, Y., Özçelik, R., Gürlevik, N., Yavuz, H., Kırış, R. 2014. Batı Akdeniz'de farklı yetiştirme ortamı bölgelerindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının vejetasyon yapısının ekolojik değerlendirilmesi. SDU Faculty of Forestry Journal, 4 (15), 1-8.
- Kremer, A., Ronce, O., Robledo-Arnuncio, J.J., Guillaume, F., et al. 2012. Long-distance gene flow and adaptation of forest trees to rapid climate change. Ecology Letters, 15, 378-392. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01746.x>.
- Lepš, J., Šmilauer, P. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data. Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, [http://www.biodiversitylorenzomarini.eu /R_manuals/Lepš&Šmilauer_Multivariate.pdf/](http://www.biodiversitylorenzomarini.eu/R_manuals/Lepš&Šmilauer_Multivariate.pdf/) Accessed 20 November 2017.
- Neyişçi, T. 1987. Kızılçamın Ekolojisi. In Ormancılık Araştırma Enstitüsü (Eds.) Kızılçam El Kitabı Dizisi-2 (23-56). Ankara: Muhtelif Yayınlar Dizisi, 52.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı (Turkey Forest Assets) <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Var%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf> Accessed 25 February 2015.
- Polidori, L., Chorowicz, J., Guillande, R. 1991. Description of Terrain as a Fractal Surface, and Application to Digital Elevation Model Quality Assessment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57, 10, 329-332.
- R Foundation Team, 2013. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, <http://www.R-project.org/> Accessed 12 April 2015.
- St. Clair, J.B., Howe, G.T. 2007. Strategies for conserving forest genetic resources in the face of climate change. Turkish Journal of Botany, 35 (4), 403-409. <https://doi.org/10.3906/bot-1012-98>.
- ter Braak, C.J. F., Šmilauer, P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide, Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), 496 pp, Wageningen.
- Weiss, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA. Available, by permission from the author. http://www.jennessent.com/arcview/TPI_Weiss_poster.htm Accessed 18 May 2016.



Session Chair: Prof. Dr. Tahsin AKALP • Co-Chair: Dr. İlker ERCANLI

CHAPTER SIX



Determination of Forest Fire Monitoring Points Using 0-1 Integer Programming: Karabağlar Sample

¹Prof. Dr. Altay Uğur GUL, ²Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

1. School of Tobacco Expertise, Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey

2. Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Science, Isparta, Turkey

Abstract

Forests are a natural habitat for plants and animals. It provides a recreation environment for people to enjoy their free time. It contributes to country tourism. It prevents air pollution and noise. It reduces erosion and cleans water. It has a positive effect on climate change by providing carbon accumulation. However, forests are exposed to fire in fire-sensitive areas. Forest fires are of natural origin or predominantly of human origin. Forest fires cause drought and global climate change. It causes the destruction of plants and animals in the region. The General Directorate of Forestry takes various measures in order to prevent forest fires which occur especially during the summer months and which cause great harm to forests and natural beauties: establishes fire watchtowers in fire sensitive areas, motorized teams in forests throughout the fire season. So; it is possible to see the forest fire as soon as it emerges, to locate it and to intervene quickly. The most important issue in forest fire prevention plans is to determine the number and points of

fire-fighting teams that will respond to forest fires. On August 18, 2019, a forest fire started in the forested area near Tırazlı quarter of Karabağlar district of İzmir. Forest fire was intervened with 8 helicopters and 40 pumper. However, the forest fire spreading rapidly with the effect of the wind was effective in the forest area over 500 hectares. In this study, the number of teams and how to determine the location of forest fires using 0-1 integer programming has been determined. For this, 78 points where the teams can be deployed have been identified in the forested area of İzmir-Karabağlar region and the distances between these points are determined. 0-1 integer linear programming model has been developed with this data and, later the developed model has been solved. As a result of the solution, 9, 10 and 11 locations were determined in which the teams could be deployed in the forested area.

Keywords: Forest fire, 0-1 integer programming, İzmir-Karabağlar

0-1 Tam Sayılı Programlama İle Orman Yangınları Gözetleme Yerlerinin Belirlenmesi: Karabağlar Örneği

¹Prof. Dr. Altay Uğur GUL, ²Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

1. School of Tobacco Expertise, Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey

2. Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Science, Isparta, Turkey

Özet

Ormanlar bitkiler ve hayvanlar için doğal yaşam ortamıdır, insanların boş zamanlarını değerlendirme için eğlenme-dinlenme ortamı sağlarlar, ülke turizmine katkıda bulunurlar, hava kirliliğini ve gürültüyü önlerler, erozyonu azaltırlar, suyu temizlerler, karbon birikimi sağlayarak iklim değişikliği üzerinde olumlu etki yaparlar. Ancak, ormanlar bazı bölgelerde yangın ile karşı karşıya kalmaktadır. Orman yangınları doğal kaynaklı veya ağırlıklı olarak insan kaynaklı olarak çıkmaktadır. Orman yangınları bölgedeki canlıların yok olmasında neden olmakta, küresel iklim değişikliği ve kuraklaşmaya yol açmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü, özellikle yaz aylarında meydana gelen ve ormanlarla birlikte doğal güzelliklere de büyük zarar veren orman yangınlarının önlenmesi için çeşitli önlemler almaktadır. Yangına hassas bölgelerde yangın gözetleme kuleleri kurmakta, yangın mevsimi boyunca ormanlarda gezici ekipler bulundurmaktadır. Böylece; orman yangınının çıkar çıkmaz görülmesi, yerinin saptanması ve hızlı bir şekilde müdahale edilmesi mümkün olmaktadır. Orman yangınları ile mücadele planlamasında en önemli

husus, orman yangınına müdahale edecek ekiplerin konumlarının ve sayısının belirlenmesidir. 18 Ağustos 2019 tarihinde, İzmir'in Karabağlar ilçesi Tırazlı Mahallesi yakınındaki ormanlık alanda orman yangını çıkmıştır. Orman yangınına 8 helikopter ve 40 arazözle müdahale edilmiş, ancak rüzgarın etkisiyle hızla yayılan orman yangını 500 hektarın üzerindeki ormanlık alanda etkili olmuştur. Çalışma alanı olarak seçilen bölgede orman yangınlarını gözetleyebilecek ve hızlı müdahale edilebilecek 78 konum belirlenmiş; aralarındaki mesafeler ölçülmüştür. Daha sonra, ekip sayısını ve gözetleme ekiplerinin konumunu belirlemek için 0-1 tam sayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Model, iki konum arasındaki mesafenin en fazla 3000 metre olması kısıtları altında excelde çözülmüştür. Çözüm sonucunda bölgedeki ormanlık alanda ekiplerin konuşlandırılabilceği 9, 10 ve 11 adet yer belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 0-1 tam sayılı programlama, İzmir-Karabağlar, Orman yangınları

GİRİŞ

Ormanlar, karalar üzerinde yaşayan türlerin yarıdan fazlasına yaşanabilir bir ortam sunmanın yanı sıra, bitki örtüsünde ve toprakta büyük miktarlarda karbon depolayarak atmosferdeki karbon dengesini düzenlemekte, küresel ısınmanın yavaşlatılmasına olanak sağlamaktadır. Karbon biriktirmenin önemi küresel olduğu için, ormanlar yerküre iklimini etkilemesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ormandaki bitkiler ve topraklar, karbondioksiti fotosentez yoluyla tutarak ve solunum yolu ile salarak, küresel karbon dengesini yönetir ve düzenler. İklim değişikliğinin, yeryüzünün birçok bölgesinde ormanlar üzerindeki olumsuz etkilerini arttırması beklenmektedir. Daha yüksek sıcaklıklarda, orman yangınlarının daha sık, daha geniş alanlı ve daha şiddetli olmasına yol açacağı beklenmektedir. Ağaç türlerinin alansal yayılışındaki, ormanın tür bileşimindeki ve zararlı böcek popülasyonunun oluşumunda ve büyüklüğündeki önemli değişiklikler, orman yangınlarının dinamiğini de etkileyeceği tahmin edilmektedir (Ege Orman Vakfı, 2019).

Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı Akdeniz havzası, küresel iklim değişikliğine karşı yerkürenin en hassas bölgelerinden birisidir. Bu havzada gerçekleşecek 2°C'lik bir sıcaklık artışı, beklenmeyen hava olayları, sıcak hava dalgaları, orman yangınlarının sayısında ve etkisinde artış, kuraklık ve bunlar dolayısıyla biyolojik çeşitlilik kaybı, turizm gelirlerinde azalma, tarımsal verim kaybı ve en önemlisi kuraklık olarak etkilerini hissettirmesi beklenmektedir (WWF, 2019).

Türkiye ormanları yüzyıllar boyunca çeşitli tahrip faktörlerinin etkisi altında kalmış, bunun sonucu olarak ormanların alanları küçülmüş, kaliteleri bozulmuş, bazılarının yerlerinde maki ve step florası oluşmuş, böylelikle de verimli ormanların alanı gittikçe azalmıştır. Türkiye ormanlarının tahribinde rol oynayan önemli faktörlerin başlıcaları orman yangınları, kaçakçılık, ormanda hayvan otlatma, tarla açma ve zararlı orman böcekleridir. Bu tahrip faktörlerinden en önemli olanı, hatta başta geleni kuşkusuz orman yangınlarıdır (Baş, 1977).

Tüm dünyada orman yangınları, Türkiye'nin ormanlarında olduğu gibi sürdürülebilirliği tehlikeye sokan en önemli yıkıcı olaylardan biridir. Özellikle, Türkiye gibi Akdeniz havzasında yer alan birçok ülkede orman yangınları, büyük bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Her yıl çeşitli nedenlerden kaynaklanan orman yangınları, binlerce hektar orman alanı yok etmektedir. Bu nedenle iklim ve su rejimi bozulmakta, erozyon meydana gelmekte ve taşkın felaketleri büyük zararlara neden olmaktadır. Orman yangınları en çok Türkiye'nin Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgesi'nde görülmektedir (Küçükosmanoğlu, 1990 ve 1993). Bu bölgelerde orman varlığı için orman yangını tehditlerine karşı ciddi korumalar ve gerekli önlemler alınması gerekmektedir (Küçükosmanoğlu et. al., 2015).

Orman yangınlarının şiddeti, öncelikle topografik ve iklimsel koşullarla ve bu koşullardaki değişikliklere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle "yangınla mücadele yaklaşımı" yerine "önlemek yaklaşımı" ile yangını daha kolay, daha etkili ve verimli bir şekilde söndürmek esas olmalıdır (Duran, 2014). Bu nedenle, bu tür felaketlerin en az hasarla atlatılması için, koruyucu ve önleyici tedbirler alınmalı ve iyi bir yangından korunma ve savaş organizasyonu kurulmalıdır (Küçükosmanoğlu, 1985; Küçükosmanoğlu ve Hasdemir, 1991).

Yangınları veya yangınların büyümesini önleyebilecek çeşitli önlemler bulunmaktadır. Bir yangının genişlemesini ve büyük hasara yol açmasını önlemek için, yangının yerini ve varlığını belirlemek gerekir. Bu amaçla, yangın tehlikesi yüksek olan bölgelerde ormanlar, düzenli olarak denetlenmekte ve kontrol edilmektedir. Muayene ve gözetim faaliyetleri, ormanın belirli bölgelerine yangın kuleleri ve kulübe-leri inşa ederek, gezerek ve ormanda yangın belirtileri görmüş olanların bildirimlerinden yararlanılarak sağlanır (Baş, 1977). Bu nedenle, orman yangınına zamanında müdahale edebilmek için önceden planlama yapılması gerekir. Bunlar; Yangın Koruma Planı, Yangın Önleme Planı, Yangın Söndürme Planı (Mol, 1993).

Orman yangınının söndürülmesinde balta, kürek, testere, tırmık, kazma, çapa gibi çeşitli aletler kullanılmaktadır (Küçükosmanoğlu, 1993; (Küçükosmanoğlu et., 2015). Yangın ekibinin ortaya çıkan yangına hızlı bir şekilde ulaşması ve yukarıdaki araçlar ile orman yangınına hızlı bir şekilde müdahale etmesi çok etkili olmaktadır (Çanakçıoğlu, 1985). Yangın mevsiminde ormanlar, düzenli olarak kontrol altında tutularak, yeni başlayan bir yangın görülebilir. Yangın tehlikesine maruz kalan orman alanları, yangın gözlem noktalarında günün 24 saati gözlenir (Küçükosmanoğlu, 1993). Bir orman yangına en

kısa sürede ulaşmak için, yangının ilk müdahale ekipleri, ormanların yangına duyarlı ve ormanlara iyi erişime sahip olduğu yerlere yerleştirilir. Birinci derecede ateşe duyarlı olan alanlarda orman yangınına müdahale 20 dakika içerisinde yapılmalıdır. Ayrıca; bu ekiplerin yangına etkili bir şekilde müdahale edebilmesi için çapı 10-20 kilometre olan bir daireye yerleştirmek çok faydalıdır (Avcı, 1993).

Öztürk (2016), Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları dahilinde sekiz konum belirlemiş ve itfaiyenin konuşlandırılacağı yerleri 0-1 tamsayılı doğrusal programlama yöntemini kullanarak belirlemiştir.

Dimopoulou ve Giannikos (2001 ve 2004)'e göre orman yönetiminin temel amacı, orman yangınlarının neden olduğu hasarı en aza indirmektir. Bu, yangınları mümkün olduğu kadar erken tespit etmek ve yangınları küçükken kontrol edebilecek bir ilk müdahale kuvvetini hızlı bir şekilde göndermek için yangın söndürme ekiplerinin kritik noktalara yerleştirilmesiyle başarılabilir. Bu amaçla, çalışmada, Atina yakınındaki Parnitha ormanı araştırma alanı olarak seçilmiş; alan orman tipi, eğim ve rüzgar yönü gibi kriterlere göre alt gruplara ayrılmış; veriler, uygun sayıda yangın söndürme araçları belirlenmiş; son olarak yangınla mücadele kaynaklarının optimal dağıtımını belirleyen matematiksel bir programlama modeli (Maksimum Kaplama Konumu Modeli) içine dahil etmiştir.

Bu çalışmada da, orman yangınına müdahale edecek ekiplerinin konumları ve sayısı, 0-1 tamsayılı doğrusal programlama kullanarak belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

18 Ağustos 2019 tarihinde, İzmir'in Karabağlar ilçesi Tırazlı Mahallesi yakınındaki ormanlık alanda yangın çıkmıştır (Şekil 1). Orman yangınına 8 helikopter ve 40 arazözle müdahale edilmiş, ancak rüzgarın etkisiyle hızla yayılan orman yangını 500 hektarın üzerindeki ormanlık alanda etkili olmuştur. Bu bildiride, çalışma alanı olarak bu bölge seçilmiş; alanda orman yangınına ilk müdahalede bulunacak ekiplerin bekletilebileceği 78 konum belirlenmiş; aralarındaki mesafeler ölçülmüştür (Tablo 1). Daha sonra, ekip sayısını ve konumunu belirlemek için aşağıdaki 0-1 tam sayılı programlama modeli geliştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve gözetleme yerleri (İzmir-Karabağlar-Tırazlı)

Tablo 1. Gözetleme yerleri arasındaki mesafeler (m)

	1	2	3	4	5	...	74	75	76	77	78
1		700	1000								
2	700		300	580							
3	1000	300		280	830						
4		580	280		550						
5			830	550							
...											
74								790	900		380
75							790		430	640	950
76							900	430		210	520
77								640	210		730
78							380	950	520	730	

Model:

Amaç denklemi, gözetleme ekibi sayısının minimizasyonu olarak

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

olarak ifade edilmiştir.

Kısıtlayıcılar ise 3000 metre içerisinde en az bir adet gözetleme noktası olacak biçiminde

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \geq 1 \quad (2)$$

olarak ifade edilmiştir.

Burada;

x_i , i. gözetleme yerini

n, gözlem noktası sayısını,

c_i , katsayıyı (0, 1)

göstermektedir.

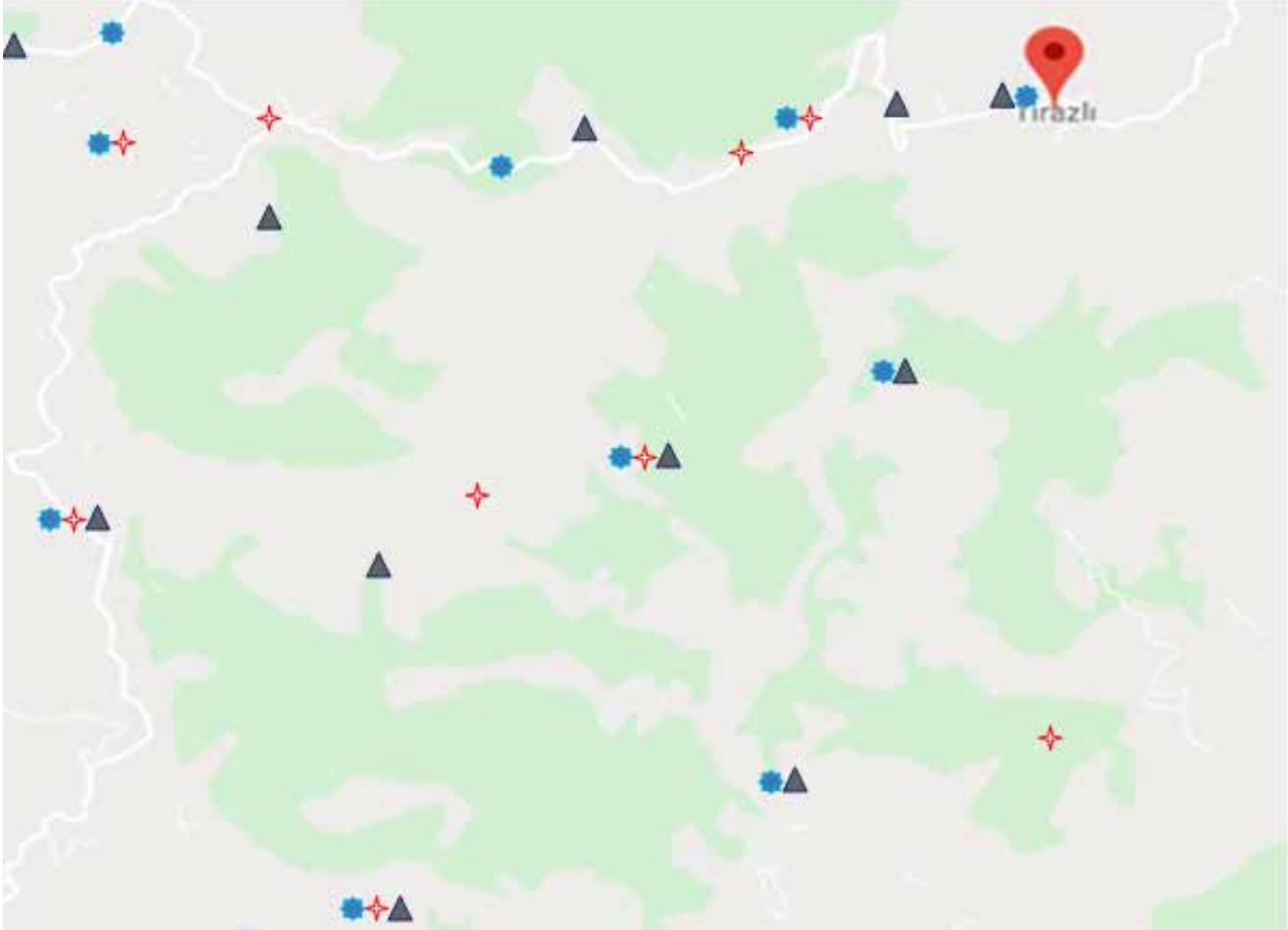
Model üç farklı şekilde çözülmüştür: Seçenek 1'de iki konum arasındaki mesafenin en fazla 3000 metre olması kısıtları yer almıştır. Seçenek 2'de, 1.konumdan başlayarak, iki konum arasındaki mesafenin en fazla 3000 metre olması ve Seçenek 3'de 1. ve 78. konumdan başlayarak, iki konum arasındaki mesafenin en fazla 3000 metre olması kısıtları yer almıştır.

BULGULAR

Modelin çözümü sonucunda, gözlem ve ilk müdahale ekibi sayısı Seçenek 1'de 9, Seçenek 2'de 10 ve Seçenek 3'de 11 olarak saptanmıştır (Tablo 2 ve Şekil 1). Bu sonuçlara göre; 35, 49 ve 72 nolu gözetleme yerleri her üç çözümde, 6 ve 23 nolu gözetleme yeri ilk iki çözümde, 7, 13, 59 ve 67 nolu gözlem yeri, sadece ilk çözümde yer almıştır. 4, 8, 19 ve 78 nolu gözetleme yeri ise üçüncü çözümde yer almıştır.

Tablo 2. Çözüm özetine göre belirlene gözetleme yerleri

Seçenek	Gözetleme Yerleri																		
I			6	7		13			23		35	49		59		67	72		
II	1		6			10		17		23		35	49	56		63		72	
III	1	4			8				19		27	35	49	56		63		72	78


Şekil 2. Çözüm özetine göre gözetleme yerlerinin dağılımı.

TARTIŞMA

Atina yakınındaki Parnitha ormanı için Dimopoulou ve Giannikos (2001) tarafından uygulanan Maksimum Kaplama Konumu Modeli'nde, talep noktaları ve aday konumlar, alana eşit olmayan bir şekilde ve alanın daha önemli alt bölgelerine ise daha iyi koruma sağlayan bir metodolojiye göre dağıtılmıştır. Ayrıca; modelin çözüm kolaylığı, alternatif senaryoların kolayca test edilmesi, verimli kaynak kullanımı ve genel olarak orman alanlarının verimli yönetimi için fayda sağlayacağı da ifade edilmiştir. Dimopoulou ve Giannikos (2004) bir başka çalışmada, Yunanistan'daki orman yangınlarının kontrolünden sorumlu planlamacılara yardımcı olan bir sistem sunmuş, yangın söndürme araçlarını etkin biçimde dağıtarak yangın algılama ve bastırma için stratejik bir plan geliştirmiş ve araçların yangın durumunda nasıl tepki vereceği, yangına tepki süresini optimize eden bir kaplama modeli ile ortaya koymuştur.

Bu çalışmada geliştirilen model de, orman yangını gözetleme ve hızlı müdahale ekiplerinin alana dağılımı, diğer bir anlatımla konuşlandırılacağı yerler optimize edilmiştir. Bu yöntemin uygulanması oldukça kolay olup, aday konum verileri ile konumlar arasındaki mesafe bilgileri yeterli olmaktadır. Böylece; orman yangınları ile etkin ve verimli mücadele planlamasına katkı sağlanması mümkün olabilecektir.

SONUÇLAR

Yukarıda açıklandığı gibi, orman yangınları Türkiye’de ve dünyadaki birçok ülkede en önemli sorunlardan biridir. Orman yangınlarını önlemek veya hızlı bir şekilde müdahale etmek ve orman alanı içindeki konumlarını belirlemek için ekipler oluşturmak önemlidir. Yukarıda verilen 0-1 tamsayılı programlama modeliyle, orman yangını gözetleme ve hızlı müdahale ekiplerinin konuşlandırılması gereken yerleri belirlemek mümkündür. Bu model yangından koruma planlarının düzenlenmesi sırasında kolayca kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Avcı, M. (1993). Köyceğiz Orman İşletmesinde Yangın Koruma ve Savaş Önlemleri ile Yeterlilikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 43 (3-4), 153-164.
- Baş, R. (1977). Türkiye’de orman yangınlarının nedenleri, zararları ve yangınlara karşı alınacak bazı önlemler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 27 (2), 52-73.
- Çanakçıoğlu, H. (1993). Orman Koruma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını No: 3624/411, İstanbul, 633 s.
- Dimopoulou, M. and Giannikos, I., 2001. Spatial optimization of resources deployment for forest-fire management. International Transactions in Operational Research, 8, 523–534.
- Dimopoulou, M. and Giannikos, I., 2004. Towards an integrated framework for forest fire control. European Journal of Operational Research, 152, 476–486.
- Duran, C. (2014). Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekansal analizi (2001-2013). Journal of Forestry Research, A, 1 (1), 38-49.
- Ege Orman Vakfı (2019). İklim Değişikliği ve Ormanlar. <https://www.egeorman.org.tr/iklim-degisikligi-ve-ormanlar.aspx>, (accessed on 13 October, 2019).
- Hakyemez, A. (1995). Alemdağ Orman İşletme Müdürlüğü’nde yangın tehlike oranları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, Seri A, 45 (1), 75-85.
- Küçükosmanoğlu, A. (1985). Orman Yangınları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 35-B (1), 116-124.
- Küçükosmanoğlu, A. ve Hasdemir, M. (1991). Orman yol şebekelerinde yangın emniyet yolları ve şeritlerinin yeri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 41 (3-4), 83-91.
- Küçükosmanoğlu, A. (1990). Kızılçam-orman yangınları ilişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 40 (4), 67-84.
- Küçükosmanoğlu, A. (1993). Türkiye’de orman yangınlarına ait bazı verilerin değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 43 (1-2), 85-101.
- Küçükosmanoğlu, M. A., Ayberk, H. ve Küçükosmanoğlu, A. (2015). İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü’nde orman yangınlarına karşı alınan koruma ve savaş uygulamalarının irdelenmesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 65 (1), 41-52.
- Mol, T. (1993). Orman Yangınları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, Seri B, 43 (3-4), 69-78.
- Öztürk, A. (2016). Yöneylem Araştırması. Ekin Basın Yayın Dağıtım, 16. Basım, Bursa, 878 s.
- Sütgibi, S. (2013). İzmir ve Manisa’da meydana gelen büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi. Aegean Geographical Journal, 22 (1), 45-55.
- wwf, 2019. İklim Değişikliğinin Türkiye’deki Etkileri. https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/kuresel_iklim_degisikligi_ve_turkiye/, (accessed on 13 October, 2019).



Comparing Artificial Neural Network Models for Predicting Relationships Between Climate and Stand Volume Increments

¹*Maummer ŞENYURT, ¹İlker ERCANLI, ¹Alkan GÜNLÜ, ¹Ferhat BULUT, ¹Sinan BULUT

1. Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, 18200, Çankırı, Turkey

*Corresponding Author: msenyurt@karatekin.edu.tr, Phone: +90376 133301, Fax : +90376 2136983

Abstract

Climate change is expected to effect long-term forest productivity, because its effect has been strongly marked on some alterations of the atmosphere's chemical composition, increased temperature, changes in precipitation patterns, as well as subsequent alteration of forest disturbance regimes. In this catastrophe change, it is of utmost importance that we organize our forestry activities taking into account climate change. One of the most important activities we can do in this regard is to develop climate growth sensitive forest growth models and allocate the relationships between various climate parameters and growth. Regarding forest growth modeling, especially in climate sensitive models, artificial neural network model examples are limited in number, and the use of artificial neural networks, which are emerging as a new and successful technique, in climate sensitive growth estimation needs to be investigated in particular. The present study primarily investigated the capability and usability of artificial neural network models for predicting the relationships between the stand volume inc-

rements and some climatic variables measured climate parameters for Crimean pine stands located in Çankırı Research Forests, Çankırı, TURKEY. A total of 600 trained networks including 100 number neurons and 6 transfer function alternatives ($100 \times 6 = 600$ alternatives) based on multiple layer feed forward learning algorithms were trained and used to obtain the stand volume increments from climatic variables and other stand attributes such as stand age, density and site index. Another important research topic of this study is to determine the basic stand characteristics such as stand age, density and site index, as well as to determine the climatic parameters that can be included in the stand increase estimation. Thus, in this study, besides the possibilities of using artificial neural networks, various climatic parameters that may be related to stand increase will be determined.

Keywords: Climatic Attributes, Artificial Neural Network Models, Stand Volume Increments

GİRİŞ

19. yüzyılın ortalarından itibaren giderek artan sanayileşme ve fosil yakıt kullanımı ile atmosferde biriken sera gazları iklim değişikliğinin ana nedenlerinden biri olmuştur. İklim değişikliğine bağlı olarak, ilk olarak 1992 yılında Rio'da yapılan Çevre ve Kalkınma Konferansında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kabul edilmiştir. 2000 yılında da, gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesinde tutmak için, yükümlülüklerin daha sıkı hale getirilmesi ve bağlayıcı bir belge olması amacıyla Kyoto Protokolü hazırlanmıştır.

Ülkemiz, iklim değişikliğine ilişkin önlemleri içeren bu uluslararası gelişmelerde aktif olarak yer almış ve bu sözleşmeleri imzalayarak, Türkiye Büyük Millet Meclisi'nden gerekli yasaları çıkarmıştır. Bu bakımdan, iklim-orman ilişkilerinden yararlanarak, iklim değişikliğinin zararlı ve önü alınamaz olumsuz etkilerinin azaltılmasında, iklimin ormanlar üzerindeki etkilerinin sayısal olarak ortaya konulması ve iklim-orman ilişkilerinin modellenmesi ihtiyacı doğmuştur.

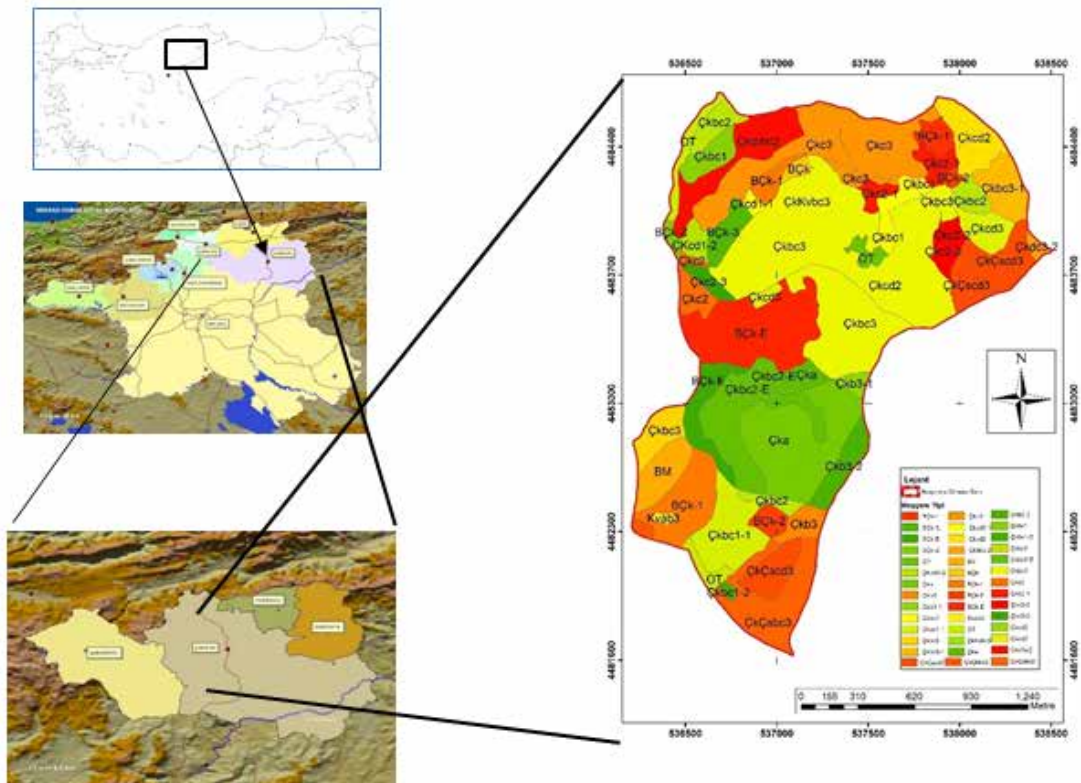
Bu bağlamda, son zamanlarda başarılı uygulamalarıyla öne çıkan ve ormancılıkta da kullanılmaya başlanan yapay sinir ağ modelleri ile, ormanların büyüme özellikleri-iklim parametreleri arasındaki ilişkilerin modellenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, meşcerelerin artım değerleri ile çeşitli iklim özellikleri arasındaki ilişkilerin modellenmesinde yapay sinir ağ modellerinin kullanım olanaklarının araştırılması ve farklı yapıdaki ağ modellerinin karşılaştırılmasıdır.

MATERYAL

Çalışma alanı, 14.05.1998 tarihinde fakültemize tahsis yapılmış olan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanıdır. Toplam alanı 367 ha'dır. Alanda Amenajman planına göre Çka - Çkc2 - Çkc3 - Çkcd1 - Çkab3 - Çkb3 - ÇkÇsbc3 - ÇkÇsab3 - ÇkÇsa - BÇk meşcereleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada, alanda bulunan saf ve doğal Anadolu Karaçamının farklı meşcerelerinden sistematik örnekleme ile alınan 61 adet örnek alandan elde edilen veriler kullanılmıştır. Ölçümler 2016 yılı yaz döneminde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışma alanı

Örnek alanlarda aşağıda belirtilen ölçümler yapılmıştır.

- Örnek alan büyüklükleri; meşcere kapalılığına bağlı olarak 400-800 m² arasında belirlenmiştir.
- Çap ölçer ile 4 cm ve daha kalın tüm ağaçların göğüs çapı ve kütük çapları ölçülmüştür.
- Artım burgusu ile farklı çap basamaklarından olmak üzere 15-20 adet ağaçta son 10 yıllık halka kalınlıkları (çap artımları) ve kabuk ölçer ile çift kabuk kalınlıkları ölçülmüştür.
- Örnek alanlarda hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağacın boyu boy ölçer ölçülmüş ve yaşları da artım burgusu ile tespit edilmiştir.
- Örnek alanlarda göğüs yüzeyi orta ağacı çapına yakın 4-5 ağaçta yaş tayini yapılmıştır.

YÖNTEM

Meşcere Hacim Artımının Hesaplanması

Mecere hacim artımı, Meyer'in Enterpolasyon yöntemi ile hesaplanmıştır (Kalıpsız, 1984). Bu yöntemin uygulanmasında gerekli olan ağaçların çap basamaklarına göre dağılımları her bir örnek alan için elde edilmiştir. Yöresel hacim denklemi ve tablosu kullanılarak ağaçların hacimleri tahmin edilmiştir. Her bir örnek alan için çap-çap artımı ilişkisinin denklemi ve kabuk faktörü hesaplanmıştır.

İklim Parametreleri

İklim verileri, Türkiye Devlet Meteoroloji Müdürlüğü'nün çalışma alanına en yakın 7 iklim istasyonundan elde edilmiştir. Bu veriler; yıllık ortalama yağış, büyüme dönemi toplam yağış, ortalama yaz yağışları, en kurak dönemlerin (ay) yağışı, büyüme dönemi ortalama sıcaklıkları, yaz aylarının ortalama sıcaklıkları, kış aylarının ortalama sıcaklıkları, yaz aylarının ortalama yağışları ve yıllık minimum-maksimum sıcaklık değerleri. Her meteorolojik istasyondan elde edilen veriler ArcGIS 10.5 TM yazılımı (radyal temel fonksiyon yöntemi) kullanılarak yüzey haritaları oluşturulmuştur. Yüzey haritaları, CBS kullanılarak örnek alanlarla üst üste çakıştırılmış ve her bir örnek alanın iklim özellikleri elde edilmiştir.

Regresyon Modeli

Meşcere hacim artımı ile istatistiksel olarak anlamlı değişkenlerin belirlenmesinde ve regresyon modelinin geliştirilmesinde çoğul regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır. Meşcere yaşı, bonitet endeksi, ve meşcere sıklığı yanında çeşitli iklim parametrelerinden anlamlı parametrelerin belirlenmesinde aşamalı değişken seçme yöntemi (Stepwise variable selection) kullanılmıştır. Bu analizler SPSS 25.0 istatistik programı ile yapılmıştır.

Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağlarının (YSA) çalışma prensibi, insan beynini ve sinir hücrelerini oluşturan biyolojik üniteler nöronların modellenmesi ve bilgisayar sistemlerinde uygulanmasına dayanır (Freeman and Skapura 1991). Sinir hücrelerinde; sinyaller hücrelerden gelen sinyalleri çekirdeğe ileten kısım olan dendrite gelir, gelen sinyalleri toplayan ve soma olarak adlandırılıp toplanan bu bilgiyi diğer hücrelere akson ile iletilir, aksonlardan gelen bilgi sinapslar ile ön işlemden geçirilerek diğer hücrelerin dendritlerine iletilir (Şeker 2017, Eyüboğlu, 2019).

YSA modellerinde, nöron; işlemci elemanına, dendrit; toplama fonksiyonuna, hücre gövdesi; transfer fonksiyonuna, aksonlar; yapay nöron çıkışı ve sinapslar da; ağırlıklara denk gelmektedir (Öztürk ve Şahin 2018, Eyüboğlu, 2019).

YSA modelleri, insan sinir hücrelerini ve bu hücrelerde gerçekleşen veri aktarım sürecini esas alarak, giriş katmanı (Input layer), gizli ya da ara katman (Hidden layer) ve çıktı katmanı (Output layer) olmak üzere temelde üç katmandan oluşan bir yapıda geliştirilir. Özellikle, ara katman sayısının artırılması durumunda ise, YSA modellerinin üç katman olan temel yapısından daha fazla katman sayısına sahip, kompleks ağ modelleri elde edilebilmektedir. YSA modellerinin katmanlı yapısının girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere 5 temel elemanı vardır (Öztemel 2006).

Bu elemanlardan, farklı katmanlar arasında bağlantıyı/eşleşmeyi sağlayan aktivasyon fonksiyonu, ağ modelini tasarlayan ve ağ eğitimi gerçekleştirilen araştırmacı ya da uygulayıcı tarafından değiştirilebilen bir özelliğe sahiptir. Farklı Yapay Sinir Ağları yazılımlarında çeşitli aktivasyon fonksiyonları kullanılmalarına karşın, hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig), lojistik sigmoid (log-sig) ve doğrusal-linear (pure-lin) fonksiyon olmak üzere üç farklı fonksiyonun kullanımı yaygındır.

Yapay sinir ağ (YSA) modelinin oluşturulmasında; örnek alanların Meyer'in interpolasyon yöntemi ile hesaplanan hacim artımı değerleri çıktı değişkeni (target variable), temel meşcere özellikleri olan meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklığı ile anlamlı ilişkiler veren bazı iklim parametreleri girdi (input) değişkeni olarak alınmıştır. YSA modellerinin eğitiminde, transfer fonksiyonu olarak; Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig), Lojistik Sigmoid (Log-Sig) ve Linear (Pure-Lin) fonksiyonu olmak üzere üç farklı Transfer Fonksiyon kullanılmıştır.

Aktivasyon Fonksiyon Alternatifleri	Giriş Katman - Ara Katman Arası Aktivasyon Fonksiyonu	Ara Katman - Çıkış Katman Arası Aktivasyon Fonksiyonu
A1	lojistik sigmoid (log-sig)	lojistik sigmoid (log-sig)
A2	lojistik sigmoid (log-sig)	hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig)
A3	lojistik sigmoid (log-sig)	linear (pure-lin)
A4	hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig)	lojistik sigmoid (log-sig)
A5	hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig)	hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig)
A6	hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig)	linear (pure-lin)
A7	linear (pure-lin)	lojistik sigmoid (log-sig)
A8	linear (pure-lin)	hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig)
A9	linear (pure-lin)	linear (pure-lin)

Çizelge 2.1. Aktivasyon Fonksiyon seçenekleri

Yapılan ön analizlerde, Lojistik Sigmoid (Log-Sig)'in ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Linear (Pure-Lin)'in giriş katmanı ile ara katman ve ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktalarında olduğu alternatiflerin (A1, A4, A7 ve A9) anlamlı ve başarılı sonuçlar vermediği belirlenmiş olup, bu nedenle bu alternatiflerin değerlendirilmesi çalışmadan çıkarılmıştır. Böylece beş transfer fonksiyonu alternatifi için eğitimler gerçekleştirilmiş ve tahminler elde edilmiştir.

YSA modellerinde, tahmin başarısını etkileyen diğer bir önemli parametre de, ağ yapısının ara katmanında kullanılacak Nöron sayısıdır. Bu çalışmada, 1'den 100'e kadar Nöron sayısı olmak üzere, 100 farklı Nöron sayısı seçeneği için veri eğitimi gerçekleştirilmiş ve tahminler elde edilmiştir. Böylece, beş farklı transfer fonksiyonu ve 100 farklı Nöron sayısı alternatifi olmak üzere toplam 500 farklı YSA alternatifi için veri eğitimi gerçekleştirilmiş ve tahminler elde edilmiştir.

Bu farklı YSA modellerinin eğitim sürecinde, en çok tercih edilen İleri Beslemeli-Geri Yayımlı (Feed-Forward Backprop Artificial Neural Network) Yapay Sinir Ağ yapısı kullanılmıştır. Bu çalışmada, farklı YSA alternatiflerini içeren İleri Beslemeli-Geri Yayımlı YSA modellerinin eğitim süreçlerinin gerçekleştirilmesinde ve hacim tahminlerinin elde edilmesinde, "the Mathworks MATLAB" yazılımının R2015 versiyonu içindeki Neural Network Toolbox (NNTOOL) modülü kullanılmıştır (The MathWorks Inc., 2015).

Karşılaştırma Ölçütleri

Meşcere hacim artımını tahmin etmek üzere geliştirilen regresyon modeli ile 500 farklı YSA modellerinin karşılaştırılmasında aşağıdaki başarı ölçütleri kullanılmıştır.

$$\text{Hata Kareler Ortalaması (HKO)} = \sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \hat{d}_i)^2}{n} \quad (1)$$

$$\text{Hata kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \hat{d}_i)^2}{n-p}} \quad (2)$$

$$\text{Hata Kareler Toplamı (HKT)} = \sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2 \quad (3)$$

$$\text{Belirtme Katsayısı (R}^2\text{)} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_i)^2} \quad (4)$$

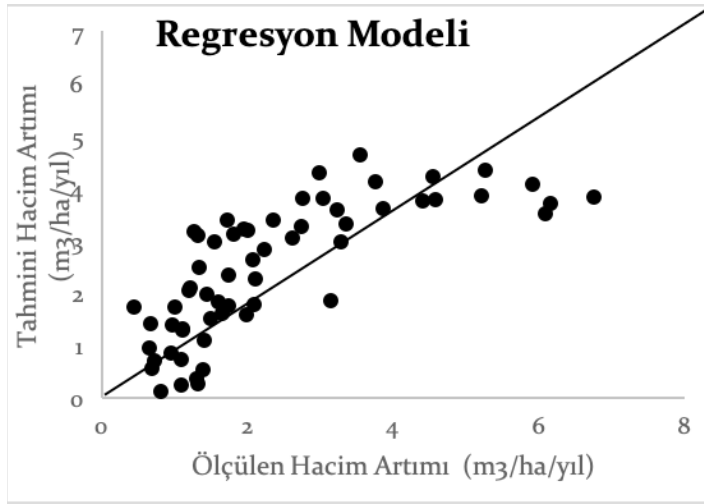
BULGULAR

Aşağıda verilen tabloda farklı transfer fonksiyonuna göre en başarılı nöron sayısı seçeneklerine ilişkin başarı ölçütleri verilmiştir. Yapılan regresyon analizi ile meşcere hacim artımının tahmininde, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklığı ile birlikte iklim parametresi olarak ortalama yağış anlamlı parametre olarak modelde yer almıştır.

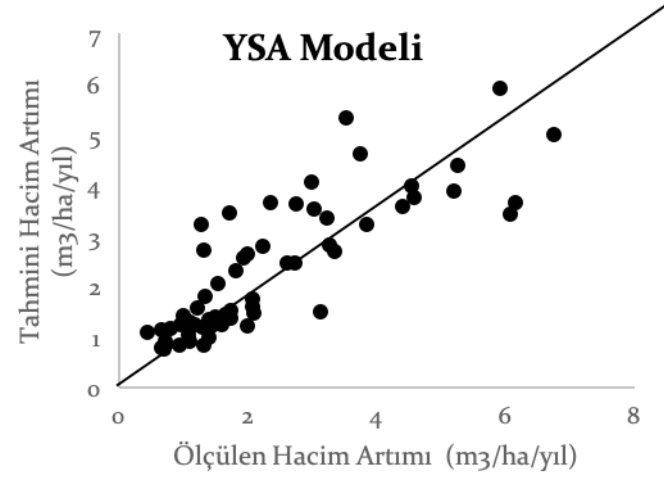
Transfer Fonksiyon seçenekleri	Nöron Sayısı	HKT	HKO	HKOK	R ²
A2	57	56.3501	0.9238	0.9943	0.6994
A3	28	57.6522	0.94512	1.0057	0.6924
A5	29	56.2362	0.9219	0.9933	0.6999
A6	77	57.1917	0.9375	1.0017	0.6948
A8	53	69.4448	1.1384	1.1038	0.6295
Meşcere yaşı, bonitet endeksi, meşcere sıklığını ve Ortalama Yağış değişkenlerini içeren Regresyon Modeli		87.4427	1.4335	1.2386	0.5335

Çizelge 4.1. Aktivasyon Fonksiyon seçenekleri

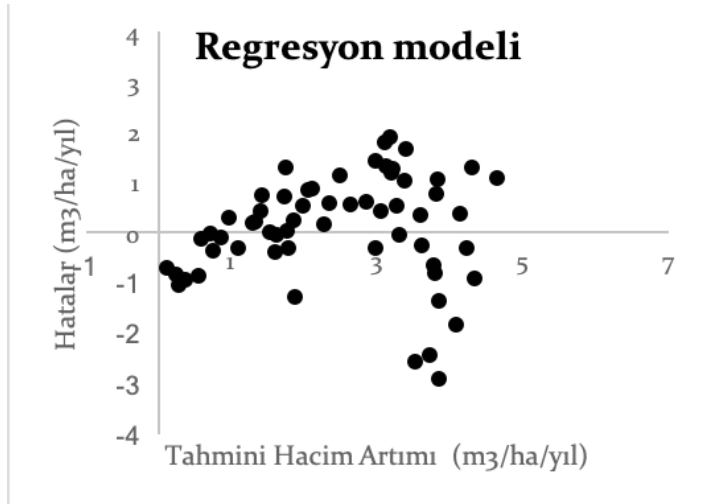
Regresyon denklemi ile hacim artımındaki değişimin % 53.35'i tahmin edilebilirken, en başarılı 29 nöronlu ve her iki katman arasında Hiperbolik Tanjant Sigmoid'in transfer fonksiyonu olduğu YSA modeli ile hacim artımındaki değişimin %69.99'u tahmin edilmiştir. YSA modelleri ile aşağıda tabloda görüldüğü üzere diğer başarı ölçütlerinde de önemli iyileşmeler elde edilmiştir.



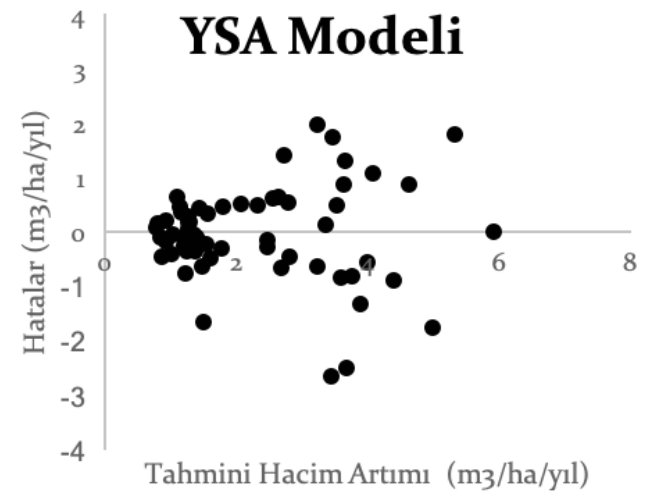
Şekil 4.1. Ölçülen hacim artım değerleri ile regresyon modelinden tahmin edilen hacim artımı değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.2. Ölçülen hacim artım değerleri ile en başarılı YSA modelinden tahmin edilen hacim artımı değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.3. Regresyon modeline ilişkin hataların tahmin edilen hacim artımlarına göre değişimi



Şekil 4.4. En başarılı YSA modeline ilişkin hataların tahmin edilen hacim artımlarına göre değişimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada meşcere hacim artımı ile meşcere özellikleri ve iklim parametreleri arasındaki ilişkileri modelleyen yapay sinir ağı (YSA) modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda bu ilişkilerin modellenmesinde klasik bir yöntem olan regresyon modelleri geliştirilmiş, daha sonra regresyon modellerinde anlamlı ilişkiler veren değişkenler ile YSA modellerinin eğitimi gerçekleştirilmiştir.

Yapay zekanın bir uygulaması olan YSA modelleri ile başta belirtme katsayısı (R^2) olmak üzere çeşitli başarı ölçütlerinde önemli iyileşmeler elde edilmiştir. En başarılı olarak belirlenen 29 nöronlu ve her iki katman arasında da Hiperbolik Tanjant Sigmoid transfer fonksiyonunun bulunduğu YSA modeli ile HKT değerinde %35.69, HKO değerinde %35.68, HKOK değerinde %19.81 ve R^2 değerinde %16.69 oranında iyileşmeler elde edilmiştir.

Bu bağlamda, bu çalışmada en önemli bulgu olarak araştırılan YSA modellerinin hacim artımı tahmininde iklim parametrelerini de içerecek şekilde kullanılabileceği sonucuna varılabilir. Bu çalışmanın diğer bir önemli bulgusu da önemli meşcere özellikleri (yaş, bonitet ve sıklık) yanında bir iklim parametresi olan ortalama yıllık yağışın da modelde yer alabilmesidir.

Bu bakımdan, iklim parametrelerini içeren modellerin ormancılıkta artım ve büyüme modeli olarak yer alması, iklim değişimini de içeren orman planlaması çalışmalarında büyük olanaklar sağlayabilecektir.

Çeşitli jeoistatistik metotların kullanımı ile, iklim parametrelerinin tahminindeki doğruluğunun artışı, iklim parametrelerini içeren modellerin kullanımını destekleyecektir.

KAYNAKLAR

- Eyüboğlu, D. 2019. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Meşcereleri (Bursa-Kestel) için Çap-Boy İlişkilerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi. Yüksek lisans tezi, ÇAKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Freeman, J. and Skapura, D. 1991. Neural networks-algorithms, applications, and programming techniques. Addison-Wesley, Boston, 550 p.
- Kalıpsız, A., 1984, Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3194, O.F. Yayın No: 354, İstanbul, 407 s.
- MATLAB and Statistics Toolbox Release. 2015. The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States.
- Öztemel, E. 2006. Yapay Sinir Ağları (2. Baskı). İstanbul: Papatya Yayıncılık, 232 s
- Öztürk, K. ve Şahin, M. E. 2018. Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış, Takvim-i Vekayi, 6, 2, 25-36
- SPSS Institute Inc., 2004. SPSS Base 12.0 user's guide. Chicago, IL: SPSS.
- Şeker, A. 2017. Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir İnceleme, Doktora Semineri, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 49 s.



Innovative Pathway to Predict Relationships between Stand Carbon and Climatic Variables: Deep Learning Algorithms

¹İlker ERCANLI, ¹Alkan GÜNLÜ,

¹. Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, 18200, Çankırı, Turkey

*Corresponding Author: ilkerercanli@karatekin.edu.tr, Phone: +90376 133301, Fax : +90376 2136983

Abstract

A more wide-ranging understanding about the relationships between climate change and carbon storage is required to support the sustainable ecosystem management plans controlling forest carbon with the potential effects of future climate change and to determine carbon resource strategies in these plans. In this controlling process, the determination and modeling of the relationships between the carbon values of the stands and various climate parameters is of great importance for carrying out climate sensitive forestry activities. In the forestry literature, it is seen that statistical models are often used to establish these relationships. Besides these statistical approaches including some nonlinear regression models and the nonlinear mixed effect techniques, Artificial Intelligence Techniques (AIT) have provided an innovative modeling approach to predict the relationships between stand carbon and climatic variables. As an Artificial Intelligence Technique, Deep Learning Algorithms (DLA) stand out as another prominent AI technique to

analyze these climatic relations. Although there are a number of significant AIT studies predicting the yield and growth of tree and stand in forestry literature, the DLA models seem to be an innovative technique in front of forest biometrics since 2010. By widespread of AI techniques such as the DLA models, these scientific evaluations based on the comparative methods have been received remarkable interest and require further modelling studies in forest literature. In this study, it is aimed to evaluate the capability of the usability of the DLA models in predicting empirical relationships between the stand carbon values of sample plots and climatic variables for forest areas located in Kastamonu central planning unit, Kastamonu, Turkey. Various DLA models, which involve different the alternatives for the numbers of hidden layers and neuron, have been trained and compared to determine optimum and best predictive DLAs network structure for these relationships. These DLA models were trained by using H₂O package in the R statistical

environment (R Development Core Team, 2018). In this study, the H₂O package was used to train the network models based on the DLA models which predicted the stand carbon values, target variable, by using input variables such as various climatic variables. The K-Fold Cross Validation method was used in trainings of DLA models, because this method "cross validation up to k number" may reduce "overfitting errors" in ob-

taining the predictions by the network models. Thus, this study has evaluated the capability of the DLA models, novel artificial intelligence technique, for predicting the relationships between the forest carbon and climatic variables that can be required information for the management of forests.

Keywords: Forest Carbon, Deep Learning, Climatic Variables.

INTRODUCTION

Forests control biological ecosystems, protect biodiversity, are an integral part in the carbon cycle, most important of all, have significant stabilized effect on the climate of earth (CCFM 1992; UNCED 1992). Further consideration of the association between climate and forest with many studies has directed to the transformation of the classical forest planning approach into the understanding that is based on increasing the carbon sinks of forests. Traditional forest management ideas and conception including sustainable yield management are being switched to sustainable ecosystem management controlling forest carbon and biodiversity with the potential effects of future climate change (Ercanlı, 2018). Even if increasing carbon storage in forest areas are accepted as a chance to mitigate global warming, these statistical relationships between forest carbon values and climate variables needs to be revealed with more scientific studies for forest ecosystems.

If the hypothesis that positive or negative relationships between the forest carbon storage and various climate variables can be proved by many studies using statistical inferences, the climate variables quantifying local climate characteristics can be combined with growth simulators and used as tools for forest management activities and silvicultural treatments. Thus, forest management and silvicultural treatments will consider these local climate characteristics to improve stand carbon storage. The forests of our country, Turkey representing different stand structures and important amounts of biomass as above ground carbon stocks, a greenhouse gas, and fuel accumulations. Despite the this important of our forests with various spatial distributions, ecological, economical, and biological values in the forest ecosystems, only a few studies concerning the prediction of relationships between forest carp storage and the climate variables exist in scientific literature. Thus, this study studied the forest carbon storage-climate variables relations and hypothesized that several climate variables can be utilized as a significant independent variable for predicting the forest carbon storage values.

In addition to investigating the relationships between forests' carbon storage and climate variables, the use of new techniques to model these relationships by using a new method such as the Deep Learning Algorithms, a kind of artificial intelligence technique, is of great importance. The Artificial Intelligence (AI) models based on the Deep Learning Algorithm (DLA) have been presented first in 2010s, in agriculture, plant disease diagnosis, and the plant pattern recognition (Lee et al., 2015; Mohanty et al., 2016; Sladojevic et al., 2016; Carranza-Rojas et al., 2017; Sun et al., 2017; Ferentinos, 2018; Ubbens et al., 2018). Particularly, the advanced computational systems including Graphical Processing Units (GPU) included with computer processors revealed this AI models with the DLAs, which are highly convenient in recent years. Thus, it is aimed to investigate the relationships between forests' carbon storage and climate variables, and also to evaluate performance of DLAs to predict these relationships in this study.

MATERIAL AND METHODS

The data used in this study were collected from even-aged and pure Crimean Pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] stands located in Kastamonu central planning unit, Kastamonu, Turkey. From these Crimean Pine stands, 450 sample plots were systematically selected by Turkish General Directory of Turkey by distributing at 300x300 m grids to describe various forest stand types

at forest management inventory studies. The plots were checked carefully for evidence of intensive silvicultural treatments or clear-cutting. The size of circular sample plots ranged from 400 to 800 m² to include a minimum of 30–35 trees in a sample plot; and the number of trees was based on the stand crown closure. At each sample plot, DBH was measured to 0.1 cm precision using calipers at every living tree with a DBH > 8 cm.

Climate Measurements

Climate data were obtained from 7 climate stations of the Turkish State Meteorological Service. These data were annual precipitation, growing season total precipitation, mean summer precipitation (May–September), precipitation of driest period (month), growing season mean temperature, mean temperature of warmest quarter, mean temperature of coldest quarter, precipitation of driest quarter and annual minimum-maximum temperature obtained from 2014 year. Surface maps with 30 m spatial resolution were generated by interpolating each meteorological data. Data interpolation and analysis were performed using ArcGIS 10.5TM software (radial basis function method). The surface maps were overlapped with the sample areas using GIS and climatic characteristics of each sample area were obtained.

Carbon Calculation of Forest Stands

In this study, firstly the carbon values of individual trees were estimated by using the local allometric single-entry equations developed by Sakıcı et. al. (2016) for Crieman pine trees obtained from Kastamonu Forests. The single-entry carbon equation for estimating total carbon of individual trees, which are based only on DBH, were used (Sakıcı et. al., 2016).

$$\text{Carbon values of tree stem} = 0.054 \cdot dbh^{2.362} \quad (1)$$

$$R^2 = 0.964, S.E. = 51.958$$

The total aboveground carbon stocks (called as carbon storage) of each sample plots were obtained by summing the carbon values of all individual trees in sample plots and converted to per hectare based on the size of sample plots.

Statistical Models

The multiple linear regression technique with stepwise variable selection technique was used to assess whether a climate variable is essential to predict the stand carbon stocks with the stand attributes, including quadratic mean diameter (dg) and stand density index (SDI) values. In forest yield studies, some stands such as site index and stand age variables are important explanatory variables to predict the stand volume or carbon storage in forest literature. However, due to lack of measurements of tree height and age in the current forest inventory, basic stand characteristics such as stand age and site index measurements could not be obtained and could not be included in the carbon prediction models. The stand stocking indices based on the Reineke's density index rule were calculated as the percentage of the actual stand basal area of the sample plots against to the basal area of the normal stocked stands obtained from Kalıpsız (1963) normal yield table, which were developed for normal stocked scots pine stands. In this study, these climate variables such as annual max temperature (AMaxT), annual min temperature (AMinT), annual precipitation (AP), growing season temperature (GST), growing season total precipitation (GSTP), mean summer precipitation (MSP), mean temperature of coldest quarter (MTCQ), mean temperature of warmest quarter (MTWQ), precipitation of driest period (PDP), precipitation of driest quarter (PDQ) are included in the evaluation process in obtaining the carbon prediction models.

In this study, the following multiple linear relationships were assumed:

$$AGC = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon \quad (2)$$

In which AGC is the aboveground biomass; $X_1, \dots, X_n$ are variable vectors corresponding to the climate variables and stand attributes; and $b_1, \dots, b_n$ represent model coefficients and e is the additive error term. From these climate variables, the stepwise variable selection technique was used by applying "olsrr" package with "ols_step_both_aic" function in the R statistical environment (R Development Core Team, 2018) to determine the predictors that should be statistically significant at 95% probability level.

Deep Learning Algorithm Models

To train the data including stand carbon storage and the climate variables with some stand variables, Deep Learning Algorithms (DLAs), which are another type of ANNs, were used to obtain the complex prediction model systems. These DLAs can include more layers, especially greater number of hidden layers, which makes them more powerful predictive modeling techniques. This multi-layer structure of the DLAs provides effective representation of complex systems (e.g., forest ecosystems).

Among various computer software such as Caffe2, Cognitive toolkit, MXNet, PyTorch, TensorFlow applications, H2O is an open-source Artificial Intelligence platform that allows users to utilize Machine Learning techniques such as Naïve Bayes, K-means, PCA, Deep Learning, and Autoencoders (H2O. ai Team, 2018). H2O package contains an h2o.deeplearning function, which was coded on Java and is principally suitable to train multilayer feedforward deep learning neural networks. This h2o.deeplearning function offers multi-layer feedforward neural network models, which include the supervised training protocol to predict the stand carbon storage from input variables of the climate variables and stand variables such as quadratic mean diameter and stand density indices, that should be statistically significant at 95% probability level.

In training these DLA models, the number of hidden layers, type of activation function, and the number of neurons in the hidden layers are also significant parameters, affecting prediction quality of DLAs. The h2o.deeplearning function includes three activation functions such as Tanh, Rectifier, and Maxout. From these activation functions, the rectifier function as an alternative activation function was used to train this DLA models due to fact that Tanh and Maxout activation functions resulted in extremely poor carbon storage prediction in our preliminary analyses. As the number of hidden layers and number of neurons in the hidden layers, the DLAs with 100 # neurons and 10 # hidden layers was chosen as the model structure owing to fact that this structure of DLA resulted in the best fitting carbon storage prediction in our preliminary analyses.

Evaluation Criteria

When evaluating these prediction models, various criteria based on the observed and predicted carbon values obtained by DLAs, were used to determine the best one. These criteria were considered: (1) average absolute error (AAE), (2) the root mean squared error (RMSE), (3) percent root mean squared error (percent RMSE), (4) the coefficient of determination (R^2), (5) Akaike's information criterion (AIC), and (6) Bayesian information criterion (BIC) to compare prediction performance of DLAs and the nonlinear regression models. These criteria are calculated as follows:

$$AAE = \sum_{i=1}^n |AGC_i - \widehat{AGC}_i| / n \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (AGC_i - \widehat{AGC}_i)^2 / (n - k)} \quad (4)$$

$$RMSE\% = \left(\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (AGC_i - \widehat{AGC}_i)^2 / (n - k)} \right] / \widehat{AGC}_i \right) \cdot 100 \quad (5)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (AGC_i - \widehat{AGC}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (AGC_i - \overline{AGC})^2} \quad (8)$$

$$AIC = n \ln(RMSE) + 2k \quad (9)$$

$$BIC = n \ln(RMSE) + n \ln(k) \quad (10)$$

Where, $\hat{y}$ is the predicted above ground carbon of sample plots, y is the observed above ground carbon of sample plots, n is the number of independent variables in the models. Smaller values of AAE, max. AAE, RMSE, RMSE%, Bias, Bias%, AIC, BIC and higher values of r and FI indicate better prediction performance.

RESULTS

Table 1 presented the goodness-of-fit statistics of AAE, RMSE, RMSE%, AIC, BIC and R^2 for the regression models and the Artificial Intelligence based on the Deep Learning Algorithms. These regression models have developed in two different model structure including only the stand density index and the stand density index with annual max. temperature and growing season temperature as independent variables. The regression model with only the stand density index gave some predictive fitting with AAE of 6.003, RMSE value of 8.291, RMSE% value of 16.360, AIC value of 767.450, BIC value of 779.108, R^2 of 0.8999 values. The regression model with only the stand density index with annual max. temperature and growing season temperature as independent variables provided these predictive fitting with AAE of 5.473, RMSE value of 7.516, RMSE% value of 14.831, AIC value of 732.127, BIC value of 743.785, R^2 of 0.917 values. From these modeling alternatives, the Deep Learning Algorithms resulted in the best predictive fitting statistics with AAE of 3.559, RMSE value of 5.529, RMSE% value of 10.910, AIC value of 621.576, BIC value of 633.235, R^2 of 0.955 values.

Table 1. The fitting criteria of the goodness-of-fit statistics of AAE, RMSE, RMSE%, AIC, BIC and R^2 for the prediction techniques and models.

Prediction Techniques and Models	Variable	AAE	RMSE	RMSE %	AIC	BIC	R^2
Regression Analysis	-Stand Density Index	6.003	8.291	16.360	767.450	779.108	0.899
	-Stand Density Index -Annual Max. Temperature -Growing Season Temperature	5.473	7.516	14.831	732.127	743.785	0.917
Deep learning Algorithms	-Stand Density Index -Annual Max. Temperature -Growing Season Temperature	3.559	5.529	10.910	621.576	633.235	0.955

Fig. 1. presented the relationships obtained between observed and predicted carbon storage values of forest stands by two regression models and the AI model based on the DLA. From this graph, these DLA model provided more curved trend to an angle of 45 degrees with axes than those for regression models. Especially, these concentration of these relationship between predicted and measured values around the 1:1-line for DLA model than those for regression models underlined the best predictive results from this DLA model. Thus, stand carbon storage predictions which were obtained by this DLA network model more precise than those of other two regression models.

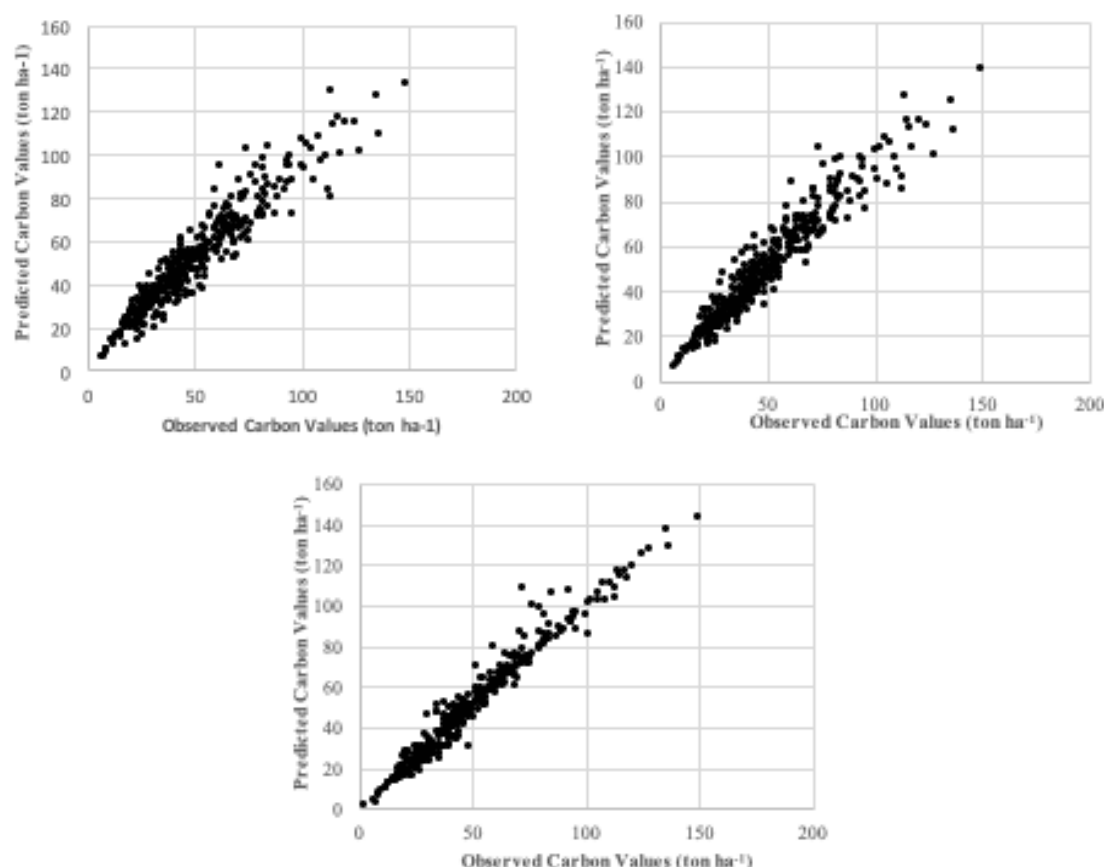


Figure 1. The relationships between the observed and predicted stand carbon storage values obtained by the regression model including (a) the stand density index, (b) the stand density index with annual max. temperature and growing season temperature and (c) the DLA model.

In this study, the stand carbon storage values of data set including 90 sample plots which were not used in training this network model were predicted by using this DLA model for further evaluation of this network model. Also, this DLA model, which was trained by using “H2o” package of R software in this study, was saved to present other forest practitioner. This R syntax file of the DLA model including the stand density index, annual max. temperature and growing season temperature as independent variables are given in the supplementary file section of this study so that other forest practitioner can use this best predictive DLA model. In figure 2, the relationship between observed and predicted carbon storage values was given for this independent data set including 90 sample plots. This AI model based on the DLA accounted for 88.29 % of the total variance in the stand carbon values of these 90 sample plots.

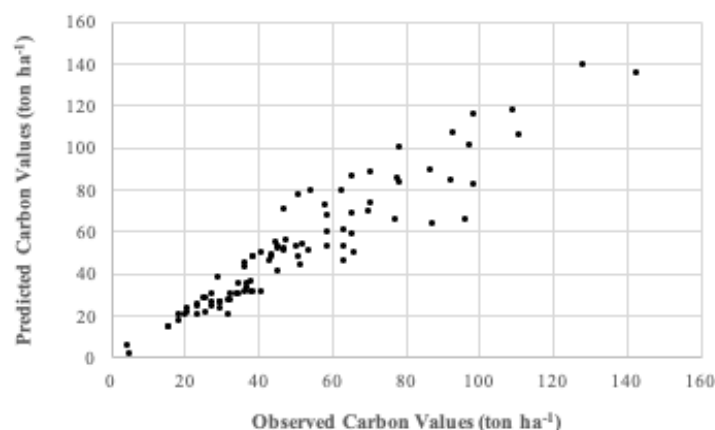


Figure 2. The relationships between the observed and predicted stand carbon storage values from the DLA model for this independent data set including 90 sample plots

DISCUSSIONS

This study evaluated the Artificial Intelligence Model based on the Deep Learning Algorithms (DLA), another application of Artificial Intelligence Techniques, to model the relationships between the stand carbon storage and some climate variables. In this study, the key issue of this evaluation is the question whether the DLA model, as an alternative, will offer predictive results compared as the classical regression models, and whether the climate parameters can be included in the model structure besides the stand variable such as stand density index which is frequently associated with carbon values. The regression models which included the stand density index as the independent variable accounted for 89.9 % of the total variance in the stand carbon values, then with the introduction of climate parameters into this regression model, the fitting index value of this regression model increased to 91.7 %. Especially, this improvement in the fitting statistics continued with the use of DLA models and the Deep Learning Model accounted for 95.5 % of the total variance in the stand carbon values. This DLA network model gave significant improvement in the values of r , AVABE, RMSE, RMSE%, AIC, BIC, FI with the rates of 3.158%, 40.718%, 33.316%, 33.316%, 19.008%, 18.723% and 5.864%, respectively, compared as those of the regression model with the stand density index.

These findings including these improvements in model prediction success by the involvement of the climate parameters in this regression model structure and by usage of this AI based on the DLA models provide very important results for us. As a general practice, the use of models containing climate parameters is avoided because of the difficult and difficult estimation of climate parameters. However, As can be seen in the results of this study, climate parameters can be included in the models and can increase the predictive ability of this models to a certain extent. Especially, the estimation of climate parameters including many climate stations by geostatistics techniques will allow use of climate-based models. Another important finding of this study is that the DLA models give better predictive results than regression models. While there is still discussions about the use of artificial intelligence models in forestry, the results of this study have contributed to the study of climate-carbon modeling. In this study, the use of deep learning algorithms, which is a kind of artificial intelligence models, was evaluated and successful predictions were obtained with these artificial intelligence models as an important finding. The most important problem in the use of artificial intelligence models is the difficulty of using deep learning algorithms that are trained in various data sets for different data sets. In order to overcome this challenge, the artificial intelligence models based on the deep learning algorithms, especially those trained with R software, can easily be used later by other users. In this regard, this DLA model in R syntax codes developed in this study can be download and can be used to obtain the stand carbon storage predictions of other studied forest areas by other forest practitioner. The downloadable link of this R syntax file of the DLA model is https://drive.google.com/open?id=16_JyXxMcz3B5PcG_OENycDJ7lsnOi8WW The presentation of the DLA model which has been given an example and may be possible in other future studies will be of great importance for other users to use these developed artificial intelligence models. This study provides an attempt for presenting of R syntax code file for artificial intelligence models to give the opportunity to other forest practitioner to use artificial intelligence model developed in this study.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to for support of providing study data to the Head of Forest Management and Planning Department, General Directorate of Forestry, Republic of Turkey.

REFERENCES

- CCFM (Canadian Council of Forest Ministers), 1992. Sustainable Forests: A Canadian Commitment. Ottawa, Ont., p. 51.
- UNCED (United Nations Conference on Environment and Development). 1992. Agenda 21, United Nations, New York, NY.

- Ercanlı, İ., 2018. Positive Effect of Forest Structural Diversity on Aboveground Stand Carbon Stocks For Even-aged Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands In The Sarcicek Forest, Northern Turkey. Scandinavian Journal of Forest Research, 33, 5, 455-463.
- Lee, S.H., Chan, C.S., Wilkin, P., Remagnino, P., 2015. Deep-plant: Plant identification with convolutional neural networks. In, 2015 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). IEEE, pp. 452-456.
- Mohanty, S.P., Hughes, D.P., Salathé, M., 2016. Using deep learning for image-based plant disease detection. Frontiers in plant science 7, 1419.
- Sladojevic, S., Arsenovic, M., Anderla, A., Culibrk, D., Stefanovic, D., 2016. Deep neural networks-based recognition of plant diseases by leaf image classification. Computational Intelligence Neuroscience 2016.
- Carranza-Rojas, J., Goeau, H., Bonnet, P., Mata-Montero, E., Joly, A., 2017. Going deeper in the automated identification of Herbarium specimens. BMC evolutionary biology 17, 181.
- Sun, Y., Liu, Y., Wang, G., Zhang, H., 2017. Deep learning for plant identification in natural environment. Computational Intelligence Neuroscience 2017
- Ferentinos, K.P., 2018. Deep learning models for plant disease detection and diagnosis. Computers and Electronics in Agriculture 145, 311-318.
- Ubbens, J., Cieslak, M., Prusinkiewicz, P., Stavness, I., 2018. The use of plant models in deep learning: an application to leaf counting in rosette plants. Plant methods 14, 6.
- Sakıcı, O. E., Akyıldız, H. M., 2016. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Saf Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcereli İçin Topraküstü Biyokütle Ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. Uyumlu Hacim Ve Biyokütle Denklemlerinin Geliştirilmesi Ve Hacim Yoğunluğu Değeri-Biyokütle İlişkilerinin Araştırılması, Tubitak proje No: 214O217, 180 s.



Additive Aboveground Tree Biomass Equations for Estimating Carbon Sink Capacity of Black Pine

¹Ramazan ÖZÇELİK, ²Altay Uğur GÜL, ³Hasan ALKAN

¹ Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, East Campus, 32260, Isparta, Turkey, Email: ramazanozcelik@isparta.edu.tr;

² School of Tobacco Expertise, Manisa Celal Bayar University, Akhisar/Manisa, Turkey

³ Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, East Campus, 32260, Isparta, Turkey

Abstract

Accurate estimation of tree biomass is critical and essential for calculating biomass energy, carbon storage, and sequestration of forest, as well as for studying climate change, nutrient cycling, forest health, and ecosystem productivity. Numerous biomass equations have been developed for many tree species around the world. The results showed that the system of additive equations provided more accurate biomass estimates than the common approach of separately fitting total tree or component biomass equations. Black pine (*Pinus nigra* Arnold.) is an ecologically and economically one of the most valuable forest tree species in Turkey. However, the available information about tree biomass prediction in Turkey may not be sufficient when developing sound management plans for complex forest systems.

Therefore, detailed information about total biomass or biomass of different tree components are needed for sustainable forest management of black pine forest. The objective of this study was to suggest and provide an accurate approach for the prediction of above-ground biomass of tree components (stem and crown) for black pine in Eğirdir Region of Turkey. In this study, each biomass component were fitted simultaneously in order to ensure compatibility between the estimates of total biomass and each of the different components, that is, the estimates of the different components should have the property of additivity.

Keywords: Biomass additivity, non-linear seemingly unrelated regression; black pine.

INTRODUCTION

Forest growth and yield models are vitally important for forest management planning. Forest management decisions requires more detailed information about stand structure, volume classified by merchantable products, and total biomass or the biomass of different tree components (Gomez-Garcia et al. 2015). As indicated by Dong et al (2014), accurate quantification of tree biomass is critical and essential for calculating biomass energy, carbon storage, and sequestration of forests as well as for studying climate change, forest health, forest productivity, and nutrient cycling. To satisfy the requirements of both the Kyoto Protocol and the need to quantify the amount of biomass available for energy purpose, accurate and effective methods of estimating biomass and carbon stocks are increasingly necessary (Castedo-Dorado et al. 2012). However, the available information about tree biomass prediction in Turkey may not be sufficient when developing sound management plans for complex forest systems. In the particular case of black pine, little effort has been expended regarding the construction of aboveground biomass models.

As indicated by many researchers, because biomass estimation is prerequisite for national development planning, as well as for scientific studied of forest productivity, nutrient cycling and for calculating biomass energy, carbon storage and sequestration of forests. The most common procedure of developing biomass is to relate total tree biomass and its components such as stem wood, bark, branches and foliage to diameter or both diameter and height using log transformed data through least squares regression (Parresol, 2001; Zhao et al. 2015). However, if there is more than one tree component involved, fitting a biomass equation separately to each component ignores the inherent correlations among the biomass of tree components that are measured on the same sample trees. Consequently, the sum of biomass predictions from separate models of tree components may not equal the biomass prediction for the total tree model (Parresol 1999; Dong et al. 2014; Kralicek et al. 2017).

To deal with this issue of in additivity or incompatibility, different model specifications and estimation methods have been suggested in order to ensure the additivity in a system of biomass equations for both linear and nonlinear models (Parresol 1999 and 2001). For nonlinear biomass models, the parameter estimation models include generalized method of moment maximum likelihood, minimizing loss function, two-stage error-in-variable model, and nonlinear seemingly unrelated regressions (NSUR). NSUR have become more popular in recent years because they are more general and flexible, and permit that each component model may have its own independent variables and each model can use its own weighting function for heteroscedasticity. As a result of this, use of NSUR allowed for more efficient parameter estimation and a lower variance for the total tree biomass model (Parresol 2001; Dong et al. 2014, Zhao et al. 2015, Kralicek et al. 2017).

Individual tree biomass equations have been developed for some tree species in Turkey. These studies were carried out for scots pine (Uğurlu et al., 1976), brutian pine (Sun et al. 1980; Durkaya et al. 2009, Özçelik et al. 2017), alder (Saraçoğlu, 1988), beech (Saraçoğlu 1998), oak (Durkaya 1998), and chestnut (İkinci 2000) species. In this study, tree variables commonly used diameter at breast height (dbh) alone or dbh and height as independent variables. However, model fitting simultaneous equations for above ground biomass is scarce using NSUR.

Black pine (*Pinus nigra* Arnold.) is an ecologically and economically the most valuable forest tree species in Turkey, occupying an area of about 4.3 million ha. According to the latest survey, there is a current standing volume of approximately 300 million m³ (GDF 2015). Furthermore, black pine forest have a key role in providing important indirect benefits and environmental services such as protection of soil and water resources, conservation of biological diversity, carbon sequestration, and climate change mitigation and adaptation (Peinado et al. 2011, Fischer et al. 2008).

However, as reported by Weiskittel et al. (2015), tree biomass models have some limitations which include the following: a) biomass data are costly to collect and alternative methods are used; b) belowground data and models are generally lacking, c) models are often developed from small and geographically limited data sets, d) simplistic model forms and predictor variables are used. The one of the most important recommendations for future efforts is exploration of new models or methods for improving prediction. The objective of this study was to construct a system of additive biomass equations for the black pine and provide an accurate approach for the prediction of the biomass of above-ground components (wood, bark, and crown) for black pine in Eğirdir Forest District of Isparta.

MATERIALS AND METHODS

A total of 53 felled pine trees in natural stands of this species were used. The diameter at breast height was measured to the nearest 0.1 cm with digital caliper. Descriptive variables of each tree were also recorded. Before felling, diameter at breast height (d) and total height (h) were measured. After felling, total height measurements were verified and trees were destructively sampled, separating above-ground biomass into the following components: stem wood and stem bark, branches, and leaves. But, as suggested by Canga et al (Canga et al., 2013), due to problems of convergence and high multicollinearity in the simultaneous adjustment, branches and leaves were therefore combined in a single component named "crown", which resulted in increased accuracy of estimations. This corresponds with the three components (stem wood, bark, and crown) into which above-ground biomass is usually divided (Parresol, 1999; Özçelik et al. 2017).

The fresh weight of each component was measured in the field with portable balance (accurate to 0.1 kg). Disks, with bark, were cut from each stem at regular intervals. These disks together with representative samples of all tree components were then taken to the laboratory where disks were separated into wood, bark, and branches with a diameter of less than 1 cm were further separated into needled, twigs, and thin branches. The dry biomass of each component was calculated by multiplying the fresh weight of each component by the dry/fresh ratio each component (dried in heater at 65 0C until constant weight).

The summary statistics of d, h, age, total dry weight, and dry weight of the different components are given in Table 1. The values of each of the biomass components and total aboveground biomass plotted against tree level variables d and TH are shown in Figure 1.

Table 1. Summary statistics of sample trees used in total and different components of biomass estimation

Variables	n	Min.	Max.	mean	Std. Dev
Diameter at breast height (d, cm)	164	8.10	63.00	27.34	13.21
Total height (h, m)	164	5.00	33.00	17.00	6.43
Age (years)	164	16.00	165.00	69.17	42.423
Total dry weight (kg)	164	8.79	2022.57	355.02	438.87
Stem wood dry weight (kg)	164	4.98	1637.96	287.16	369.06
Dry weight of crown (kg)	164	2.65	434.70	67.86	79.57

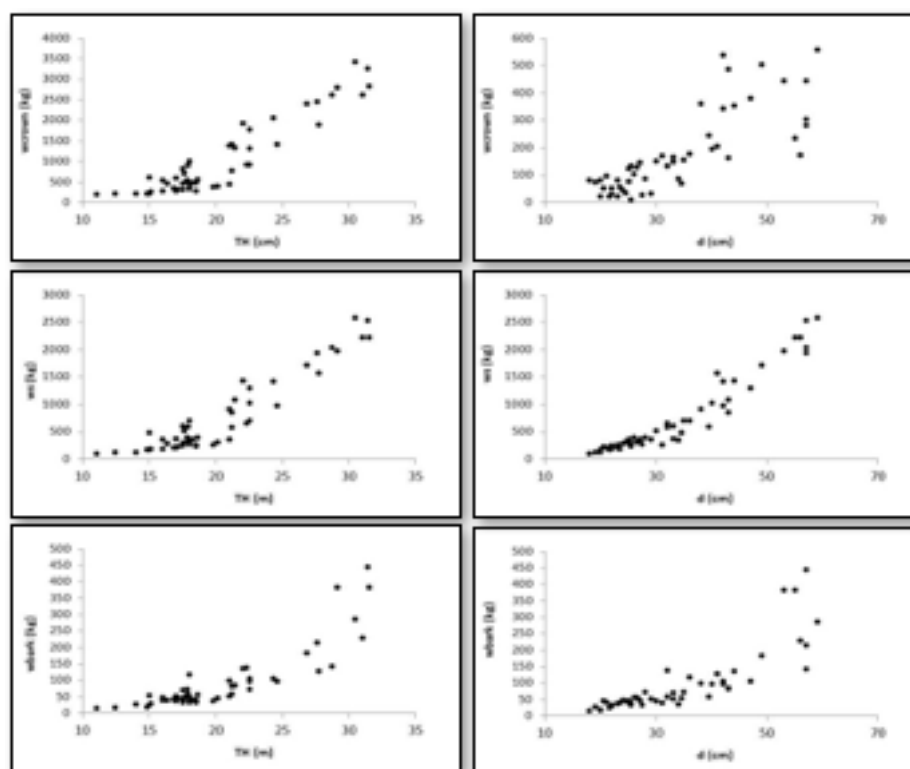


Figure 1. Relationship between stem wood (ws), crown (wcrown), and stem bark (wbark) of the sampled trees and d and total height (TH)

Non-linear seemingly unrelated regressions (NSUR)

In the first step, some linear and allometric models were fitted independently for different biomass components using single and combined tree characteristics (d) and total height of individual trees (h) as dependent variables. SAS/STAT software was used for all model fitting. The ordinary least squares (OLS) technique was used for fitting linear models with the REG procedure; non-linear models were fitted by OLS for non-linear models using the iterative method of Gauss-Newton and the NLIN procedure. Only the models in which all parameters were significant at $p < 0.05$ were considered. For each biomass component, the most accurate model was selected based on fitting statistics (R, RMSE, and AIC) and therefore it was chosen for further analysis. In second step, selected equations for each biomass component were fitted simultaneously in order to ensure compatibility between the estimates of total biomass and each of the different components, that is, the estimates of the different components should have the property of additivity (Parresol 2001).

Two common problems of biomass equations were evaluated: heteroscedasticity and multicollinearity. A weighted regression was used to overcome heteroscedasticity. In this analysis, each observation had to be weighted by the inverse of its variance ; which was estimated through allometric function of an independent variable in model logarithm form of the function The value of exponent can be determined using the method proposed by Park (1966), which uses the unweighted errors of the fitted model as the depended variable in the allometric error variance function (Gómez-García et al. 2015). The k values were subsequently included in the different weighting factors tested according to the independent variables used in the equations (e.i. , ,). These weighting equations, which were selected individually for biomass equations, were later used in the simultaneous fitting process. The weighting factor for heteroscedasticity was included in NSUR fit using model procedure of SAS/ETS. Additionally, the presence of multicollinearity in the fitted equation systems was analyzed by the condition number (CN) for both models. In this study, the biomass equation system was fitted to the entire dataset.

Model Evaluation

Four statistical criteria obtained from the residuals were examined to compare the performance of the developed models: the root mean square error (RMSE), coefficient of determination (R^2), the mean absolute bias (MAB), and Akaike's information criterion (AIC-Akaike 1981). The expressions of the statistics are summarized as follows:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}} \quad (1)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

$$MAB = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (3)$$

$$AIC = n \log \left(\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \right) + 2p \quad (4)$$

Where y_i and $\hat{y}_i$ are the measured, estimated and average values of the dependent variable, respectively; $\bar{y}$ is the average value of the estimated values; n is the total number of observations used for fitting the model; and p is the number of model parameters to be estimated.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, two different systems were developed for tree biomass estimation. In the first system, each biomass component was fitted individually and then NSUR methodology was applied in simultaneous fitting in order to ensure the additivity of the tree biomass components. Firstly, The equation system for prediction of all tree component biomass, sub-total, and total aboveground biomass was fitted with NSUR without weight function. Scatterplots of the residuals against the predicted values for each biomass component in the system equations fitted with NSUR revealed significant heteroscedasticity. Then Each biomass component was weighted according to the different weighting factors used in individual fit. After including the weighting functions in the system, there were no marked departures from homogeneous error variance and the system fitted the data well (Figure 2). The weighting factors, the predicted values of parameters, the condition numbers, and goodness-of-fit statistics obtained by simultaneous fitting in the set of three biomass equations are shown in Table 2.

All parameter estimates were significant at the $p < 0.05$ except parameter for crown component. The best fits were obtained for the equations of biomass of stem wood and total biomass. The RMSE values were equal to 131.6, 95.25, 38.39, and 198.1 kg tree⁻¹ for stem wood biomass (W_{stem}), crown biomass (W_{crown}), bark biomass (W_{bark}), and total biomass (W_{total}), respectively. All models included diameter at breast height (d) and total height (h) as independent variables except for bark model. The condition number for the simultaneous fit was 240, indicating no serious problems associated with multicollinearity. All models fitted the total above ground biomass well, with R^2 model values ranging from 0.63 to 0.97. The component model associated with crown (leaves and branches) exhibited smaller value for the correlation coefficient than other component models. The estimated weighting factors of each biomass component and total biomass were shown in Table 2.

Table 2. Parameter estimates, significance test and goodness-of-fit statistics for the biomass equations of each component and total biomass obtained by simultaneously fit.

Model	Parms	Estimate	Std. error	ApproxPr.> t	R ²	RMSE	MAB	AIC
$w_{stem} = a_0 d^{a_1} h^{a_2}$	a_0	0.16012	0.0284	<.0001	0.9654	131.6	103.97	515
	a_1	1.43151	0.0891	<.0001				
	a_2	1.10646	0.1195	<.0001				
$w_{crown} = b_0 + b_1 d + b_2 h^2$	b_0	-297.87	34.093	0.0946	0.6312	95.246	69.566	480
	b_1	18.8199	1.9065	<.0001				
	b_2	-0.3713	0.1006	0.0006				
$w_{bark} = \exp(c_0 + c_1 h)$	c_0	0.75726	0.2590	0.0052	0.8422	38.390	23.911	383
	c_1	0.16454	0.0091	<.0001				
$w_{total} = a_0 d^{a_1} h^{a_2} + b_0 + b_1 d + b_2 h^2 + \exp(c_0 + c_1 h)$				CN: 240	0.9599	198.14	131.94	568

w: dry weight of components i (kg), : parameter j of components i (stem wood, crown, and bark), d: diameter at breast height (cm), h: total height (m). Weighting factor (k) used in the power function to correct heteroscedasticity.

The values were similar within a relatively narrow range for all components. Stem wood, stem bark, and total tree biomass were better predicted than crown biomass. Tree height appears in all component models, while diameter was included in the stem and crown component models.

All equations developed in this study use diameter at breast height and total height as predictor variables except for bark model. The inclusion of total height in addition to diameter may have introduced a measure of competition in the model (Antonio et al. 2007). Other authors have concluded that the inclusion of additional tree variables, such as crown diameter, or stand variables such as dominant height and stand basal area, slightly improves the predictions (Gómez-García et al. 2015). These variables were not tested in the present study because of the increased sampling effort required in applying the equations. Further, root biomass is also a very important biomass component. However, this component was not possible for us to be measured in the sampled trees used. Montero et al. (2005) reported that the share of root biomass of Mediterranean pine is typically about 35-38% of the total biomass, or 53-61% of the aboveground biomass. As suggested by de-Miguel et al. (2014), these percentages could be used also for black pine in Eğirdir Forest District if no better information is available.

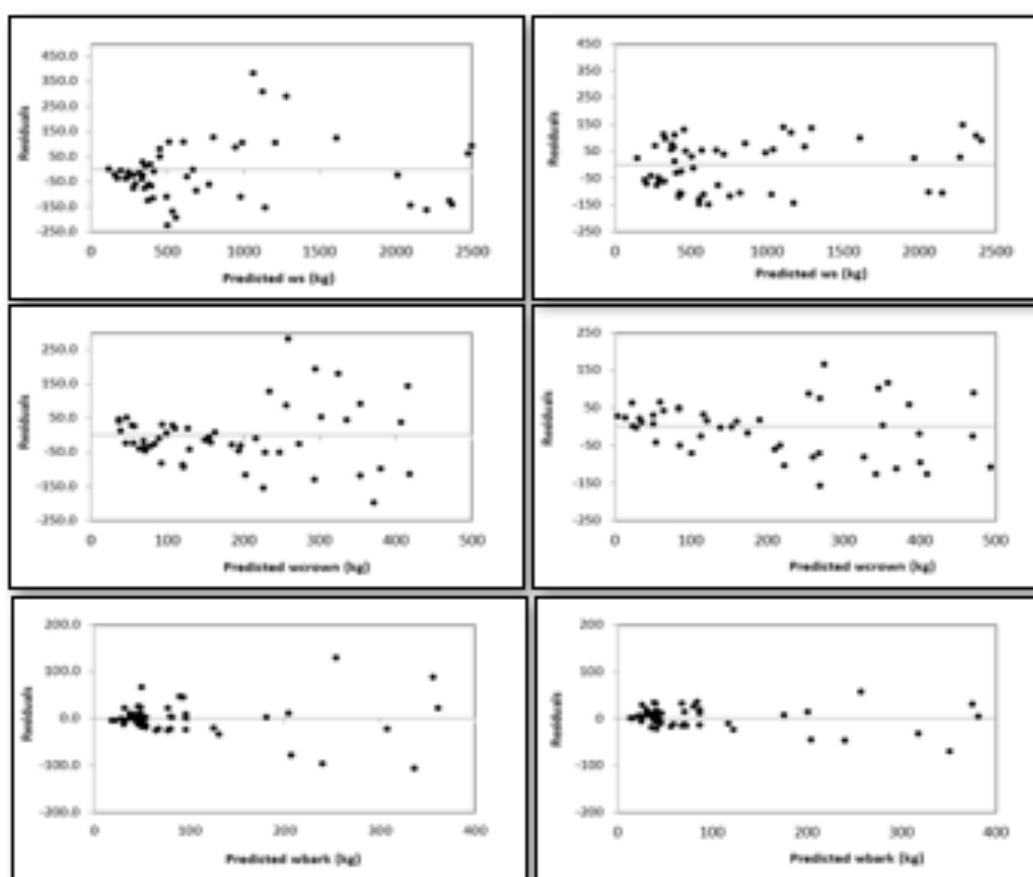


Figure 2. Residual plots for each biomass component in the system of equations fitted NSUR without weight function (left column) and fitted NSUR with weight function (right column)

As a results, the existence of accurate models that can predict tree biomass is very important and useful for proper forest management decisions. As referred by Özçelik et al. (2017), in practice, accuracy, convenience, and economics play the most important role when deciding which methods to utilize for forest inventory. Although nonlinear regression modelling is a well-known and understandable method, it has serious drawbacks such as assumptions that should be followed (normality, homogeneity),

the predefinition of the form of the fitting function by the modeler, and the prerequisite good initial values for accurate parameter estimations of the non-linear models.

CONCLUSION

The estimation of forest carbon stocks from forest inventories requires the use of accurate and unbiased biomass models. Due to the significant differences in energy, carbon, and nutrient concentrations among the biomass components, more accurate estimation of each component biomass is a prerequisite for reliable carbon accounting and nutrient budgeting. In this study, we developed a system of biomass equations for black pine in Eğirdir Forest District. The results indicated that modeling approach can predict the dry weight of stem and the dry weight of components of the trees with acceptable accuracy. NSUR model can be used to predict aboveground biomass and carbon stocks in forest management planning throughout the natural distribution area of this species

REFERENCES

- Akaike, H. 1981. Citation Classic - a New Look at the Statistical-Model Identification. Current Contents/Engineering Technology & Applied Sciences, 22-22.
- Antonio, N., Tome, M., Tome, J., Soares, P., Fontes, L. 2007. Effect of tree, stand, and site variables on the allometry of *Eucalyptus globulus* tree biomass. Canadian Journal of Forest Research 37: 895-906.
- Bilgili, E., Kucuk, O. 2009. Estimating Above-Ground Fuel Biomass in Young Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.). Energy & Fuels 23:(4) 1797-1800.
- Canga, E., Dieguez-Aranda, I., Afif-Khoury, E., Camara-Obregon, A. 2013. Above-ground biomass equations for *Pinus radiata* D. Don in Asturias. Forest Systems 22: 408-415.
- Castedo-Dorado, F., Gomez-Garcia, E., Dieguez-Aranda, U., Barrio-Anta, M., Crecente-Campo, F. 2012. Aboveground stand-level biomass estimation: a comparison of two methods for major forest species in northwest Spain. Annals of Forest Science 69:(6) 735-746.
- de-Miguel, S., Pukkala, T., Assaf, N., Shater, Z. 2014. Intra-specific differences in allometric equations for aboveground biomass of eastern Mediterranean *Pinus brutia*. Annals of Forest Science 71:(1) 101-112.
- Dong, L., Zhang, L., Li, F. 2014. A compatible system of biomass equations for three conifer species in Northeast, China. Forest Ecology and Management 329: 306-317.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Unsal, A. 2009. Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. African Journal of Biotechnology 8: 2483-2488.
- Durkaya, B. 1998. Construction of biomass tables of oak stands in Zonguldak Forest Enterprise. ZKÜ Grad. Sch. Ap. Nat. Sci., M. Sc. Thesis, 110.
- Fischer, R., Lorenz, M., Köhl, M., Becher, G., Granke, O., Christou, A. 2008. The Condition of Forests in Europe: 2008 executive report. In, United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests), p. 23.
- GDF. 2015. Forest Resources. The General Directorate of Forests, Ankara.
- Gomez-Garcia, E., Crecente-Campo, F., Barrio-Anta, M., Dieguez-Aranda, U. 2015. A disaggregated dynamic model for predicting volume, biomass and carbon stocks in even-aged pedunculate oak stands in Galicia (NW Spain). European Journal of Forest Research 134:(3) 569-583.
- İkinci, O. 2000. Construction of biomass tables of chestnut stands in Zonguldak Forest Enterprise. ZKÜ Grad. Sch. Ap. Nat. Sci., M. Sc. Thesis, 86.
- Kralicek, K., Huy, B., Poudel, K.P., Temesgen, H., Slas, K. 2017. Simultaneous estimation of above- and below-ground biomass in tropical forests of Vietnam. Forest Ecology and Management 390: 147-156.

- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M, Eker, M, Gürlevik, N. 2017. Artificial neural network models: an alternative approach for reliable aboveground pine tree biomass prediction. *Forest Science* 63:(3) 291-302.
- Parresol, B.R. 1999. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. *Forest Science* 45:(4) 573-593.
- Parresol, B.R. 2001. Additivity of nonlinear biomass equations. *Canadian Journal of Forest Research* 31:(5) 865-878.
- Peinado, R., del Rio, M., Montero, G. 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species. *Forest Systems* 20:(1) 176-188.
- Saracoglu, N. 1988. Construction stem volume and biomass tables of black alder. In. Ph. D. Thesis, KTÜ Grad. Sch. Ap. Nat. Sci.
- Saracoglu, N. 1998. Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) biomass tables. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22:(1) 93-100.
- SAS Institute Inc, S. 2008. SAS/STAT® 9.2. User's Guide. In. SAS Institute Inc Cary, NC.
- Sun, O., Uğurlu, S., Özer, E. 1980. Determination of biomass of Calabrian pine stands, Forestry Research Institute Publications. Technical Bulletin, 32.
- Uğurlu, S., Sun, O., Araslı, B. 1976. Determination of biomass of scots pine stands. Forestry Research Institute Publications. Technical Bulletin, 48.
- Weiskittel, A. R., MacFarlane, D. W., Radtke, P. J., Affleck, D. L., Temesgen, H., Woodall, C. W., Coulston, J. W. 2015. A call to improve methods for estimating tree biomass for regional and national assessments. *Journal of Forestry* 113:(4) 414-424.
- Zhao, D., Kane, M., Markewitz, D., Teskey, R., Clutter, M. 2015. Additive tree biomass equations for midrotation loblolly pine plantations. *Forest Science* 61:(4) 613-623.
- Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R., Mencuccini, M. 2005. Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe. *Silva Fennica*, 63p.



Evaluation of Various Climate Variables to Relate Stand Volume and Basal Area: A case study from Kastamonu Forest Planning Unit

¹*Alkan GÜNLÜ, ¹İlker ERCANLI, ¹Sinan BULUT

¹. Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, 18200, Çankırı, Turkey

*Corresponding Author: alkangunlu@karatekin.edu.tr, Phone: +90376 133301, Fax: +90376 2136983

Abstract

This study examines the relationships between various climatic variables and stand volume (SV) and basal area (BA) of forest stands located in the Kastamonu Forest Planning Unit, Kastamonu, Northern Turkey. The 450 sample plots obtained from pure Crimean pine forest stands of Kastamonu Forest Planning Unit and, various climatic attributes such as annual maximum temperature (AMAXT), annual minimum temperature (AMINT), annual precipitation (AP), growing season temperature (GST), growing season total precipitation (GSTP), mean summer precipitation (MSP), mean temperature of coldest quarter (MTCQ), mean temperature of warmest quarter (MTWQ), precipitation of driest period (PDP) and precipitation of driest quarter (PDQ) obtained from 7 different Turkish State Meteorological Service climate stations. The multiple linear regression (MLR) analysis and mixed effect modeling (MEM) approach (with random and fixed parameters) were used to account for these relationships between various climatic variables and, SV and

BA of sample plots owing to the nested hierarchical data structure in highly correlated measurements. Our results indicated that the ability of MEM ($R^2=0.434$; $R^2=0.466$) was better than MLR ($R^2=0.303$; $R^2=0.364$) models to estimate the SV and BA, respectively.

Keywords: Climatic Attributes, Forest Characteristics and Structural Equation Models

INTRODUCTION

The forest growth and productivity are being affected by catastrophic climate change. These changes in climatic attributes such as temperature, precipitation, and atmospheric composition are likely to affect some forest characteristics such as stand volume (SV) and basal area (BA). In these regards, the relationships between various climatic attributes and these forest characteristics are important to effectively manage these forest areas. To be able to determine the effects of climate on forest productivity is a basic part of estimating the reaction of forests to climate change. Alterations in climate conditions have a significant impact on sustainable forest management (IPCC, 2013). Depending on climate differences, forest stand attributes such as SV, BA, stand density, site index, tree diameter growth have been demonstrated to differ depending on different climate conditions (Yeh and Wensel, 2000; Laurent et al., 2003; Itter et al., 2017). In order to develop effective forest management against global climate change, the complex interactions between different climate conditions and forest dynamics need to be well analyzed (Dale et al. 2001; Itter et al., 2017).

Therefore, the objective of this study was to evaluate some climate variables to predict the SV and BA and determine the ratio at which these climatic variables can predict SV and BA from these climate variables. Also, the effect of stand structure on the capability of these prediction models was evaluated by using the mixed effect models (MEM).

MATERIAL AND METHODS

Study Area

This study was located on pure Crimean pine stands within the boundaries of the Kastamonu Forest Planning Unit of Turkey (545000-565900 E and 4572570-4592580 N) (Figure 1). Altitude ranges between 756 and 1512 m above sea level. The inter-annual maximum mean temperature (27.9 °C) occurs in summer and minimum (3.6 °C) in winter. The inter-annual mean precipitation is 490.2 mm. The total area of the study area is 24.353,4 ha and 16.649,9 ha of which is covered by a forested area. The main tree species are *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Abies nordmanniana* and *Quercus* (Anonymous, 2014). The Kastamonu forest planning unit has a pure Crimean pine forest of 6762.2 ha, utilized as the study area of this study.

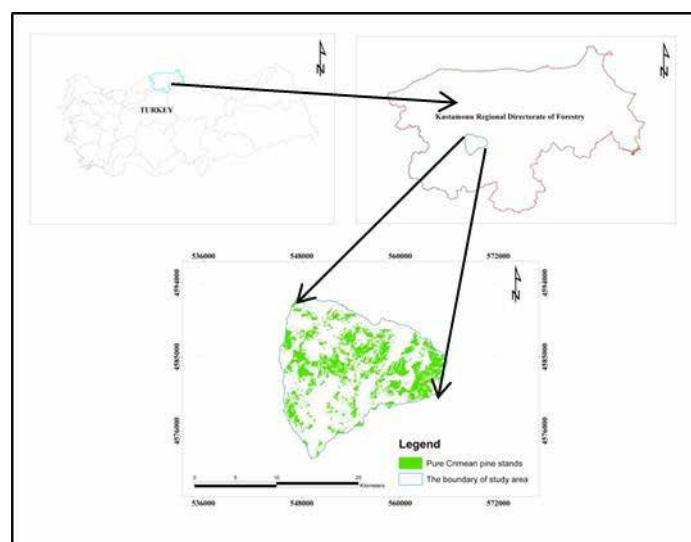


Figure 1. The location of the study area

Ground measurements were carried out in 450 circular sample plots during the summer of 2013. Considering stand crown closure, the size of sample plots was established as 400, 600 and 800 m². The diameters at breast height (dbh) of trees larger than 7.9 cm were measured in each sample area (Anonymous, 2014). Then, the total SV and BA of each sample plot were computed by summing tree volume and BA of trees in sample plot. The volume of each tree was calculated using the following Equation (Eq)-1 generated by (Şenyurt et al., 2014). The BA of trees in sample plot was calculated using Equations-2.

$$\text{Tree Volume} = 0.0002918 \cdot d_{1.3}^{2.1513} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$BA = \frac{\pi}{4} d_{1.3}^2 \quad (\text{Eq. 2})$$

Later, SV and BA per hectare value were calculated using the following Equations-3 and 4, respectively.

$$SV = \frac{10000}{A} v \quad (\text{Eq. 3})$$

$$BA = \frac{10000}{A} g \quad (\text{Eq. 4})$$

Where, $d_{1.3}$ is the tree diameter measured at 1.30 m from the ground, v is the total volume of sample plot (m^3), g is the total BA of sample plot (m^2) and A is the sample plot area (m^2).

Climate data were obtained from 7 climate stations of the Turkish State Meteorological Service. These data were AMAXT, AMINT, AP, GST, GSTP, MSP, MTCQ, MTWQ, PDP and PDQ obtained from 2014 year. Surface maps with 30 m spatial resolution were generated by interpolating each meteorological data. Data interpolation and analysis were performed using ArcGIS 10.5TM software (radial basis function method). The surface maps were overlapped with the sample areas using GIS and climatic characteristics of each sample area were obtained (Figure 2).

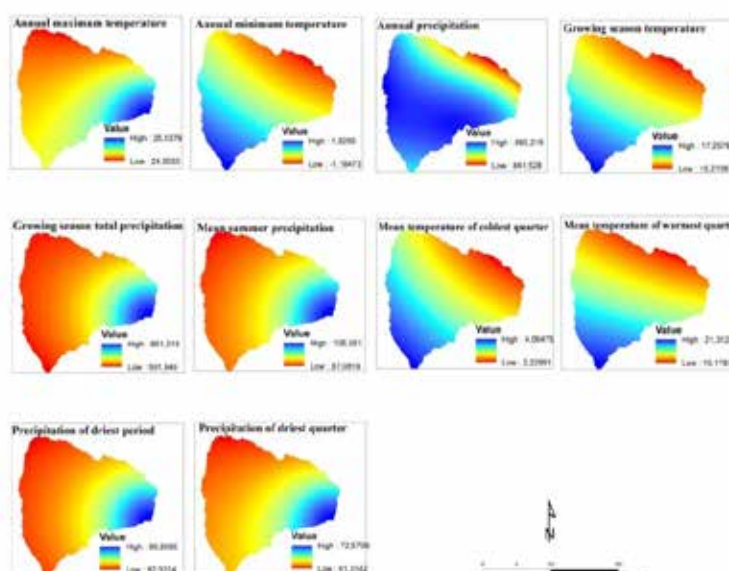


Figure 2. The map of climate variables

To evaluate some climate variables to predict the SV and BA, the MLR techniques was used in this study. This MLR model was utilized to evaluate whether the climatic variables is an essential factor for predicting the SV and BA. The climate variables analyzed in this study are AMAXT (1), AMINT (2), AP (3), GST (4), GSTP (5), MSP (6), MTCQ (7), MTWQ (8), PDP (9) and PDQ (10). This MLR model exposed that the climate variables may affect the SV and BA as an important factor and occurs as an independent variable in the estimation model of SV and BA. The following multiple linear relationships were used in this study:

$$\text{LN}(\text{SV or BA}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon \quad (5)$$

In which SV and BA is the stand volume and the basal area; $X_1, \dots, X_n$ are variable vectors corresponding to the climate variables; $b_1, \dots, b_n$ symbolize model coefficients and ε is the additive error term. The stepwise technique was performed to select the best climate variables that are should be

statistically significant at 95% probability level ($p < 0.05$). Estimation of each parameter for the variables of these regression models should be statistically significant at 95% probability level.

H_0 hypothesis, $H_0 = \beta_0 = \beta_1 = \dots \beta_n = 0$, was tested and parameters that were not significantly different from zero were rejected. The "olsrr" package in the R statistical environment (R Development Core Team, 2018) was used to select the subset of predictors that should be statistically significant at 95% probability level. When applying this package including the stepwise variable selection technique, "ols_step_both_aic" function was used to build MLR model from a set of candidate predictor variables by inserting predictors depend on Akaike Information Criteria (AIC), in a stepwise manner until there is no variable left to enter anymore. After developing the regression model including the subset of predictors that should be statistically significant at 95% probability level, the effect of stand type on the capability of this regression model predicting the SV and BA was evaluated by the MEM approach with random and fixed parameters. These MEM models were developed by using "nlme" package in the R statistical environment (R Development Core Team, 2018). The stand types were determined based on development stages, crown closure and tree species in Turkish Forest inventory studies. Crown closures were classified into three classes; 1: low coverage of 11-40 %, 2: medium coverage of 41-70% and 3: full coverage of 71-100%. The stand development stages were classified into four classes: a: regenerated stands with average dbh < 8 cm, b: immature stands with average dbh 8-19.9 cm, c: mature stands with average dbh 20-35.9 cm, and d: oldest stands with average dbh > 36 cm. This MEM model approach with random and fixed parameters was used to account for the nested hierarchical stand structures. In MEM modeling, the fixed parameter for population-specific and random parameters for sampling unit-specific effect is simultaneously predicted by defining a covariance matrix in the same model structure. The MEM approach has some basic assumptions including the multivariate normal distribution of the residual terms and random-effects parameter (Calama and Montero, 2004)(Eq. 6).

$$u_i \text{ and } v_i \sim N(0, D_i) \quad \varepsilon_{ij} \sim N(0, R_i) \quad (6)$$

Where is a positive-definite variance-covariance matrix for the random-effects representing the among-plot variability and is the intra plot variance-covariance matrix. The variance components and fixed parameters of the best predictive height-diameter linear model were predicted by using the maximum-likelihood method, which were coded in "nlme" package in the R statistical environment. The adaptive Gaussian quadrature was used in the computation of the integral over the random effects as described by Pinheiro and Bates (2000). Furthermore, this "nlme" package was performed assuming the homogenous within-tree variance and uncorrelated residuals.

RESULTS

Table 1 presented the correlations for the relationships between the SV and the BA, and the climate variables such as AMAXT, AMINT, AP, GST, GSTP, MSP, MTCQ, MTWQ, PDP and PDQ. The relationships between the SV and AMINT ($r=0.454$), AP ($r=0.383$), GST ($r=0.452$), GSTP ($r=-0.179$), MSP ($r=-0.163$), MTCQ ($r=0.446$), MTWQ ($r=0.424$), PDP ($r=-0.173$) were significant at the 0.05 level. The relationships between the BA and AMINT ($r=0.368$), AP ($r=0.330$), GST ($r=0.374$), MTCQ ($r=0.349$) and MTWQ ($r=0.367$) were significant at the 0.05 level. The AMINT ($r=0.454$) indicated the highest correlation with the SV. For the BA, GST ($r=0.374$) indicated the highest correlation in this study.

Table 2. The correlations for the relationships between the stand volume and the basal area and the climate variables

	SV	BA	AMAXT	AMINT	AP	GST	GSTP	MSP	MTCQ	MTWQ	PDP	PDQ
SV	1	,951***	-0.052	,454**	,383**	,452**	-,179**	-,163**	,446**	,424**	-,173**	-0.052
BA		1	0.024	,368**	,330**	,374**	-0.084	-0.069	,349**	,367**	-0.078	0.024
AMAXT			1	-0.084	,145**	0.017	,957**	,968**	-,251**	,254**	,962**	,945**
AMINT				1	,783**	,994**	-,362**	-,330**	,983**	,932**	-,350**	-0.084
AP					1	,792**	-0.066	-0.062	,756**	,763**	-0.071	,145**
GST						1	-,269**	-,233**	,957**	,967**	-,255**	0.017
GSTP							1	,997**	-,507**	-0.038	,999**	,957**
MSP								1	-,483**	0.006	,999**	,968**
MTCQ									1	,850**	-,500**	-,251**
MTWQ										1	-0.019	,254**
PDP											1	,962**
PDQ												1

*: significant level 0.05 , **: significant level 0.01, ***: significant level 0.001

Beyond the results of correlation analysis, the stepwise variable selection technique based on Akaike Information Criteria (AIC) was used to determine some climate variables statistically, which can be significant independent variables at 95% probability level ($p < 0.05$) for predicting SV and BA. Table 2 presented the parameter estimates with probability levels and the goodness-of-fit statistics, including Adjusted R-squared (Radj2), Root Mean Square Error (RMSE), RMSE%, AIC and Bayesian Information Criterion (BIC) for best predictive MLR model predicting SV values, as a function of some climatic variables with the AMINT and the AP, and the BA from the AMINT and AP, which some statistically significant independent variables at 95% probability level ($p < 0.05$). From the stepwise variable selection technique, the MLR model for the SV gave the predictive fitting results a RMSE value of 70.6500, RMSE% value of %40.4866, the AIC value of 1719.868, BIC value of 1995.207, R2 of 0.303 values. The regression model for the BA resulted in fitting statistics with a RMSE value of 5.3038, RMSE% value of %24.69068, the AIC value of 541.2323, BIC value of 760.4256, R2 of 0.394 values.

Table 2. Multiple linear regression models developed to predict stand volume and the basal area as a function of the climate variables

Stand Attributes	Independent Variables	Coefficients of Independent Variables	Std. Error of Coefficients	t values	P values
SV	Constant	-6.8005	4.1197	-1.651	0.0131
	Annual minimum temperature	0.339811	0.053213	6.386	<0.001
	Annual precipitation	0.013567	0.004731	2.868	<0.001
	R ² =0.303, RMSE=70.6500, RMSE=%40.4866, AIC=1719.868, BIC=1995.207				
BA	Constant	-7.0709	2.8797	-2.455	0.0146
	Annual minimum temperature	0.2209	0.0358	6.177	<0.001
	Annual precipitation	0.0116	0.0033	3.493	<0.001
	R ² =0.394, RMSE=5.3038, RMSE=%24.69068, AIC=541.2323, BIC=760.4256				

Table 3. Mixed effect models developed to predict stand volume and the basal area as a function of the climate variables

Stand Attributes	Independent Variables	Coefficients of Independent Variables	Std. Error of Coefficients	t values	P values
SV	Constant	-10.918403	4.752313	-2.297492	0.0221
	Annual minimum temperature	0.337404	0.128987	2.615808	0.0092
	Annual precipitation	0.018276	0.005449	3.353912	0.0009
	R ² =0.434 RMSE=63.6668 RMSE=%36.4848 AIC=1677.926 BIC=1953.265				
BA	Constant	-6.529554	3.274532	-1.994042	0.047
	Annual minimum temperature	0.258022	0.064284	4.013762	0.0001
	Annual precipitation	0.010933	0.003756	2.910713	0.0039
	R ² =0.466 RMSE=4.9738 RMSE=%23.1543 AIC=520.5456 BIC=739.7389				

The MEM model for the SV has a significant predictive ability with a RMSE value of 63.6668, RMSE% value of %36.4848, the AIC value of 1677.926, BIC value of 1953.265, R2 of 0.434 values compared to the results from the MLR model. Similarly, the MEM model for the BA gave better fitting statistics with a RMSE value of 4.9738, RMSE% value of %23.1543, the AIC value of 520.5456, BIC value of 739.7389, R2 of 0.466 than those by the MLR model (Table 3).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

This study examined the relationships between the SV and BA and ten climate variables were evaluated by using the correlation analysis, the MLR and the MEM models. The climate characteristics considered in this study were included as the AMAXT, AMINT, AP, GST, GSTP, MSP, MTCQ, MTWQ, PDP, and PDQ. In correlation analyzes, some climate variables such as AMINT ($r=0.454$), AP ($r=0.383$), GST ($r=0.452$), GSTP ($r=-0.179$), MSP ($r=-0.163$), MTCQ ($r=0.446$), MTWQ ($r=0.424$), PDP ($r=-0.173$) have significant relations with the SV at the 0.05 level. For the BA variable, some climate variables including AMINT ($r=0.368$), AP ($r=0.330$), GST ($r=0.374$), MTCQ ($r=0.349$) and MTWQ ($r=0.367$) gave significant relations at the 0.05 level. Commonly, the relationships between the SV and the BA remained up to a maximum of about 0.3-0.4 of r with the climate variables. In this respect, the relationships between climate variables and these stand characteristics were obtained at a limited level. In these regression models, some climate variables such as AMINT and AP were come out from other climate variables. The predictive ability of these MLR models for these stand characteristics was obtained at the level of 30-40 percent. The most important issue to be considered when analyzing the relationship between these stand characteristics and climate variables are the differences between stand structures originated from the site index, stocking and stand age. The data used in this study provide limited information due to the fact that stand age and tree height characteristics are not measured in the forest inventory and thus site index and stand mean age cannot be calculated. Especially, in forest inventory, measuring these features will increase the predictive power of the models. As a solution to this problem, the use of MEM which takes stand type as a factor and development of MEM have been applied. With these MEM including climate variables as an independent variable, an increase in prediction of the SV and the BA was obtained in a certain measure (Table 3). However, it is of great contributed to include this unmeasured site index and stand age with stand stocking in these prediction models.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank to for contribute to the General Directorate of Forestry in staffs, Republic of Turkey.

REFERENCES

- Anonymous, 2014. Kastamonu Forest management planning (2014-2033). Ankara (press Turkish)
- Calama, R., Montero, G. 2004. Interregional nonlinear height diameter model with random coefficients for stone pine in Spain. Canadian Journal of Forest Research 34: 150-163.
- IPCC 2013. Climate Change, in the physical science basis, working group i contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, WMO/UNEP, Cambridge.
- Itter, M.S., Finley, A.O., D'Amato, A.W., Foster, J.R., Bradford, J.B. 2017. Variable effects of climate on forest growth in relation to climate extremes, disturbance, and forest dynamics. Ecol. Appl. 27: 1082-1095.
- Laurent, M., Antoine, N., Joel, G. 2003. Effects of different thinning intensities on drought response in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Forest Ecology and Management 183:47-60.
- Pinheiro, J.C., Bates, D.M. 2000. Mixed effects models in s and s-plus. Springer, New York, NY, USA.
- R Core Team 2018. R: A Language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna.
- Şenyurt, M., Ercanlı, İ., Bolat, F., Yağlıoğlu, M.Ş. 2014. Çankırı Merkez Orman İşletme Şefliği karaçam meşcereleri için gövde çapı ve hacmi denklemlerinin karışık etkili modelleme yaklaşımı ile geliştirilmesi", ÇKÜ BAP 2013-19 Nolu Sonuç Raporu
- Dale, V. H., Joyce, L. A., McNulty, S., Neilson, R. P., Ayres, M. P., Flannigan, M. D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, D.S., Swanson, .J., Stocks, B.J., Wotton, M. 2001. Climate change and forest disturbances: climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. BioScience 51(9): 723-734.
- Yeh, H.Y., Wensel, L.C., Turnblom, E.C. 2000. An objective approach for classifying precipitation patterns to study climatic effects on tree growth. Forest Ecology and Management 139:41-50.



Session Chair: Prof. Dr. Edward A. ELLIS • Co-Chair: Dr. A. Oğuz ALTUNEL

CHAPTER SEVEN



Reducing Carbon Emissions from Selective Logging with Reduced Impact Logging (RIL) Practices on the Yucatan Peninsula, Mexico

¹Edward A. Ellis, ¹Samaria Armenta Montero, ²Irving Uriel Hernández Gómez, ³Peter Ellis

1. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Morelos #44, 91000, Xalapa, Mexico

2. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Cir. Gonzalo Aguirre s/n, 91090, Xalapa, Mexico

3. The Nature Conservancy, 4245 North Fairfax Drive, 22203, Arlington, VA, United States

Abstract

On the Yucatan Peninsula in Mexico, communities (ejidos) that selectively log their forests help reduce deforestation and are an important source of timber for national and international markets. However, when carried out without proper planning and reduced-impact logging (RIL) practices, forest impacts and carbon emissions from harvesting can be substantial. We assessed variations in logging-induced emissions and estimated potential reductions in emissions by applying RIL. Carbon impacts from damage to trees > 5 cm DBH in the annual cutting areas (ACA) of ten forest-managing ejidos were measured and baselines were developed for emissions from felling, skidding and transport of timber. Ejidos were then compared with respect to whether they were Forest Stewardship Council (FSC) certified, size of ACA, logging intensity (LI), and implementation of RIL practices, particularly directional felling, skid trail planning, and the use of small modified agricultural tractors instead of

large forestry skidders. Emissions from selective logging averaged 1.52 Mg C m⁻³ but ranged 1.19-2.55 Mg C m⁻³ among the 10 ejidos. Most emissions were from the remnants of trees felled for their timber (73%), followed by skidding (11%), transport infrastructure (i.e. logging roads and landings; 8%), and collateral damage from felling (7%). Our analyses indicate that FSC certification was not associated with any difference in carbon emissions from selective logging but that employment of RIL practices resulted in fewer damaged trees and lower carbon emissions even in ejidos with high LI. Use of modified agricultural tractors for log yarding (i.e., skidding) reduced C emissions by 0.15 Mg m⁻³ or 5 Mg km⁻¹ of skid trail. Adoption of RIL-C practices by all community forestry ejidos in the region would contribute substantially to the Mexican forest sector's efforts to mitigate climate change.

Keywords: Selective Logging, Tropical Forest, Carbon Emissions, Logging Damage.

INTRODUCTION

On the Yucatan Peninsula, forestry is conducted by selective logging which involves the harvesting of commercially valuable timber present at very low densities in the forest (1-20 trees·ha⁻¹) (Petrokofsky et al., 2015). Cutting cycles of selective silvicultural systems are around 25 years, presumably allowing forest disturbance from logging to recover by natural regeneration and enrichment planting (Ellis et al., 2015). However, disturbance from selective logging can lead to forest degradation when there is a reduction in the capacity of the ecosystem to supply goods and services (FAO, 2010). Added to deforestation, degradation makes up a significant source (20%) of carbon emissions from tropical forests which can eventually result in deforestation (Griscom et al., 2009). In the tropics, poor forest management and logging practices (Pearson et al., 2017), in addition to illegal logging (Vaglio et al., 2016), are major causes of forest degradation. However, sustainable forestry, through improved forest management (IFM) and reduced impact logging (RIL), has been identified as a viable method to conserve forest carbon stocks and reduce emissions (Putz et al., 2008).

For decades, communally managed landholdings with forests (ejidos) on the Yucatan Peninsula have played a significant role in producing timber, supporting rural livelihoods and conserving natural resources. Several studies have shown how community forest management in the region has aided in reducing deforestation and maintaining forest cover (Bray et al. 2004), while improving the economic well-being of ejidos through timber revenues (Antinori and Bray, 2005). Thus, both national and international efforts have been underway to strengthen and promote community forest management as a "climate smart" land use that also helps conserve biodiversity (UN-REDD Programme, 2015).

The potential of RIL to reduce carbon emissions from selective logging is well established (see Putz et al., 2008a; Griscom et al., 2013). RIL minimizes forest damage by applying practices such as pre-harvest inventories, planned logging road networks, directional felling, and winching (Bicknell et al., 2014). In our research, we specifically focus on RIL practices that directly relate to carbon emissions from harvesting activities (felling, skidding, and transport of logs) and that can be measured in the field as described by Griscom et al. (2014) and Pearson et al. (2014). Known as RIL-C, these improved logging practices include directional felling, improved log extraction methods (i.e., skidding or yarding), skid trail and road planning, improved bucking, and long-line winching (Griscom et al., 2014). To allow comparisons among forests selectively logged at very different intensities, we express emissions both per hectare and per cubic meter of wood harvested.

Estimating forest carbon emissions from selective logging and defining baselines are essential to the improvement of community-based forest management and emission reduction strategies on the Yucatan Peninsula. The outcomes of the research presented will aid in setting up results-based actions by the REDD+ MRV component and strengthen the integration of community-based forestry as an important "natural climate solution", defined by Griscom et al. (2017) as conservation, restoration and improved management practices in natural terrestrial biomes to mitigate climate change. To that end we adopted the RIL-C protocol (Ellis et al., 2019; Griscom et al., 2014; Pearson et al., 2014) to quantify carbon emissions from selective logging in ten CFM ejidos on the Yucatan Peninsula. Biomass impacts from harvested trees and collateral damage from felling and skidding logs, in addition to those from the construction of log landings and logging roads, were measured in the field to assess carbon emissions and to establish baselines for harvesting practices in the logging landscape sampled. Furthermore, we evaluated how tree damage and carbon emissions relate to forest management certification by the FSC and the implementation of specific RIL-C practices (directional felling, skid trail planning and the use of modified agricultural tractors for skidding). Ejidos are assessed in terms of their performance in committed emissions (as per the IPCC Tier 1 accounting approach; Davis et al., 2014), and potential reductions in carbon impacts from implementing RIL-C practices are estimated.

RESULTS

Selective logging induced carbon emissions from the 10 ejidos sampled on the Yucatan Peninsula averaged 3.3 Mg ha⁻¹ of C but ranged from 0.8 to 9.0 Mg ha⁻¹ (Table 2). Emissions per hectare were closely correlated with logging intensity (LI, m³ ha⁻¹) ($R^2 = 0.99$, $F(1,8) = 617.4$, $p < 0.0001$). On the other hand, carbon emissions per cubic meter of timber harvested (Mg m⁻³) was weakly correlated

with LI ($R^2 = 0.28$, $F(1,8) = 3.1$, $p < 0.11$, Fig. 3). Since C emissions per area (Mg ha^{-1}) were correlated with LI, which varied in our study area, we did not use this indicator for further comparison of emissions performance by ejidos. Instead, we use the indicator Mg m^{-3} , which was not correlated to LI, to present and compare carbon emissions performance.

The average total carbon emissions per volume of timber harvested for all 10 sampled ejidos was 1.5 Mg m^{-3} but varied from 1.2 to 2.5 Mg m^{-3} (Figure 1). Relative to this baseline, Xmaben, Felipe Carrillo Puerto, and 20 de Noviembre, which implemented none of the tracked RIL-C practices, all had carbon impacts $> 1.5 \text{ Mg m}^{-3}$. Four of the five ejidos with the best performance ($< 1.5 \text{ Mg m}^{-3}$) implemented RIL-C practices (DF, directional felling; STP, skid trail planning; and MT, modified agricultural tractor) and two were FSC certified. Caobas, in first place, is FSC-certified and implements all three RIL-C practices; Petcacab in second, implements DF and STP; Guadalajara in fourth implements MT; and Noh Bec in fifth, is FSC certified and implements DF and STP. Santa Maria Poniente and Naranjal Poniente, although they do not use any of the monitored RIL-C practices, performed well, ranking third and sixth place respectively. Finally, in seventh, also below our baseline, was Botes which implements MT.

Carbon emissions per cubic meter of timber harvested (Mg m^{-3}) from specific logging operations varied substantially among ejidos. Harvest tree remnants (HTR) left in the forest after felling consistently constituted the major portion of carbon emissions, with a mean of 0.76 Mg m^{-3} (0.62 - 0.95 Mg m^{-3}), which represents 28-61% of total ejido emissions. After HTR, the round-wood extracted of felled trees (RW) represented average carbon emissions of 0.30 Mg m^{-3} (21%), quite consistently across ejidos (0.20 - 0.36 Mg m^{-3} ; 11-26% of total emissions). Skidding (S) was the third largest cause of carbon emissions with an average of 0.18 Mg m^{-3} (11% of total emissions) but varying widely (0.03 - 0.46 Mg m^{-3} or 2-18% of total emissions). Ejidos with the lowest skidding impacts, Botes and Guadalajara (0.03 and 0.06 Mg m^{-3} and 2 and 5 % of total emissions, respectively), used MT exclusively. Noh Bec and Petcacab, which implemented STP, were also among the ejidos with low skidding carbon emissions (both 0.11 Mg m^{-3} and 8% of total emissions). Following skidding, collateral damage from felling (CD) caused carbon emissions that averaged 0.12 Mg m^{-3} or 7% of total emissions. CD varied widely (0.04 - 0.29 Mg m^{-3} and 3-11% of total emissions), and ejidos that implemented DF (Noh Bec, Caobas, and Petcacab) had the lowest emissions from felling. Carbon emissions from logging infrastructure construction were very low relative to other disturbances, averaging only 0.07 Mg m^{-3} (5% total emissions) but varying 0.02 - 0.21 Mg m^{-3} (2-8% of total emissions). There were only road emissions (R) from the five ejidos with new logging roads; they averaged 0.08 Mg m^{-3} (4% of total emissions) for all 10 ejidos. Xmaben, where all the roads were new, was the only ejido with substantial carbon emissions from road development (0.61 Mg m^{-3}), which constituted 24% of its total emissions.

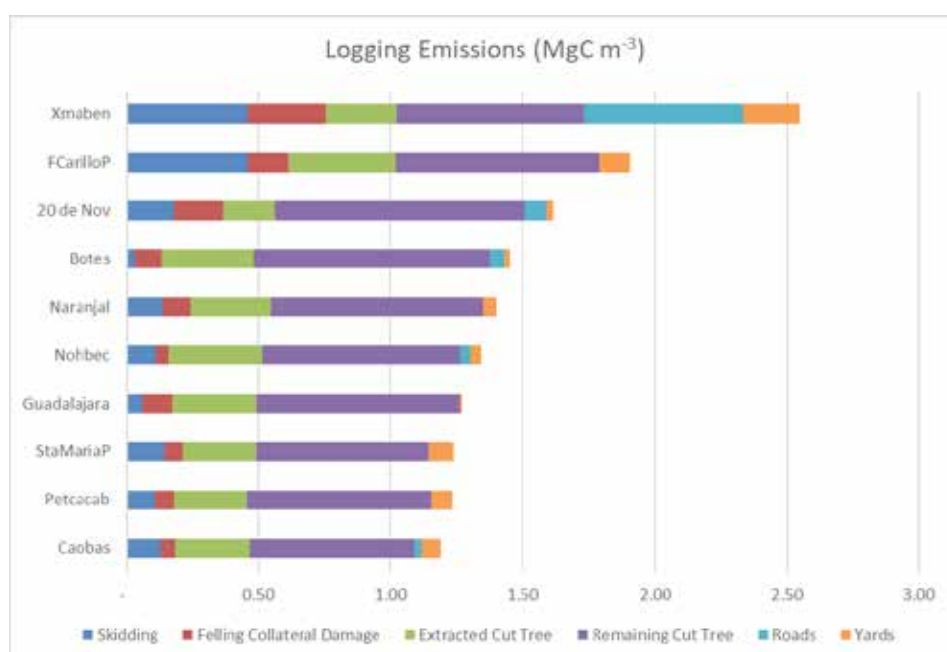


Figure 1. Carbon emissions (Mg m^{-3}) from selective logging operations in community forestry ejidos on the Yucatan Peninsula. The red line indicates the total impact baseline calculated as the mean total emissions (Mg m^{-3}) of all ten ejidos.

The ANOVA model applied to assess the relationships between total carbon emissions and FSC certification, application of one or more RIL practices, and other management characteristics explained 76% of the variability in total carbon impacts (Mg m⁻³) from selective logging for the ten sampled ejidos (N = 10) and was significant at the 10%, but not 5% significance level [$F(4, 5) = 4.05$, $p = 0.079$]. Significant explanatory variables at the 10% level of significance included RIL ($p = 0.049$), LI ($p = 0.068$), and ACA ($p = 0.096$). Model parameters show ejidos not applying RIL-C practices had higher emissions ($p = 0.049$), but no difference was found between FSC and non FSC certified ejidos. Furthermore, model parameters indicated that ejidos with large ACAs had lower carbon emissions ($p = 0.096$) and ejidos with low LI had high emissions ($p = 0.027$). However, as mentioned above, ejidos with small ACA and low to medium LI also performed well, with the implementation of RIL (Botes and Guadalajara) or without any visible RIL practices in their 2014 ACA (Santa Maria and Naranjal Poniente). The worst performers (Felipe Carrillo Puerto, Xmaben and 20 de Noviembre) did not implement the monitored RIL-C practices, had low LI, and, except for X-Maben, also had large ACA.

The mixed model type II results for felling impacts show that all fixed effects considered contributed to the model: FSC [$F(1, 4) = 31.18$, $p = 0.005$], DF [$F(1, 4) = 18.02$, $p = 0.013$], ACA [$F(1, 4) = 8.75$, $p = 0.042$] and LI [$F(2, 4) = 17.39$, $p = 0.011$]. The most influential and significant variable was DF, indicating that ejidos that applied DF during felling damaged significantly fewer trees [$t = 7.78$, $p < 0.001$]. The model also shows that ejidos with high LI also damaged less trees per tree felled [$t = 5.78$, $p = 0.004$]. Tukey (HSD) comparisons show that there were no differences between ejidos with and without FSC certification ($p = 0.19$) or ejidos with large or small ACAs ($p = 0.14$). However, as reflected in the mixed model results, Tukey (HSD) comparisons show ejidos that implemented DF damaged fewer trees ($p = 0.001$), and ejidos with high intensities also damaged fewer trees than ejidos with medium ($p = 0.013$) and low ($p = 0.017$) intensities. Ejidos applying DF on average damaged four fewer trees per tree felled, and ejidos with high LI damaged on average two more trees per tree felled. With respect to carbon emissions per tree felled the mixed model type II results indicated that the fixed effects did not contribute to the model: FSC [$F(1, 4) = 2.56$, $p = 0.185$], DF [$F(1, 4) = 1.94$, $p = 0.236$], ACA [$F(1, 4) = 0.79$, $p = 0.792$] and LI [$F(2, 4) = 0.56$, $p = 0.61$] and mixed model parameters also showed no significance of the explanatory variables. Tukey (HSD) also failed to show significant differences among FSC, DF, ACA and LI categories.

Mixed model Type II results for skidding impacts show that MT was the sole contributor to the model: FSC [$F(1, 3) = 0.44$, $p = 0.555$], MT [$F(1, 3) = 36.43$, $p = 0.009$], STP [$F(1, 3) = 0.023$, $p = 0.888$], ACA [$F(1, 3) = 4.2$, $p = 0.131$] and LI [$F(2, 3) = 0.013$, $p = 0.987$] and show that MT was the most significant variable ($p = 0.027$), indicating that ejidos that did not use MT damaged more trees by skidding. All other variables (FSC, STP, ACA and LI) were not significant in the model. Tukey (HSD) tests also confirm that the only differences in skidding emissions were between ejidos that used MT and those that did not ($p = 0.027$), with no effects of the other fixed variables detected (FSC, STP, ACA and LI). Mixed model results for carbon impacts from skidding were similar. Type II test results showed that MT was the most influential fixed effect and all other were not significant: FSC [$F(1, 3) = 0.004$, $p = 0.953$], MT [$F(1, 3) = 6.37$, $p = 0.086$], STP [$F(1, 3) = 1.178$, $p = 0.357$], ACA [$F(1, 3) = 0.094$, $p = 0.78$] and LI [$F(2, 3) = 0.319$, $p = 0.749$]. Mixed model parameters of carbon impacts from skidding also show that ejidos not using MT had somewhat higher emissions although not significant at the 5% level ($p = 0.092$). Four of the five lowest carbon impacts ($< 5 \text{ Mg C km}^{-1}$ of skid trail) were measured in ejidos with MT and/or STP. Again, carbon emissions were lowest in Botes and Guadalajara where MTs were used exclusively. Tukey (HSD) tests failed to detect differences between all fixed effect categories.

DISCUSSION

We evaluated forest disturbance and carbon emissions from selective logging in ten ejidos on the Yucatan Peninsula to establish baselines from which to assess potential emissions reductions from implementing RIL-C practices. Results from this study should facilitate monitoring and implementing carbon credit programs for community forestry enterprises in the region. The per hectare total carbon emission baseline we measured (3.3 Mg ha^{-1}) was much lower than the lowest values reported by Pearson et al. (2014) for Brazil (7 Mg ha^{-1}), and our highest carbon emissions (9.0 Mg ha^{-1}) was threefold lower than the highest values reported for Indonesia (51 Mg ha^{-1} ; Griscom et al., 2014;

Pearson et al., 2014) and Guyana (30 Mg ha⁻¹; Pearson et al., 2014). We found a very strong positive correlation ($R^2 = 0.98$) between emissions per hectare and logging intensity (m³ ha⁻¹), as also noted by Griscom et al. (2014) and Pearson et al. (2014) and reported previously for Indonesia (Bertault and Sist, 1997) and Guyana (Blanc et al., 2009). The low observed per hectare emissions from selective logging on the Yucatan Peninsula need to be interpreted in terms of the very low logging intensities; the overall mean intensity for the 10 ejidos was only 1.4 trees ha⁻¹ and 2.4 m³ ha⁻¹ with maxima of 4 trees ha⁻¹ and 8 m³ ha⁻¹. These intensities are far lower than the recommended maxima suggested by researchers concerned about the effectiveness of RIL (8 tree ha⁻¹; Sist et al., 2003; Roopsind et al., 2018) and maintenance of biodiversity (10 m³ ha⁻¹; Burivalova et al., 2014).

On the Yucatan Peninsula, the mean carbon emissions per volume of harvested timber (1.5 Mg m⁻³) was midway among the 0.99 to 2.33 Mg m⁻³ values reported by Pearson et al. (2014) for forests across the tropics that varied in biomass, standing stocks of timber, logging intensity, and the sizes and wood densities of harvested trees, all factors that can influence carbon impacts from selective logging. However, as in the Griscom et al. (2014) study in Indonesia, we also observed large regional variation in total emissions from selective logging (1.2–2.5 Mg m⁻³). In our logging landscape, ejidos varied in forest types, biomass and management characteristics such as logging intensity, size of ACA and application of improved practices. In this study, all the sampled ejidos were in their second 25-year logging cycle and may have been logged prior to the 1980s (Ellis et al., 2015). A long history of forest use and management, natural and anthropogenic disturbances, and environmental differences among the sampled ejidos explain the large variations in forest biomass, structure and composition, which also influence harvested species and volumes extracted (Ellis et al., 2015). This landscape-level diversity needs to be considered when assessing carbon emissions as well as when implementing landscape-scale conservation and development strategies.

CONCLUSION

Emissions from selective logging averaged 1.52 Mg C m⁻³ but ranged 1.19–2.55 Mg C m⁻³ among the 10 ejidos. Most emissions were from the remnants of trees felled for their timber (73%), followed by skidding (11%), transport infrastructure (i.e. logging roads and landings; 8%), and collateral damage from felling (7%). Our analyses indicate that FSC certification was not associated with any difference in carbon emissions from selective logging but that employment of RIL practices resulted in fewer damaged trees and lower carbon emissions even in ejidos with high LI. Use of modified agricultural tractors for log yarding (i.e., skidding) reduced C emissions by 0.15 Mg m⁻³ or 5 Mg km⁻¹ of skid trail. Adoption of RIL-C practices by all community forestry ejidos in the region would contribute substantially to the Mexican forest sector's efforts to mitigate climate change.

REFERENCES

- Antinori, C. and Bray, D.B. 2005. Community forest enterprises as entrepreneurial firms: Economic and institutional perspectives from Mexico. *World Development*, 33(9): 1529–1543. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.10.011>
- Bertault, J.G., Sist, P., 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. *For. Ecol. Manage.* 94, 209–218. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03974-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03974-6)
- Bicknell, J.E., Struebig, M.J., Edwards, D.P., Davies, Z.G., 2014. Improved timber harvest techniques maintain biodiversity in tropical forests. *CURBIO* 24, R1119–R1120. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.10.067>
- Blanc, L., Echard, M., Herault, B., Bonal, D., Marcon, E., Chave, J., Baraloto, C., 2009. Dynamics of aboveground carbon stocks in a selectively logged tropical forest. *Ecol. Appl.* 19, 1397–1404. <https://doi.org/10.1890/08-1572.1>
- Bray, D.B., Ellis, E.A., Armijo-Canto, N., Beck, C.T. 2004. The institutional drivers of sustainable landscapes: A case study of the 'mayan zone' in Quintana Roo, Mexico. *Land Use Policy*, 21(4): 333–346. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.11.001>

- Burivalova, Z., Şekercioğlu, Ç.H., Koh, L.P., 2014. Thresholds of logging intensity to maintain tropical forest biodiversity. *Curr. Biol.* 24, 1893–1898. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.065>
- Davis, S.J., Burney, J.A., Pongratz, J., Caldeira, K., 2014. Methods for attributing land-use emissions to products. *Carbon Manag.* 5, 233–245. <https://doi.org/10.1080/17583004.2014.913867>
- Ellis, E.A., Kainer, K.A., Sierra-Huelsz, J.A., Negreros-Castillo, P., Rodriguez-Ward, D., DiGiano, M., 2015. Endurance and adaptation of community forest management in Quintana Roo, Mexico. *Forests* 6, 4295–4327. <https://doi.org/10.3390/f6114295>
- Ellis, E.A., Montero, S.A., Hernández-Gómez, I.U., Romero-Montero, J.A., Ellis, P.W., Rodríguez-Ward, D., Putz, F.E. 2019. Reduced-impact logging practices reduce forest disturbance and carbon emissions in community managed forests on the Yucatán Peninsula, Mexico. *Forest ecology and management*, 437, 396–410. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.01.040>
- FAO. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. FAO, Roma, Italia, p. 381. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- Griscom, B.W., Adams, J., Ellis, P.W., Houghton, R.A., Lomax, G., Miteva, D.A., Schlesinger, W.H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R.T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M.R., Herrero, M., Kiesecker, J., Landis, E., Laestadius, L., Leavitt, S.M., Minnemeyer, S., Polasky, S., Potapov, P., Putz, F.E., Sanderman, J., Silvius, M., Wollenberg, E., Fargione, J., 2017. Natural climate solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114, 11645–11650. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>
- Griscom, B.W. and Cortez, R. 2013. The case for improved forest management (IFM) as a priority REDD+ strategy in the tropics. *Tropical Conservation Science*, 6(3), 409–425. <https://doi.org/10.1177/194008291300600307>
- Griscom, B., Ellis, P., Putz, F.E., 2014. Carbon emissions performance of commercial logging in East Kalimantan, Indonesia. *Glob. Chang. Biol.* 20, 923–937. <https://doi.org/10.1111/gcb.12386>
- Pearson, T.R.H., Brown, S., Casarim, F.M., 2014. Carbon emissions from tropical forest degradation caused by logging. *Environ. Res. Lett.* 9. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034017>
- Pearson, T. R., Brown, S., Murray, L., & Sidman, G. 2017. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. *Carbon balance and management*, 12(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s13021-017-0072-2>
- Petrokofsky, G., Sist, P., Blanc, L., Doucet J., Finegan B., Gourellet-Fleury S., Healey, J.R, Livoreil, B., Nasi, R., Peña-Claros, M., Putz, F.E., Zhou, W. 2015. Comparative effectiveness of silvicultural interventions for increasing timber production and sustaining conservation values in natural tropical production forests. A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 4(1): 8. <https://doi.org/10.1186/s13750-015-0034-7>
- Putz, F.E., Zuidema, P.A., Pinard, M.A., Boot, R.G., Sayer, J.A, Sheil, D., Sist, P., Vanclay, J.K. 2008. Improved tropical forest management for carbon retention. *PLoS biology*, 6(7): e166. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060166>
- Roopsind, A., Caughlin, T. T., van der Hout, P., Arets, E., & Putz, F. E., 2018. Trade-offs between carbon stocks and timber recovery in tropical forests are mediated by logging intensity. *Global change biology*, 24(7), 2862–2874.
- Sist, P., Sheil, D., Kartawinata, K., Priyadi, H., 2003. Reduced-impact logging in Indonesian Borneo: Some results confirming the need for new silvicultural prescriptions. *For. Ecol. Manage.* 179, 415–427. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00533-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00533-9)
- UN-REDD Programme. 2015. The UN-REDD Programme Strategy 2011–2015. https://www.iisd.org/pdf/2011/redd_programme_strategy_2011_2015_en.pdf
- Vaglio, L.G., Hawthorne, W.D., Chiti, T., Di Paola, A., Cazzolla-Gatti, R., Marconi, S., Noce, S., Grieco, E., Pirotti, F., Valentini, R. 2016. Does degradation from selective logging and illegal activities differently impact forest resources? A case study in Ghana. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9: 354–362. <http://dx.doi.org/10.3832/ifer1779-008>



The Relationship Between Forest Operations and Climate Change

¹*Mehmet EKER, ¹H. Oğuz ÇOBAN

¹. Forest Engineering Department, Isparta University of Applied Sciences, Çünür, 32260,Isparta, Turkey y

*Corresponding author: mehmeteker@isparta.edu.tr

Abstract

Forests and the forest sector play a significant role in climate change mitigation. Forest operations such as roading and wood harvesting have an adverse impact on forest environment and it's the functions. With respect to the interaction between forest and forestry operations, the key issue is the net assimilation of carbon (carbon sink strength) and associated changes in carbon stock in forest soils and vegetation and/or harvested wood products, and carbon losses through natural disturbances. Forest operations to supply product markets, have an impact on the forest ecosystem structure, and natural conditions such as climate, soil type, and also topography. The use of woody forest products can be commonly evaluated as a carbon neutral material within the biospheric carbon cycle. However, the full supply chain must be considered, and all emissions associated with the production, processing, transport and use of woody biomass need to be included. The aim of the paper was to identify possible implications of forest operations on climate change, and interaction among them within wood supply chain. The subject of this study, was to evaluate the primary roundwood procurement activities in terms of environmental impacts due to harvest (felling/

cutting, extraction and loading) and transportation (trucking) operations. The environmental impacts metrics were generally based on global warming potential (GWP), measured in CO₂-equivalent (CO₂eq) greenhouse gas emissions (GHG). The system boundary for this study was restricted to supply chain operations associated with roundwood harvesting and transportation. Forest operations may interrupt the carbon sink and storage services offered by forests and may change carbon balance. The impacts of forest operations on climate change may be reduced by the introduction of new approach and implementations such as climate smart forestry. Reduced-impact logging for climate is also proposed as a way to maintain wood production while minimizing forest damage. Operational modifications are needed to reach this target, such as reduced wood waste, narrower haul roads, and lower impact skidding methods. Further, to evaluate and control the wood supply chain, life cycle analysis can be a powerful decision mechanism.

Keywords: Forest operations, Climate change, Adverse impact of harvesting, Climate smart forestry

INTRODUCTION

The climate are influenced by human impacts because of burning fossil fuels (coal, oil, and gas), excessive cutting down the forests, contaminating fertilizer, farming livestock etc. A well-known knowledge that the greenhouse gases (GHG) in the atmosphere increases the greenhouse effect and global warming due to human activity (IPCC, 2018). Forests and the forest sector play a significant role in climate change mitigation. Forests can act a role to mitigate climate change in three ways; as a carbon sink that sequesters carbon dioxide, as a carbon storage that stores, using woody biomass as a raw material for replaces the use of fossil and high-emission materials (Nabuurs et al., 2018).

Forest operations such as roading and wood harvesting have an adverse impact on forest environment and it's the functions (Ellis et al., 2019). The important issues in terms of climate impacts relate to how the forest carbon cycle is affected by forest operation changes to provide all forest products. With respect to the forest, the key issue is the net assimilation of carbon (carbon sink strength) and associated changes in carbon stock in forest soils and vegetation and/or harvested wood products, and carbon losses through natural disturbances. Wood removal from forests for different goal is one of many interacting factors influencing the development of forest carbon stocks (Routa et al., 2012).

Conversely, changes in climate affect all forested ecosystems. It causes the increases in temperature, changes in precipitation patterns, more extreme weather events, and rising sea level. These impacts directly and indirectly change forest ecosystems, soil, and the work environment conditions, the duration of operating seasons, resource accessibility, forest locations, composition and productivity. Migration of tree species to higher altitude might expand production forest land areas, but require advanced harvesting techniques for steep ground operations (Acuna and Strandgard, 2017).

Forest operations can be classified that:

- Roading (for all utilization, protection, and collective target)
- Stand establishment (all measures for forestation and regeneration such as; clearing, soil preparation & scarification, forest draining, fertilization, regeneration (natural or artificial)
- Stand treatments (all silvicultural treatments; cleaning, precommercial thinning, thinning, tending, final cutting)
- Harvesting and Transportation (Extraction and Hauling)

Forest operations have an impact on ecosystem components and also climate change because of;

- Energy consumption (Energy, oils and lubricant consumption for wood supply)
- Soil disturbance (Compaction, rutting, erosion, pollution, and modifications on chemical, physical and biological properties).
- Air pollution (Direct and indirect pollutant emissions from forest machineries because of fossil fuels, oil and lubricant leakage, and emissions from modifications in gas exchanges between the soil and the atmosphere for wood supply)
- Water (Effects on quality and quantity; sedimentation, pollution, temperature change, and hydro-geological modifications due to the changes in water flows)
- Remaining stand and regeneration capacity (Damage to residual trees and their reproduction capacity (re-sprouting and seed germinability) after harvesting)
- Biodiversity (Disturbance of flora and fauna causing negative effects to forest populations and communities) (Marchi et al., 2018).

Forest roads are known as a significant source of erosion and spatial impacts. Harvesting systems from simplest to the highly mechanized has the potential for environmental impacts. Heavy and powerful machines have the potential to cause severe impacts on residual trees, forest stand regeneration capacity, soil, water and pollutants emitted to the atmosphere. Ground-based operations cause to soil compaction, rutting, puddling, and displacement. Forest operations cause to damage on regeneration and remaining trees. Crown, stem or root damage may lead to serious economic losses due to growth reduction, wound pathogens and decay formation in trees, thus leading to wood losses and

quality degradation of damaged trees. Soil compaction affects fluids movement, and decreases soil porosity, particularly macroporosity, and soil hydraulic conductivity, thus reducing gas exchange and water drainage. On steep terrain, increased runoff is an outcome of compaction, which can lead to erosion, mudflow and soil loss. Soil compaction also reduces aerobic microbial activity, root respiration and gas diffusivity. Soil degradation also affects soil chemical and biological properties and may result in reduced plant growth and/or regeneration difficulties. Logging can also impact soil by decreasing CH_4 consumption or even converting CH_4 sinks into sources, thus increasing the emission of the greenhouse gases CH_4 and N_2O and potentially contributing to global warming (Karjalainen and Asikainen, 1996; Garcia et al., 2014; Marchi et al., 2018).

Forest operations may participate to climate change because of increasing GHG emissions into the atmosphere. The most of the effects connected to GHG emissions are related to the wood harvesting operations due to fuel use for machine operations. The release of GHG during wood harvesting is mainly connected with the manufacture, distribution, and combustion of fossil fuels used in the forest machines. The CO_2 released may vary depending on the product being harvested, local conditions, machines used, and extraction and hauling distances. This means that fuel efficiency, fuel consumed per cubic meter of wood, is a key factor. The fuel consumption and CO_2 emissions were related with different phases of forest operations for different wood products. An increase of (CH_4)methane and nitrous dioxide (N_2O) emission originating from soil compaction induced by machine passes (Marchi et al., 2018).

The objective of the paper was to identify possible implications of forest operations on climate change, and interaction among them within wood supply chain. The subject of this study, was to evaluate the primary roundwood procurement activities in terms of environmental impacts due to harvest (felling/cutting, extraction and loading) and transportation (trucking) operations. The environmental impacts metrics were generally based on global warming potential, measured in CO_2 -equivalent GHG emissions (CO_2eq). The system boundary for this study was restricted to supply chain operations associated with roundwood harvesting and transportation.

MATERIALS AND METHODS

The study on the emissions of GHG from forest operations especially for wood supply in Turkey was undertaken to exemplify the adverse impacts of the operations on forest ecosystem and climate change. Life cycle assessment (LCA) methodology has been partially used to determine the negative aspects of forestry operations.

Life Cycle Assessment (LCA) is a standardized methodology to assess the environmental aspects and potential impacts associated with a product, process or activity from a life cycle perspective (ISO, 2006). According to ISO 14040, LCA is identified that "compilation and evaluation of the inputs, outputs and potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle". This is an extended method with a holistic approach which guarantees the comprehensiveness of an environmental evaluation, assuring its reproducibility (ISO, 2006; Garcia et al., 2014). LCA is one of the powerful tools for the analysis of environmental consequences, environmental performances, comprehensive assessment of the impacts on the environment, and the life span of the products from raw material to waste management. The study methodology was realized through this work flow mentioned below:

- Direct observation and work study
- Setting a flow model for the technical system
- Sequencing of alternative techniques for wood supply operations
- Data collection for inputs and outputs (field survey, former studies, literature review, forestry statistics, business accounts, and annual report of forest operation, productivity values)
- Calculation input (fuel and time)
- Calculation output (CO_2 and other GHG emission)
- Assessment of harvest operations system matrices

The forest operations for wood supply and its components was summarized in Table 1. The system boundary for this study was restricted to supply chain operations associated with roundwood harvesting and transportation, beginning with harvesting, operations and ending with the delivery of wood to a facility for further processing. Based on the the components mentioned Table 1, alternative system matrices was produced. The alternatives was determined by technology level as basic, intermediate, and advanced technology (mezhanization level).

Table 1. Wood supply system and components

Silviculture treatment	Operation	Tool and vehicles
Cleaning	Manual or motor-manual cutting	Axe, brushcutter or chainsaw
Thinning	Motor-manual cutting and processing; animal logging; Extraction with tractors; hauling	Chainsaw, farm tractors , trucks
Final cutting	Motor-manual cutting and processing; ground skidding; extraction with tractors; cable yarding	Chainsaw, Farm tractors, Forest tractors; skidders; harvesters, trucks

To calculate GHG emission from diesel and petrol ignition; time consumption was determined, energy (fuel) expenditure was stated, and emissions were calculated. GHG emissions of wood harvesting and transportation can be estimated from the expression:

$$Em = EmF \times En \quad (1)$$

where

Em = GHG emission, g per unit of work,

EmF = emission factor, g/kg fuel (EMEP/EEA, 2019)

En = amount of energy consumed or distance travelled for a given activity (cutting of tree, logging, long-distance transportation), kg (type of fuel; diesel, gasoline, etc.),

The environmental impacts metrics studied were global warming potential, measured in CO₂eq GHG emissions. GHGs emissions were measured in kg of carbon dioxide equivalents (CO₂eq).

RESULT AND DISCUSSION

Using various data, the working times and the fuel consumed by the various machines used in different stages of wood production operations could be determined. The amount of fuel consumed according to fuel and operation type could be calculated per hour and per cubic meter of wood product according to operation efficiency (Table 2). When the fuel consumed is also converted to weight units for the calculation of greenhouse gas emissions, for example, the average amount of fuel consumed in transporting 1 m³ of wood by tractor is calculated as 0.54 kg.

Table 2. Time and fuel consumption of forest machines for operations

Operations	Working Time (h/m ³)	Fuel Consumption		Fuel type
		(l/h)	(l/m ³)	
Felling+Delimbing+Bucking with chainsaw	0.23	0.90	0.21	Gasoline
Debarking with chainsaw	0.85	0.58	0.49	Gasoline
Felling by harvester	0.08	12.00	0.96	Diesel
Skidding by Tractor cable	0.16	4.00	0.64	Diesel
Skidding with Tractor	0.25	6.00	1.50	Diesel
Skidding with MB/Tractor	0.14	8.00	1.12	Diesel
Cable skyline	0.18	10.00	1.80	Diesel
Loading wth tractors/loaders	0.09	8.00	0.72	Diesel
Hauling by trucks (50km)	1.00	17.00	1.18	Diesel

In the scale of wood production operations, GHG values related to fuel consumption have been determined in order to measure the impact of forestry operations on climate change and its impact on global warming. GHG emissions in grams per unit cubic meter are shown in the Table 3. For example, the amount of CO₂ emissions that emerge on a 50 km route to transport wood raw material is around 3.2 kg.

Table 3. GHG emissions from fuel combustion in forest machines

Operations	Emissions (g GHG / kg fuel per m ³ of wood)						
	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NH ₃	NMVOC
Felling+Delimbing+Bucking with Chainsaw	590.922	114.745	3.162	0.003	0.511	0.001	42.011
Debarking with chainsaw	1385.410	269.019	7.414	0.007	1.198	0.001	98.495
Felling by harvester	2578.560	6.261	0.040	0.113	23.232	0.007	1.630
Skidding by Tractor cable	1719.040	4.174	0.027	0.075	15.488	0.004	1.086
Skidding with Tractor	4029.000	9.783	0.062	0.176	36.301	0.010	2.546
Skidding with MB/Tractor	3008.320	7.305	0.047	0.131	27.104	0.008	1.901
Cable skyline	4834.800	11.740	0.075	0.211	43.561	0.012	3.055
Loading with tractors/loaders	1933.920	4.696	0.030	0.084	17.424	0.005	1.222
Hauling by trucks (50km)	3169.480	7.696	0.049	0.138	28.556	0.008	2.003

In the wood harvest operations, the lowest emissions in the supply system created with 3 different technology levels considering the technology alternatives used in this process in order to determine the amount of emissions that occur during the process of 1 cubic meter of wood from the stand to the storage, is the basic technology where manual extraction is operated (Table 4). In this system structure, 5.7 kg of CO₂ is emitted to supply 1 cubic meter of wood raw material.

Table 4. GHG emissions from different technology matrices

Technology Level (Alternatives)	System configuration	Emissions (kg / m ³)						
		CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NH ₃	NMVOC
Basic (Minimum)	Chainsaw felling+Axe+Gravity skidding+Loader+Truck	5.69	0.13	0.0032	0.0002	0.0465	0.0000	0.0452
Intermediate (ordinary)	Chainsaw felling+Debarker + Tractor Cable+Loader+Truck	8.79	0.40	0.0107	0.0003	0.0632	0.0000	0.1448
Advanced (Maximum)	Harvester +Debarker+Cable yarder+Loader+Truck	13.9	0.29	0.0076	0.0006	0.1140	0.0000	0.1064

In parallel with the change in the level of technology used in forestry operations, greenhouse gas emissions are also changing. Because there is a case that is sensitive to the change of fossil fuel use. According to the sensitivity analysis we conducted in this study, half of the total GHG emissions contributing to global warming and climate change in operations performed without going to any mechanization in the use of simple technology, ie. removal from the compartment, originates from the secondary transport of wood raw material, namely transportation. Basic technology based on motor-manual operations leads to much lower emissions. Emission levels vary between 9 and 14.2

kg CO₂ eq/m³ in mechanized operations (intermediate and advanced) (Table 5). At the intermediate technology level, 19% of the total emission due to the introduction of agricultural tractors is due to the extraction activities. In advanced technology, 34% of the emission occurs at this stage, considering that the extraction activities are carried out completely or mostly by machinery. In the international literature, similar results have been observed in mechanization-oriented production operations.

Considering the 100-year impact period to determine the global warming potential of greenhouse gas emissions during the production of wood, it was determined that the emission amounts of methane and nitrous oxide emissions in terms of carbon dioxide were collected and the equivalent effect of 6-14 kg carbon dioxide per m³ (Table 6). Considering the average wood production in Turkey is 20 million m³, the total carbon dioxide equivalent emissions of the global warming potential is estimated to be at least about 117 thousand tons. However, if 10% of the production of 20 million cubic meters is made by harvesting machines, 40% of the shells are debarked by a chainsaw and 55% of the product is removed from the compartment by mechanization, it is determined that approximately 170 thousand tons of CO₂ equivalent GWP will be produced.

Table 5. Variation on GHG emissions per unit production respect to technology level

Operations	System	CO ₂ eq kg/ m ³	Basic	Interm.	Advanced
Felling+Delimbing+Bucking with Chainsaw	(1)	0.67	11%	7%	
Debarking with chainsaw	(2)	1.57		17%	11%
Felling by harvester	(3)	2.61			18%
Skidding by Tractor cable	(4)	1.74		19%	
Skidding with Tractor	(5)	4.08			
Skidding with MB/Tractor	(6)	3.05			
Cable skyline	(7)	4.90			34%
Loading wth tractors/loaders	(8)	1.96	34%	21%	14%
Hauling by trucks (50km)	(9)	3.21	55%	35%	23%
Basic	(1+8+9)	5.84	100%		
Intermediate	(1+2+4/5+8+9)	9.16		100%	
Advanced	(3+2+7+8+9)	14.26			100%

Table 6. Global warming potential of operation technologies

Operations	System	GWP 100 years CO ₂ eq		
		kg/m ³	ton/20 Mm ³	of 20 Mm ³
Felling+Delimbing+Bucking with Chainsaw	(1)	0.67	13418.3	90%
Debarking with chainsaw	(2)	1.57	31458.9	40%
Felling by harvester	(3)	2.61	52262.3	10%
Skidding by Tractor cable	(4)	1.74	34841.6	20%
Skidding with Tractor	(5)	4.08	81659.9	20%
Skidding with MB/Tractor	(6)	3.05	60972.7	5%
Cable skyline	(7)	4.90	97991.9	10%
Loading wth tractors/loaders	(8)	1.96	39196.8	95%
Hauling by trucks (50km)	(9)	3.21	64239.1	100%
Basic	(1+8+9)	5.84	116854.1	
Intermediate	(1+2+4/5+8+9)	9.16	183154.7	
Advanced	(3+2+7+8+9)	14.26	285149.1	
Mixed	All			167510.4

According to these generalized calculations, the carbon content of wood raw material produced in Turkey is about 6.5 million tons annually. The CO₂ content of the atmosphere over the carbon content of the wood is approximately 24 million tons. Accordingly, it is removed or harvested CO₂ from the forest in Turkey during manufacturing operations is 0.7% of the total CO₂ content. This rate is less than 1 percent. Previous analysis showed that the fossil energy used in the supply chain is generally a small fraction of the energy content of the woody products, even though its transportation over long distance (Marchi et al., 2018).

The world's carbon reservoir is 48000 gigatons. The amount of carbon emissions caused by the use of fossil fuel and cement is 6.3 gigatons. Its CO₂ equivalent is 23.1 gigatons. On the other hand, it is a fact that greenhouse gas emissions are realized for production operations into the atmosphere. Cement use in the world, vehicles in traffic, factories, etc. considering that, it is possible to say that the impact of production operations on global warming and climate change is quite low. In countries where high level of mechanization and advanced technologies are applied, the amount of greenhouse gas emitted per unit cubic meter is in the range of 8-10 kg CO₂ eq. In recent years, however, the use of alternative fuels and technological advances in vehicles have reduced fossil fuel consumption and conversion.

CONCLUSION

The highest emissions in wood supply work were caused by primary and secondary transport. Mechanization in timber cutting has increased emissions, while the tendency in haulage is toward decreased emissions. Sensitivity analysis showed that the trend toward mechanization of logging has substantially increased emissions and will tend to increase further. Increased use of road transportation tends to increase emissions. Emission is also small if compared with forest growth or forest net sink. Development of motor technology can decrease fuel consumption and thus GHG emissions.

The impacts of forest operations on climate change may be reduced by the introduction of new approach and implementations such as climate smart forestry. In the case of supply chain of wood; optimized operational planning, scheduling, small scale equipments, new machinery design, and altering harvesting method to shorten procurement process in the forest may reduce adverse impact on greenhouse gas emission and also climate change. Reduced-impact logging for climate is also proposed as a way to maintain wood production while minimizing forest damage. Operational modifications are needed to reach this target, such as reduced wood waste, narrower haul roads, and lower impact skidding methods. Further, to evaluate and control the wood supply chain, life cycle analysis can be a powerful decision mechanism.

REFERENCES

- Acuna, M., Strandgard, M., 2017. Impact of climate change on Australian forest operations. *Australian Forestry* 80 (5): 299–308.
- Eker, M., 2016. Life Cycle Inventory in Wood Harvesting for Sensitive Forest Operations. 1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies-FETEC 2016, 2-4 June 2016,, Bursa, Book of Abstracts, p. 31.
- Eker, M.; Önal, Y.E., 2017. Life cycle assessment for wood harvesting in Turkish forestry conditions. International Symposium on New Horizons in Forestry, 18-20 October 2017, Isparta, Proceedings & Abstract Book, p. 431.
- Ellis, W.P., Gopalakrishna, T., Goodman, R.C., Putz, F.E., Roopsind, A., Umunay, P.M., Zalman, J., Ellis, E.A., Mo, K., Gregoire, T.G., Griscom, B.W., 2019. Reduced-impact logging for climate change mitigation (RIL-C) can halve selective logging emissions from tropical forests. *Forest Ecology and Management* 438: 255–266.
- EMEP/EEA, 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. European Environment Agency. 81 p.
- IPCC, 2018. Global Warming of 1.5 °C. The Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland, 30 p.

- ISO, 2006. Environmental management. The ISO 14000 family of international standards.
- García, S.G., Moreirab, M.T., Diasa, A.C., Yudegoc, M.B., 2014. Cradle-to-gate Life Cycle Assessment of forest operations in Europe: environmental and energy profiles. *Journal of Cleaner Production* 66:188-198.
- Karjalainen, T., Asikainen, A., 1996. Greenhouse gas emissions from the use of primary energy in forest operations and long-distance transportation of timber in Finland. *Forestry* 69 (3): 215-228.
- Marchi, E., Chung, W., Visser, R., Abbas, D., Nordfjell, T., Mederski, P.S., McEwan, A., Brink, M., Laschi, A., 2018. Sustainable forest operation (SFO): A new paradigm in a changing world and climate. *Science of the Total Environment* 634:1385-1397.
- Nabuurs, G. J., Verkerk, P. J., Schelhaas, M. J., Olabarria, J.R.G., Trasobares, A., Cienciala, E., 2018.. Climate Smart Forestry: mitigation impacts in three European regions. From Science to Policy 6. European Forest Institute.
- Routa, J., Kellomäki, S., Peltola, H., 2012. Impacts of intensive management and landscape structure on timber and energy wood production and net CO₂ emissions from energy wood use of norway spruce. *Bioenerg. Res.* 5:106–123.



Exponential Growth in Forest Road Density Creates New Uncertainties in Nature Conservancy: A Case Study of Kastamonu Wildlife Refuges

¹Arif Oguz ALTUNEL, ¹Tayyibe ALTUNEL

¹Forest Engineering, Kastamonu University, Kuzeykent, 37150, Kastamonu, TURKEY

Abstract

Forest management and nature conservancy are both governed over the same piece of land in Turkey. Forestry deals with the sustainable management of both tangible i. e. timber, none-timber, hunting licensing, etc., and intangible, i. e. water, air, soil conservation aspects while nature conservancy takes care of the floristic, faunistic, aesthetic, cultural and historic ones. When there is no forest cover over the land, like most of the central Anatolia, the prescriptions of nature conservancy are applied and efficiently monitored. However, when the area designated as “Wildlife refuge” coincides with the timber production compartments, the priorities are directly shaped in view of forest management demands. Such demands can only be met when the problem of accessibility is solved. The country has opted to go with forest roads because, except some regions, mechanization initiative, which has gradually been introduced to Turkey since the 1960s,

has never efficiently been embraced by the Turkish logging community. The country has kept on building forest roads no matter where they dissect the land. To show the severity of the situation, the areas of four wildlife refuges, Ilgaz, Gavurdagi, Elekdag and Kartdag, situated inside the Kastamonu province were monitored in terms of forest road density by taking four, three national topographic map, 1960, 1993 and 2010 and one current Google Earth, coverages into account. The results showed that the overall forest road density has grown exponentially from 1.1 in 1960 to 2.4 in 1993, to 3.4 in 2010 and to 2.9 km/km² in 2019 in Ilgaz and Gavurdag WRs combined, ever fragmenting the pristine forest habitats into smaller patches and exposing the wildlife to human encroachment.

Keywords: Forest roads, nature conservancy, wildlife refuges, habitat fragmentation.

INTRODUCTION

Nature conservancy started with the inception of the first national park, Yozgat Camligi, in 1958 in Turkey, which was 86 years later than the first ever globally recognized national park, Yellowstone, in the US. Today, there are 45 officially recognized such parks within the country, total area of which is roughly similar to that of Yellowstone, 8,991 km². This figure, compared to the land acreage of the country, seems rather small. Fortunately, national parks, by themselves, do not constitute as the only conservation initiative in Turkey. The General Directorate of Nature Conservancy and National Parks (NCNP), which has been the supreme government office, oversees the administrations of other conservation related establishments, i.e. nature conservation areas, wildlife refuges, nature monuments, nature parks, wetlands, etc. All combined, this agenda sets aside one sixteenth of the country, 783,562 km², for conservation related purposes. Unfortunately, Turkey's internal dynamics and operational mechanisms are so intertwined to one another that an utmost conservation approach which would drastically inhibit human activities in such areas, are not to be expected. Given the needs of the civilization today, it would only be a utopia which no society could achieve, anyway. Wildlife refuges (WR) reaching a total number of 81 today, 12,348 km², constitute the ideal setting for the above mentioned encounters. Although un-constitutionalized examples dating back even prior to the 1980s, have existed, the concept of wildlife refuges has become official in 2004 following the reinterpretation of a constitutional act in 2003 about terrestrial hunting. The written regulations included everything dictating how this new conservation concept would work (Ogurlu, 2008). Today, almost all of the wildlife refuges in Turkey are established within the country's forest land in which intensive forest management practices are simultaneously carried out. Four of such refuges, Ilgaz, Gavurdag, Kartdag and Elekdag, situated within one of the most heavily wooded provinces of Turkey, Kastamonu, were the subjects of this study. Kastamonu is part of a larger regional directorate of forestry including the neighboring province Sinop. It has 67 % of its land area covered with forests. As of 2017, the standing volume was 142 mil m³ with a steady annual increment of 4.3 mil m³, and the province produced 1.4 mil m³ of timber the same year. Extracting this much volume out of the forests requires the means of accessibility and transportation, which has always been satisfied by building the forest roads and expanding the network in Kastamonu, as well as in the majority of the rest of the country. Accessibility is crucial in forest management to take related services to the resource (Lugo and Gucinski, 2000). However, when they are implemented irrespective of the site specific conditions, they start doing more harm than the originally intended gain (Zeng et al. 2010; Ruck et al. 2012; Schindler et al. 2012). In the scope of this study, the chronologies of the forest road networks within the above mentioned WRs were brought into attention to show how fragmented the forest habitats which has supposedly been set aside for nourishing the wildlife.

MATERIAL AND METHODS

Study Area

The study was conducted in four wildlife refuges situated in the forestry sector leader province, Kastamonu, but administered by the Department of Wildlife under NCNP. Two of the earliest examples of such areas, Ilgaz and Kartdag WRs were named hunting-free/breeding areas basically to nurture elk (*Cervus elaphus*) and roe-deer (*Capreolus capreolus*) in 1981, besides brown bear (*Ursus arctos*), wolf (*Canis lupus*), smaller predators, rodents, and insect-eating mammals have been in abundance (Soyumert, 2010; Erturk, 2017). Following the reinterpretation of 2003 terrestrial hunting act, they, along with the additional two new sites, Elekdag and Gavurdag WRs, were declared as wildlife refuges in 07/09/2005 within the same governmental decree of 2005/9453 (Figure 1). All four sites were reported as prime elk and roe-deer habitats. Except some mostly international oriented licences issued by the department of wildlife to control overcrowding, the big game hunting is strictly prohibited to the general public in Turkey. However, contrary to the conservation effort, which has seemed to be focusing only around the physical establishments of such sites on maps, but not limiting or eliminating the human activity, all four sites have continued to be intensely managed by the Forest Service (FS).

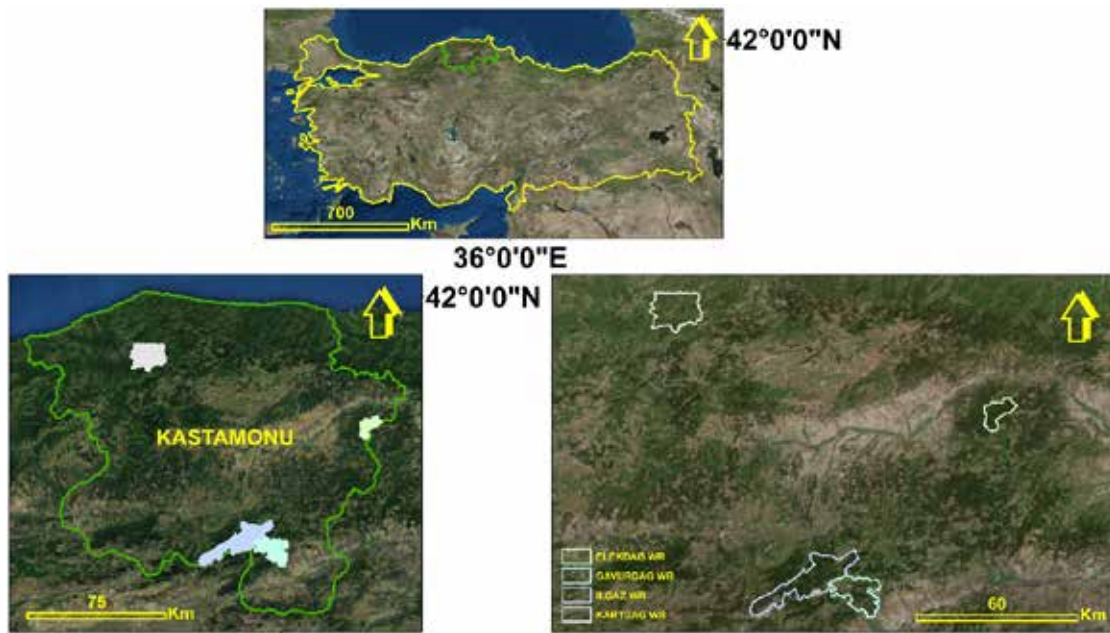


Figure 1. Locations of the wildlife refuges in Kastamonu

Methodology

National topographic (quad) map coverages, which so far were issued in 1960, 1993 and 2010 by the Mapping High Command of the Turkish Armed Forces, and an additional current coverage materialized through Google Earth PRO, were used to extract the road density and the intact forest patches varying in sizes across the WRs. Such maps scaled to 1:25000, have been used in numerous planning and engineering related tasks in Turkey (Sefercik and Atesoglu, 2013). Thanks to the stereo-aerial photogrammetry used in making the maps, the preferred scale provided enough spatial resolution for delineating linear features, neighborhoods and cover types (Le et al. 2016). The maps have always been manufactured with Universal Transverse Mercator (UTM), 6 degree, projection. The datum choice of European Datum 1950 (ED50) in the first two coverages, was changed to World Geodetic System 1984 (WGS84) in 2008, resulting the last coverage mapped with the new datum. On the other hand, the level of precision that Google Earth is offering to the end users today, has risen to a quality that spatial information extraction is rather easy, and a wide range of applicable fields benefit from (Altunel et al. 2017). The polygons showing the current extents of the WRs, were acquired from NCNP data portal (NCNP, 2019) and laid over the map coverages and Google Earth PRO, and the roads were digitized along with a one kilometer additional buffer area, accordingly (Figure 2). Datum transformations and geographic information system (GIS) analyses were done on ArcGIS 10.6.

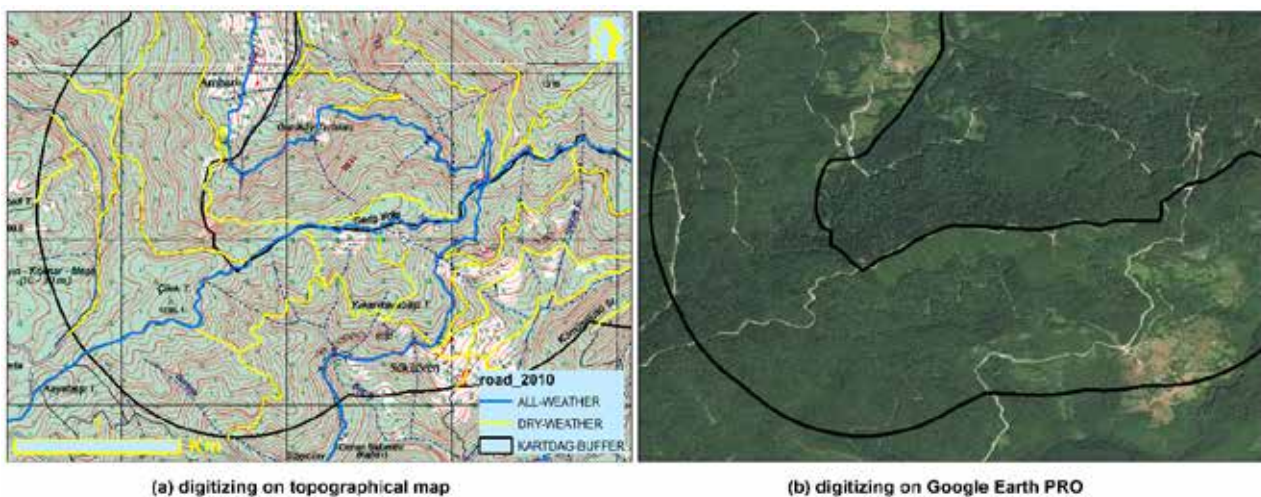


Figure 2. Road digitizing through different mediums

RESULTS

All four WRs were chronologically scrutinized in terms of the forest road network expansion. However, the results were concentrated on three findings. Since Ilgaz and Gavurdagi WRs have established as the continuation of one another, the analyses were done on the combined area, and three below tables were generated (Table 1, 2, 3).

Table 1. Road statistics for the combined area of Ilgaz and Gavurdagi WRs from 1960 to 2019

Coverage period	1960			1993			2010			2019		
Quality (all_weather (1) vs. dry_weather (2))	1	2	Total	1	2	Total	1	2	Total	1	2	Total
Road tally (km) inside the core_area (262.3 km ²)	6.56	275.5	282	11.9	627.6	639.5	72.91	828.7	902	72	700	772
inside 1000 m buffer (128.8 km ²)	16.66	199.7	216	40.3	302.1	342.4	60.8	409.5	470	62.4	370	432
Road density inside the core_area (km/km ²)	0.03	1.05	1.08	0.05	2.39	2.44	0.28	3.16	3.44	0.27	2.67	2.94
inside 1000 m buffer	0.13	1.55	1.68	0.31	2.35	2.66	0.47	3.18	3.65	0.48	2.87	3.36
Number of patches inside the core_area+1000 m	92		92	245		245	457		457	353		353
range of patch sizes (ha)	0 - 1912		-	0 - 970		-	0 - 890		-	0 - 551		-

Table 2. Road statistics for Kartdag WR from 1960 to 2019

Coverage period	1960			1993			2010			2019		
Quality (all_weather (1) vs. dry_weather (2))	1	2	Total	1	2	Total	1	2	Total	1	2	Total
Road tally (km) inside the core_area (115 km ²)	NA	304.3	304	53.8	323.7	377.5	141.4	300.6	442	144	314	458
inside 1000 m buffer (55 km ²)	NA	176.8	177	29.2	194.3	223.5	74.8	181	256	72	183	255
Road density inside the core_area (km/km ²)		2.65	2.65	0.47	2.81	3.28	1.23	2.61	3.84	1.25	2.73	3.98
inside 1000 m buffer		3.21	3.21	0.53	3.53	4.06	1.36	3.29	4.65	1.31	3.33	4.64
Number of patches inside the core_area+1000 m	182		-	283		-	166		-	383		-
range of patch sizes (ha)	0.1 - 1852		-	0.2 - 556		-	0.2 - 365		-	0.1 - 225		-

Table 3. Road statistics for Elekdag WR from 1960 to 2019

Coverage period	1960			1993			2010			2019		
Quality (all_weather (1) vs. dry_weather (2))	1	2	Total	1	2	Total	1	2	Total	1	2	Total
Road tally (km) inside the core_area (42 km ²)	NA	91.2	91.2	NA	111.7	111.7	7.3	140.8	148	8.2	151	159
inside 1000 m buffer (36 km ²)	NA	81	81	2.7	90	92.7	18.2	119.3	138	19.8	124.2	144
Road density inside the core_area (km/km ²)		2.17	2.17	NA	2.66	2.66	0.17	3.35	3.53	0.20	3.60	3.79
inside 1000 m buffer		2.25	2.25	0.08	2.50	2.58	0.51	3.31	3.82	0.55	3.45	4.00
Number of patches inside the core_area+1000 m	51		-	63		-	166		-	199		-
range of patch sizes (ha)	0.4 - 792		-	2.7 - 537		-	0.1 - 365		-	0.1 - 300		-

The steady increase in forest road density in Kartdag and Elekdag WRs were found not only forest management related, but also resulting from the accessibility needs of extensive permanent human settlements. It was a dilemma putting this much human activity in the least expected places.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Although there are differences in defining the concept of nature conservation, i. e, nature reserve, natural reserve, wildlife refuge, sanctuary, biosphere reserve, nature preserve or nature conservation area, one thing is certain that the natural world deserves the utmost emphasis, and it needs safekeeping as mankind keeps squeezing its grasp on it. Despite the fact that the earliest examples of such a conservation effort across the World started surfacing around 1820s in Great Britain and 1830s in Germany, Turkey's involvement with the subject dated back as late as 1980s. Today, there are 492 designated areas, total acreage of which approximately constituted one sixteenth of the country's total area. With its ever increasing population and self-sufficiently oriented development strategies, it

is vaguely ambiguous to think that Turkey would indeed succeed in protecting its wilderness, looking at the life-size reflections of good intentions on the field. Expanding not only the forest roads but also other linearly fashioned structures, such as paved and all-year capable roadways, inter-city roads, village access roads and unvegetated fire break zones create forest edges, continue to fragment the forest areas, offering ideal setting for the sick-intended to better track the animals and flee from the rangers. One might think that a growing nation's one of the most demanded infrastructural needs are the roads. It is perfectly understandable to extend the highway and high-quality road network to promote easy mobility for the public and facilitate the commerce. However, doing almost the same thing within wilderness areas where one government agency tries to maximize the profit, while the other does everything to protect the valuables, is not possible to form a win-win situation. Turkish FS's justification behind forest road building is the fact that forest management depends on a solid road infrastructure which will infiltrate to every possible corner of the forest resources in the country (Turk and Gumus, 2017). Although earlier successful examples were present, one thing the FS has not fully embraced is the mechanization integration. Turkish side of the reasoning behind this revolves around two constraints; socio-cultural situations and demands of the people living in or around the forests and supposedly treacherous topographic conditions (Di Gironimo et al. 2015). There are studies showing that the topography would not be an issue, even yet to be improving the profits (Spinelli et al. 2009). Insisting on the forest road construction as the only means for forest management does nothing, but first fragment the land, later instigate numerous other mishaps (Perz et al. 2008; Avon et al. 2010; Torun, 2018). Although any type of human or commerce carrying roads and the resulting fragmentation does not necessarily influence the mobility of larger game animals, they simultaneously cause vehicle collisions when the traffic volumes are high (Litvaitis et al. 2015), and allow unrestricted access to almost anywhere within so-called conservation areas (Bischof et al. 2017). On the other hand, the small mammals evade traversing the forest roads, simply because they learn not to fall victim to predation. Their home ranges shrink, populations become isolated, leading to racial deterioration in no time (Redeker et al. 2006), and habitat usage patterns change (Ascensao et al. 2017). Turkish wildlife refuges are under tremendous forest management pressure as obvious from the results of this study. It is not clear the species that WRs are set up to protect, are in good standing lineage-wise because the responsible agency is only interested in the numbers, not exactly the health. Through mapping and GIS, the dire situation was documented for the would-be interested parties to take note either to contradict the worries or to scrutinize it further in all aspects. If there are a number of different agendas both tangible and intangible, assigned to the forests, then it is crucial to establish a harmony so all sides benefit from the same resource, flawlessly.

REFERENCES

- Altunel, A. O., Altunel, T., Torun, P., 2017, Obstacles to Enhancement of Ilgaz National Park Winter Tourism Potential, First International Sustainable Tourism Congress: 292-298, 23-25 November, 2017, Kastamonu, Turkey.
- Ascensao, F., Lucas, P. S., Costa, A. & Bager, A., 2017, The effects of roads on edge permeability and movement patterns for small mammals: a case study with Montane Akodont, *Landscape Ecology* 32: 781-790.
- Avon, C., Berges, L., Dumas, Y. & Dupouey, J-L., 2010, Does the effect of forest roads extend a few meters or more into the adjacent forest? A study on understory plant diversity in managed oak stands, *Forest Ecology and Management* 259: 1546-1555.
- Bischof, R. B., Steyaert, S. M. J. G. & Kindberg, J., 2017, Caught in the mesh: roads and their network-scale impediment to animal movement, *Ecography* 40: 1369-1380.
- Di Gironimo, G., Balsamo, A., Esposito, G., Lanzotti, A., Melemez, K. & Spinelli, R., 2015, Simulation of forest harvesting alternative processes and concept design of an innovative skidding winch focused on productivity improvement, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35: 350-359.
- Erturk, A., 2017, Research on the Spatial Ecology and Population Structure of Anatolian *Canis lupus* L. 1758 (gray wolf), unpublished PhD dissertation, Hacettepe University, in Turkish, 221 p.

Available online at: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, (478486) accessed on 06/11/2019.

- Le, H. L., Miyagi, T., Shinro, A. & Hamasaki, E., 2016, Landslide Typology Using a Morphological Approach and Establishment of an Inventory Map Based on Aerial Photo Interpretation in Central Vietnam. In: Meadows M., Lin JC. (eds) *Geomorphology and Society. Advances in Geographical and Environmental Sciences*: 149-163.
- Litvaitis, J. A., Reed, G. C., Carroll, R. P., Litvaitis, M. K., Tash, J., Mahard, T., Broman, D. J. A., Callahan, C. & Ellingwood, M., 2015, Bobcats (*Lynx rufus*) as a Model Organism to Investigate the effects of Roads on Wide-Ranging Carnivores, *Environmental Management* 55(6): 1366-1376.
- Lugo, A., E. and Gucinski, H., 2000, Function, effects and management of forest roads, *Forest Ecology and Management* 133(3): 249-262.
- NCNP, 2019, Türkiye'nin Korunan Alanları, The General Directorate of Nature Conservancy and National Parks, Available online at http://www.dkmp.gov.tr/AnaSayfa/googleearth_kmz.aspx?s-flang=tr, accessed on 04/11/2019.
- Ogurlu, I., 2008, Yaban Hayatı Kaynaklarımızın Yönetimi Üzerine, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi A(2): 35-88. Available online at <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/195704>, accessed on 01/11/2019.
- Perz, S. G., Caldas, M., Walker, R., Arima, E. & Souza, C., Road Networks and Forest Fragmentation in the Amazon: Explanations for Local Differences with Implications for Conservation and Development, *Journal Latin American Geography* 7(2): 85-104.
- Redeker, S., Andersen, L. W., Pertoldi, C., Madsen, A. B., Jensen, T. S. & Jorgensen, J. M., 2006, Genetic structure, habitat fragmentation and bottlenecks in Danish bank voles (*Clethrionomys glareolus*), *Mammalian Biology* 71(3): 144-158.
- Ruck, B., Frank, C. & Tischmacher, M., 2012, On the influence of windward edge structure and stand density on the flow characteristics at forest edges, *European Journal of Forest Research* 131(1): 177-189.
- Schindler, D., Jung, C. & Buchholz, A., 2016, Using highly resolved maximum gust speed as predictor for forest storm damage caused by the high-impact winter storm Lothar in Southwest Germany, *Atmospheric Science Letters* 17: 462-469.
- Sefercik, U. G. & Atesoglu, A., 2013, Uydu Verileri Kullanarak Meşcere Boyu Belirlenmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım, *Proceedings of Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB'2013)*, 5 p. Available online at <http://www.tufuab.org.tr/images/dergi/makaleler/f152516615efd05.pdf>, accessed on 04/11/2019.
- Soyumert, A., 2010, Determining Large Mammal Species and Their Ecology via the Camera Trap Methods in Northwestern Anatolian Forests, unpublished PhD dissertation, Hacettepe University, in Turkish, 141 p. Available online at: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, (284618) accessed 06/11/2019.
- Spinelli, R., Magagnotti, N. & Nati, C., 2009, Options for the Mechanized Processing of
- Hardwood Trees in Mediterranean Forests, *International Journal of Forest Engineering* 20(1): 39-44.
- Torun, P., 2018, Modelling of Windstorm Damage on Kastamonu Forests Using Maximum Entropy Methodology, Unpublished MSc. Thesis, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey, in Turkish with English abstract, 112 p, Available online at <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, (515608) accessed on 06/11/2019.
- Turk, Y. & Gumus, S., 2017, Evaluation of the tender results of forest road constructions: A case study in Bolu Regional Directorate, *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University* 67(2): 201-209.
- Zeng, H., Garcia-Gonzalo, J. Peltola, H. & Kellomaki, S., 2010, The effects of forest structure on the risk of wind damage at a landscape level in a boreal forest ecosystem, *Annals of Forest Science* 67(1): 111.



Testing the Accuracy of MODIS Fractional Snow Cover Product for the 2017-2018 Snow Season Over Turkey by Using Sentinel 2 MSI Data

¹Uğur TUTTU, ²Semih KÜTER

1. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering, Cankiri Karatekin University, 18200, Cankiri, Turkey

2. Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Cankiri Karatekin University, 18200, Cankiri, Turkey

Abstract

Snow is an important land cover whose distribution over space and time plays a significant role in various environmental processes. Hence, snow cover mapping with high accuracy is necessary to have a real understanding for present and future climate, water cycle, and ecological changes. Development of methodologies to obtain reliable snow cover information has long been the interest of the remote sensing community. This study aims the validation of MODIS fractional snow cover (FSC) product over Turkey for the 2017-2018 snow season by using higher spatial resolution Sentinel 2 imagery. For this purpose, the accuracy of Sentinel 2 binary snow maps are assessed as a first task by using ground-based snow depth measurements. Then, Sentinel 2 derived reference FSC maps are employed to

test the performance of MODIS FSC product (i.e., MOD10A1). The results show a satisfying agreement of Sentinel 2 binary snow data with ground-based observations. MOD10A1 product also proves to be consistent with the reference FSC maps derived from high resolution Sentinel 2 imagery.

Keywords: Fractional snow cover, MODIS, Remote sensing of snow, Sentinel 2, Snow hydrology.

INTRODUCTION

As declared as an essential climate variable (Hüsler et al., 2012), snow is an important physical element of the Earth's surface and it has various distinctive features that make the continuous monitoring of its spatial and temporal extent highly significant for fundamental environmental studies. It not only reflects considerable amount of incoming solar radiation due to its high albedo in the visible and the near-infrared regions (Tekeli et al., 2005), but also prevents the release of heat from the Earth's surface during winter by acting as an insulator with poor heat conducting characteristic (Zhang, 2005).

Development of methodologies to obtain reliable snow cover information has long been the interest of the remote sensing community and Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) is probably the most frequently used instrument in snow cover mapping at both regional and global scales with its high temporal resolution (i.e., daily) and 36 spectral bands ranging from 0.4 to 14.4 μm at varying spatial resolutions (bands 1-2: 250 m, bands 3-7: 500 m, and bands 8-36: 1000 m). The use of reference snow datasets derived from higher spatial resolution satellite imagery has frequently been preferred during the development and the validation efforts of global snow retrieval algorithms and products obtained from coarse/moderate resolution satellite data (Metsämäki et al., 2015; Salomonson & Appel, 2006, 2004; D. Hall et al., 1998; Klein et al., 1998; D. K. Hall et al., 1995).

The main aim of this study is to introduce the initial results on the validation efforts of MODIS fractional snow cover (FSC) product over Turkey for the 2017-2018 snow season (i.e., Nov 2017 - Apr 2018) by using Sentinel 2 data. For this purpose, binary snow cover maps are generated from higher spatial resolution Sentinel 2 images (i.e., 20 m) by using three different binary snow cover mapping algorithms. The accuracy of each binary snow cover mapping methodology is assessed against ground-based snow depth measurements. Then, the accuracy of MODIS FSC product, namely, MOD10A1 (Riggs & Hall, 2016), is tested by employing higher resolution binary snow cover maps. The rest of this paper is organized as follows: The image dataset, basic pre-processing stages and the validation methodology are described in Section 2. The results are introduced and discussed in Section 3. Finally, conclusions are outlined in Section 4.

MATERIALS AND METHODS

Sentinel 2 Image Dataset and the Generation of Binary Snow Maps

Sentinel 2 MSI is the name of a multispectral imager developed and operated by ESA (Gatti & Galoppo, 2018). The instrument has 13 spectral bands ranging from 443 to 2190 nm at three different spatial resolutions, i.e., 4 visible and near-infrared bands at 10 m, 6 red-edge/shortwave-infrared bands at 20 m, and 3 atmospheric correction bands at 60 m (cf. Table 1).

Reference FSC maps are produced by binary classification of higher spatial resolution Sentinel 2 images (i.e., 20 m). Three different binary classification schemes are used: Algorithm 1) this is the equivalent of the original MODIS binary snow mapping algorithm (D. K. Hall et al., 1995), in the Sentinel 2 equivalent of this algorithm, the required condition for a pixel in a non-densely forested area to be labeled as snow is to have normalized difference snow index (NDSI, cf. Eqn. 1) ≥ 0.4 and band 8A reflectance $> 11\%$ (to separate snow from water) and band 3 reflectance $\geq 10\%$ (to prevent dark targets from being erroneously classified as snow despite high NDSI values) (cf. Figure 1); Algorithm 2) it is the improved version of the original MODIS binary snow mapping algorithm with an irregular NDSI-normalized difference vegetation index (NDVI, cf. Eqn. 2) decision region in order to increase the accuracy for densely-forested regions (Klein et al., 1998) (cf. Figure 1); and Algorithm 3) it is the scene classification of Sentinel 2 Level-2A product obtained by using Sen2Cor v2.5.5 module (Louis, 2018).

Table 1. Sentinel 2 band designations.

Spectral Band	Wavelength (µm)	Spatial Resolution (m)
Band 1	0.430 – 0.458	60
Band 2	0.447 – 0.545	10
Band 3	0.538 – 0.582	10
Band 4	0.645 – 0.683	10
Band 5	0.694 – 0.714	20
Band 6	0.731 – 0.749	20
Band 7	0.768 – 0.796	20
Band 8A	0.848 – 0.882	20
Band 8	0.763 – 0.907	10
Band 9	0.932 – 0.958	60
Band 10	1.336 – 1.412	60
Band 11	1.542 – 1.686	20
Band 12	2.081 – 2.323	20

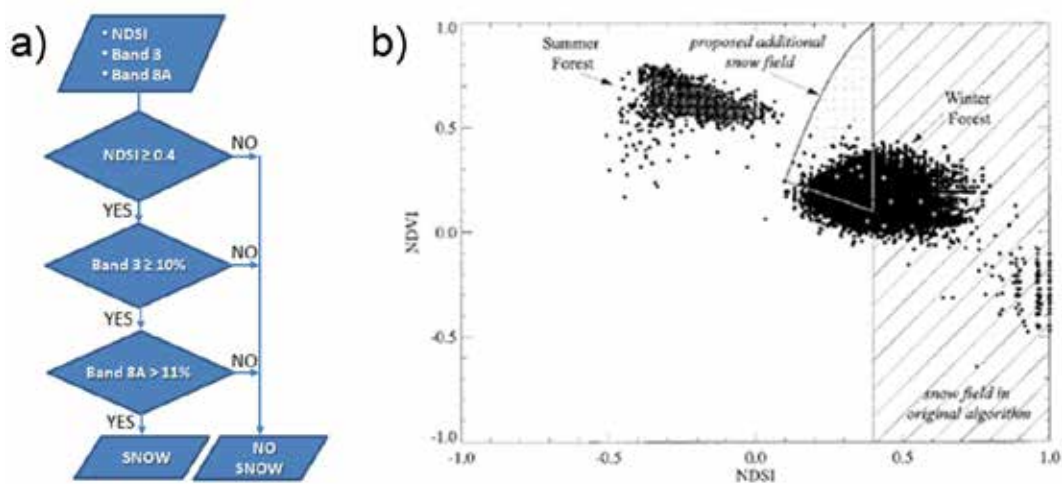


Figure 1. Graphical representations of a) Algorithm 1, and b) Algorithm 2 (Klein et al., 1998).

$$NDSI_{Sentinel\ 2} = \frac{Band\ 3 - Band\ 11}{Band\ 3 + Band\ 11} \quad (1)$$

$$NDVI_{Sentinel\ 2} = \frac{Band\ 8A - Band\ 4}{Band\ 8A + Band\ 4} \quad (2)$$

An important and necessary stage is to analyze the performance of Sentinel 2 binary snow maps generated by applying Algorithms 1, 2 and 3. In order to assess the accuracy of Sentinel 2 binary snow maps, snow data from automatic weather stations (i.e., AWOS: Automated Weather Observing System, and SPA: Snow Pack Analyser) operated by Turkish State Meteorological Service are used. Daily snow depth values are obtained through the processing and filtering of raw data from these stations. Snow depth measurements from 75 ground stations and 205 Sentinel 2 images taken between Nov 2017 - Apr 2018 over Turkey are used. Positions of Sentinel 2 tiles and the associated ground stations are shown in Figure 2.

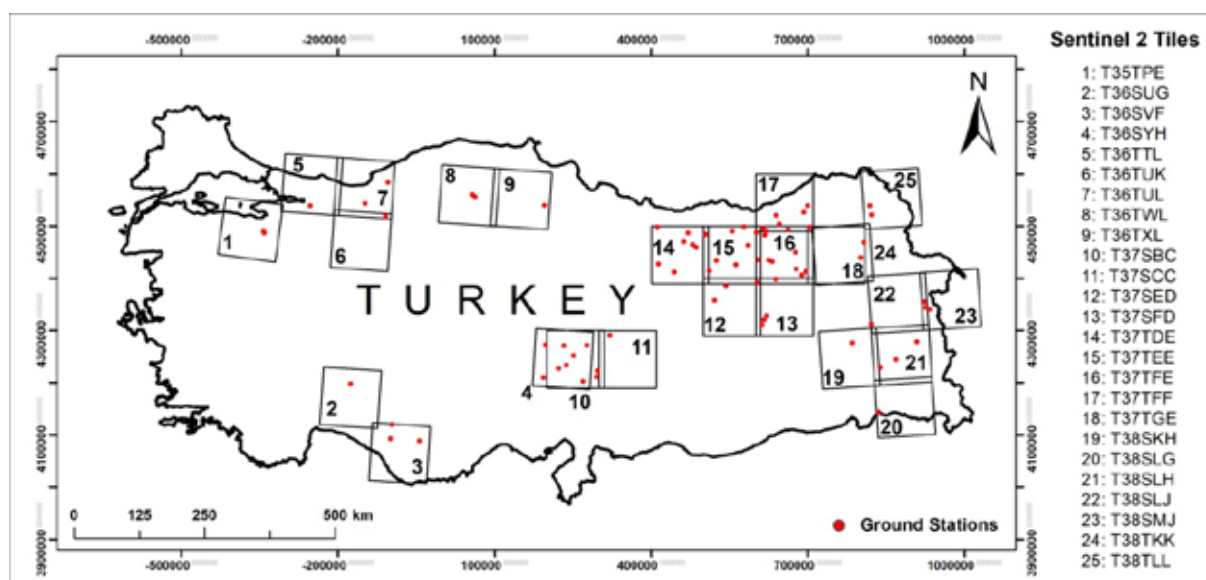


Figure 2. Locations of Sentinel 2 tiles and ground stations.

In the comparison of the binary snow maps obtained from Sentinel 2 images with the ground station data, the sample binary error matrix given in Table 2 and the following performance evaluation metrics (Doswell III et al., 1990) produced from this matrix are used:

- Probability of detection (POD) = $A/(A+C)$
- False alarm ratio (FAR) = $B/(A+B)$
- Probability of false detection (POFD) = $B/(B+D)$
- Accuracy (ACC) = $(A+D)/(A+B+C+D)$
- Critical success index (CSI) = $A/(A+B+C)$
- Heidke skill score (HSS) = $2(AD-BC) / ((A+C)(C+D) + (A+B)(B+D))$

Table 2. Binary error matrix (SD: Snow depth).

		Ground Station Data		
		Snow (SD ≥ 5 cm)	Non-snow (SD < 5 cm)	
Satellite Image	Snow	HITS (A)	FALSE ALARMS (B)	HITS + FALSE ALARMS
	Non-snow	MISSES (C)	CORRECT NEGATIVES (D)	MISSES+ CORRECT NEGATIVES
		HITS + MISSES	FALSE ALARMS + CORRECT NEGATIVES	

Pre-processing of MODIS MOD10A1 Images

All MODIS MOD10A1 FSC products are re-projected to a common UTM/WGS84 coordinate system in order to meet the projection of the corresponding Sentinel 2 tiles. Total number of Sentinel 2 - MOD10A1 image pairs used in the validation is 200. Reference MOD10A1 FSC maps are produced by averaging the number of Sentinel 2 snow pixels falling inside the exact footprint of each MOD10A1

pixel. All invalid MOD10A1 pixels (i.e., cloud, cloud shadow, NoData and NonClassified) are excluded from further analysis.

Original MOD10A1 FSC maps are compared with the Sentinel 2-derived reference FSC maps by using Root-Mean-Square Error (RMSE) (cf. Eqn. 3) and Pearson's correlation coefficient (R) (cf. Eqn. 4) as basic performance metrics.

$$\text{RMSE} := \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (y_k - \hat{y}_k)^2}. \quad (3)$$

$$R := \frac{\sum_{k=1}^N (y_k - \bar{y})(\hat{y}_k - \bar{\hat{y}})/(N-1)}{\sqrt{s(y)^2 s(\hat{y})^2}}. \quad (4)$$

Please note that in Equations 3 and 4, N is the number of observations; y_k , k th observed response value; $\hat{y}_k$, k th predicted (fitted) response value; $\bar{y}$, mean of observed response values; $\bar{\hat{y}}$, mean of predicted response values; $s(y)$, standard deviation of observed response values; $s(\hat{y})$, standard deviation of predicted response values.

RESULTS

Accuracy of Sentinel 2 Binary Snow Maps

According to the results as given in Table 3, Sentinel 2 binary snow maps generated by applying Algorithm 1, 2 and 3 are in good agreement with ground-based snow depth data as indicated by high POD and low FAR values. Among the three algorithms, the second one with irregular NDSI-NDVI decision region gives the best performance with $\text{POD} = 0.8689$ and $\text{ACC} = 0.8287$. Thus, in the validation of the MOD10A1 product, FSC maps derived from Algorithm 2 are taken as reference.

Table 3. Basic accuracy metrics for Sentinel 2 binary snow maps.

	Algorithm 1	Algorithm 2	Algorithm 3
POD	0.8566	0.8689	0.8238
FAR	0.0670	0.0742	0.0780
POFD	0.3571	0.4048	0.4048
ACC	0.8252	0.8287	0.7902
CSI	0.8069	0.8123	0.7701
HSS	0.4172	0.4043	0.3335

Validation Results for MOD10A1 FSC Product

The overall validation results of MOD10A1 FSC product by using reference FSC maps obtained from Algorithm 1, 2 and 3 in terms of RMSE and R is represented in Table 4.

Table 4. Overall validation results for MOD10A1 FSC product.

	RMSE	R
Algorithm 1	0.1259	0.8858
Algorithm 2	0.1307	0.8810
Algorithm 3	0.1276	0.8567

Overall MOD10A1 validation results (cf. Table 4) indicate that reference FSC maps generated by Algorithms 1, 2 and 3 give very similar results with nearly the same $RMSE \approx 0.13$ and $R \approx 0.88$. Tile-based results are given in Figure 3. As seen in the graph, three Sentinel 2 tiles, namely, T36TTL, T36TUL and T36TWL give poor results. Indeed, these three tiles are located over densely forested regions, which indicates the degradation in the performance of MOD10A1 over densely forested regions.

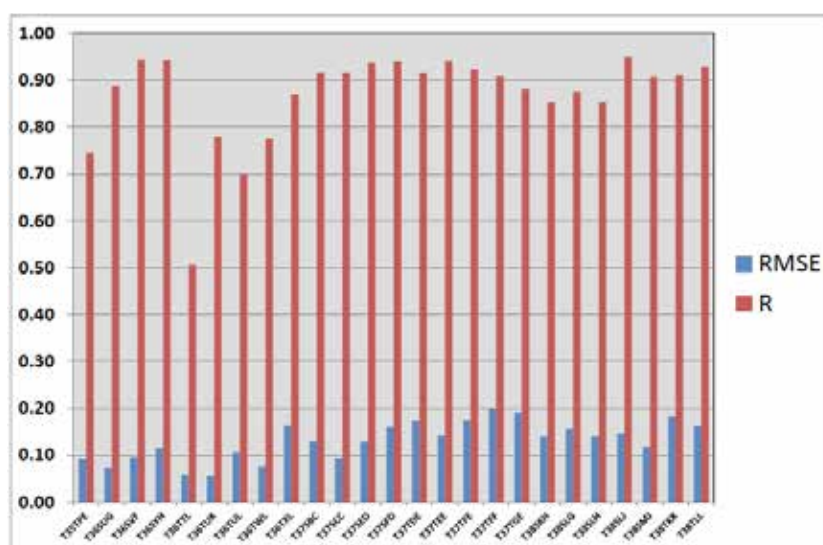


Figure 3. Tile-based RMSE and R values of MOD10A1 FSC product (According to Algorithm 2-derived reference FSC maps).

Monthly-based results are represented in Figure 4. Through the period from November to March, R values exhibit a steady trend within 0.89-0.94. As the beginning of melting period in April, a relative drop in R is observed ($R = 0.80$), which is mainly attributed to the patchy structure of the snow cover.

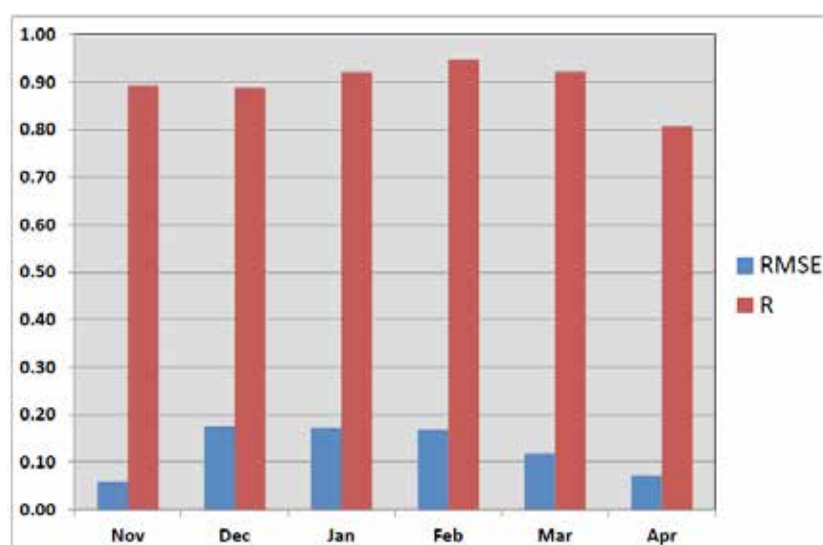


Figure 4. Monthly-based RMSE and R values of MOD10A1 FSC product (According to Algorithm 2-derived reference FSC maps).

CONCLUSIONS

This study focuses on the potential use of Sentinel 2 data to validate MODIS MOD10A1 FSC product over Turkey during the 2017-2018 snow season. Binary snow maps derived from Sentinel 2 imagery have revealed a significant consistency with ground-based snow measurements.

Although the results of our validation efforts indicate that the MOD10A1 FSC product is highly consistent with reference FSC maps, further investigation should be carried out to reveal the effects of elevation and land cover type on the FSC mapping performance of MOD10A1 product.

REFERENCES

- Gatti, A., & Galoppo, A. (2018). Sentinel-2 Products Specification Document (Issue: 14.5). Thales Alenia Space. Retrieved 20 Jan 2019, from <https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2-Products-Specification-Document>
- Louis, J. (2018). Sentinel-2 S2 MPC L2A Product Definition Document. Retrieved July 25, 2018, from <https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/S2+L2A+Product+Definition+Document/2c0f6d5f-60b5-48de-bc0d-e0f45ca06304>
- Riggs, G. A., & Hall, D. K. (2016). MODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 500m Grid, Version 6. National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center.
- Metsämäki, S., Pulliainen, J., Salminen, M., Luojus, K., Wiesmann, A., Solberg, R., Böttcher, K., Hiltunen, M., & Ripper, E. (2015). Introduction to GlobSnow Snow Extent products with considerations for accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 156, 96-108.
- Hüsler, F., Jonas, T., Wunderle, S., & Albrecht, S. (2012). Validation of a modified snow cover retrieval algorithm from historical 1-km AVHRR data over the European Alps. *Remote Sensing of Environment*, 121, 497-515.
- Salomonson, V. V., & Appel, I. (2006). Development of the Aqua MODIS NDSI Fractional Snow Cover Algorithm and Validation Results. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44, 1747-1756.
- Tekeli, A. E., Akyürek, Z., Şorman, A. A., Şensoy, A., & Şorman, Ü. (2005). Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey. *Remote Sensing of Environment*, 97, 216-230.
- Zhang, T. (2005). Influence of the seasonal snow cover on the ground thermal regime: An overview. *Reviews of Geophysics*, 43(4), 1-23.
- Salomonson, V. V., & Appel, I. (2004). Estimating fractional snow cover from MODIS using the normalized difference snow index. *Remote Sensing of Environment*, 89, 351-360.
- Hall, D., Foster, J., Verbyla, D., Klein, A., & Benson, C. (1998). Assessment of snow-cover mapping accuracy in a variety of vegetation-cover densities in central Alaska. *Remote Sensing of Environment*, 66(2), 129-137.
- Klein, A. G., Hall, D. K., & Riggs, G. A. (1998). Improving snow cover mapping in forests through the use of a canopy reflectance model. *Hydrological Processes*, 12(10), 1723-1744.
- Hall, D. K., Riggs, G. A., & Salomonson, V. V. (1995). Development of Methods for Mapping Global Snow Cover Using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Data. *Remote Sensing of Environment*, 54, 127-140.
- Doswell III, C. A., Davies-Jones, R., & Keller, D. L. (1990). On summary measures of skill in rare event forecasting based on contingency tables. *Weather and forecasting*, 5(4), 576-585.



Global Maps of Forest Cover Change: Application in Forests of Turkey Between 2000-2018

^{1*}H. Oğuz ÇOBAN, ¹ Mehmet EKER

1. Department of Forest Engineering, Isparta University of Applied Sciences, 32260, Isparta, Turkey

**Corresponding author: oguzcoban@isparta.edu.tr*

Abstract

Forests are indispensable natural resources for economic, ecological and social services in human life. It is extremely vital to ensure sustainable management of forests that fulfil many functions such as maintaining biological diversity, slowing down the degradation of atmosphere, protecting water resources and preventing climate change. Therefore, it is important to monitor the changes in forest cover. The purpose of this study was to identify the losses and gains obtained from the global forest cover change map that was created with remote sensing in order to determine the changes in forest cover in Turkey. The dataset in the Landsat-based global forest cover change map (version 1.6, Hansen et al., 2013) enabled us to obtain the magnitudes of losses and gains in the forest cover. The data regarding the forest losses in Hansen's map was recorded from 2000

to 2018 by assigning a different code for each year. The areas where forest cover was renewed belong to 2000-2012 period. In this gain map, the areas where the forest cover was renewed in 2012 were assigned 1, while the other areas were assigned 0 to create the gain map. The data was subjected to global accuracy checks to ensure the accuracy of the data while it was also tested locally. The producer and user accuracy was reported to be over 80% in accuracy assessments. The forest loss and gain maps for Turkey were developed from the dataset in Hansen's global dataset. With this data, the forest cover losses between 2000 and 2018 years were processed on the basis of the regional forest directorates. Furthermore, the areas where the forest cover was renewed from 2000 to 2012 were located on the areas that corresponded to the forest cov-

er in the dataset that was used. The forest asset of Turkey was found to be 22.5 million hectare. The change map that we obtained revealed that more than 600 thousand hectares of forest cover was lost between 2000 and 2018 years in Turkey, which had an increasing momentum as of 2013. The gain values showed that 178 thousand hectares of forest was renewed between 2000-2012 years. In the same period, 352 thousand hect-

ares of forest cover were lost. The sections of the global forest change map that corresponded to Turkey demonstrated that forest losses were greater than the gains. Therefore, it will be more appropriate to use this tool in creating the statistical data for forest areas with a view to monitoring the sustainability of forest resources.

Keywords: Change detection, forest gain, forest loss, Hansen dataset, GIS.

INTRODUCTION

Change detection is to detect differences in the state of an object or phenomenon by observing it at different times (Singh, 1989). Timely and accurate change detection is very important for understanding relationships and interactions between human and natural phenomena in order to make better decision making (Lu et al., 2004).

In change detection studies, a multi-temporal dataset can be used to identify temporal changes of the phenomenon. Remote sensing data has been widely used because of having advantages of repetitive data acquisition, direct raster data processing, different scales of spatial data acquisition and high resolution spectral and radiometric pixels. Change detection applications using remote sensing are summarized (Lu et al., 2004):

- Land-use and land-cover (LULC) change (Mas, 1999; Pielke, 2005)
- Forest or vegetation change (Çoban et al., 2010; Mancino et al., 2014)
- Forest mortality, defoliation and damage assessment (Çoban et al., 2014)
- Deforestation, regeneration and selective logging (Wilson and Sader, 2002)
- Wetland change (Munyati, 2000; Sofia et al., 2019)
- Landscape change (Demir, 2019)
- Urban change (Yang et al., 2003)
- Environmental change (Dhakal et al., 2002)
- Forest fire (Çoban and Özdamar, 2013)
- Other

Change is a natural element of Earth's existence. The use of remote sensing data obtained from satellite platforms and geographic information systems allow us to produce comparable and updateable information about natural resources from the past to the present (Çoban, 2006). The use of the digital technologies in identifying and monitoring changes in forest areas, which are among the most important natural resource of the world, provided significant decision support to planners and managers. Changes in forest cover can be evaluated from three aspects:

- Thematic changes
- Structural / Spatial changes
- Temporal changes

The objective of this study was to identify the losses and gains obtained from the global forest cover change map that was created with remote sensing in order to determine the changes in forest cover in Turkey.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Changes of Turkey's forest cover was analyzed in this study. Turkey, by land distribution, is positioned 95% in Asia and 5% in Europe with coordinates 26°- 45° East longitude and 36°- 42° North latitude. The area of Turkey is 783 thousand km². Forested area is 22 million hectares in Turkey (GDF, 2019). Turkey has a rich biodiversity in terms of fauna and flora including 11 thousand plant species, 171 mammal, 105 reptile and 180 fresh water fish species (GDF, 2019).

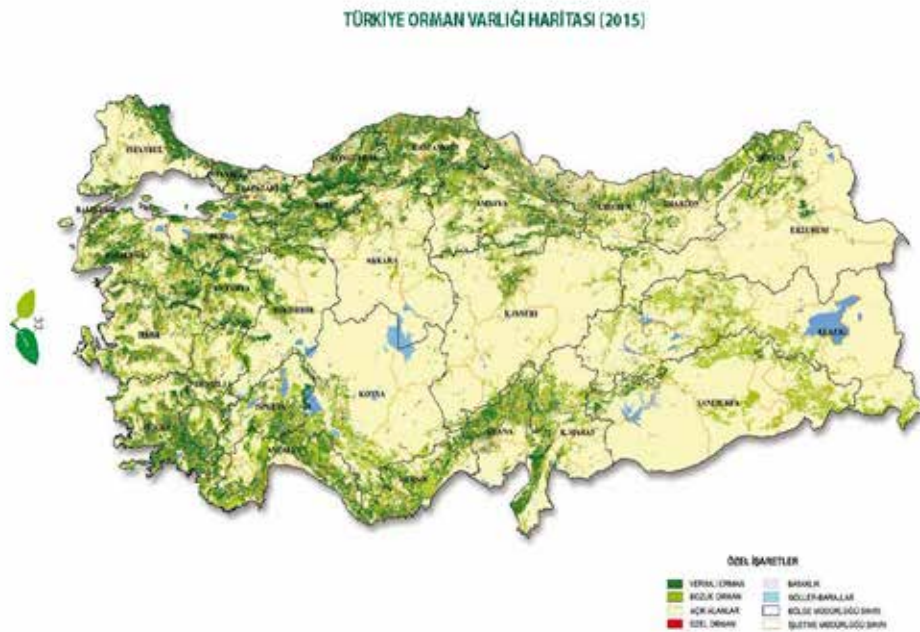


Figure 1. Forest map of Turkey (GDF, 2019)

Dataset used

To mapping losses and gains in forest cover, a global forest cover change dataset was used in this study. Free archive Landsat data were used to generate this global dataset (Hansen dataset) of forest change version 1.6 developed by Hansen et al. (2013) (Figure 2). Hansen dataset provides an easy way to identify changes in forest cover and loss and gain data of the designated region can be downloaded from <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.

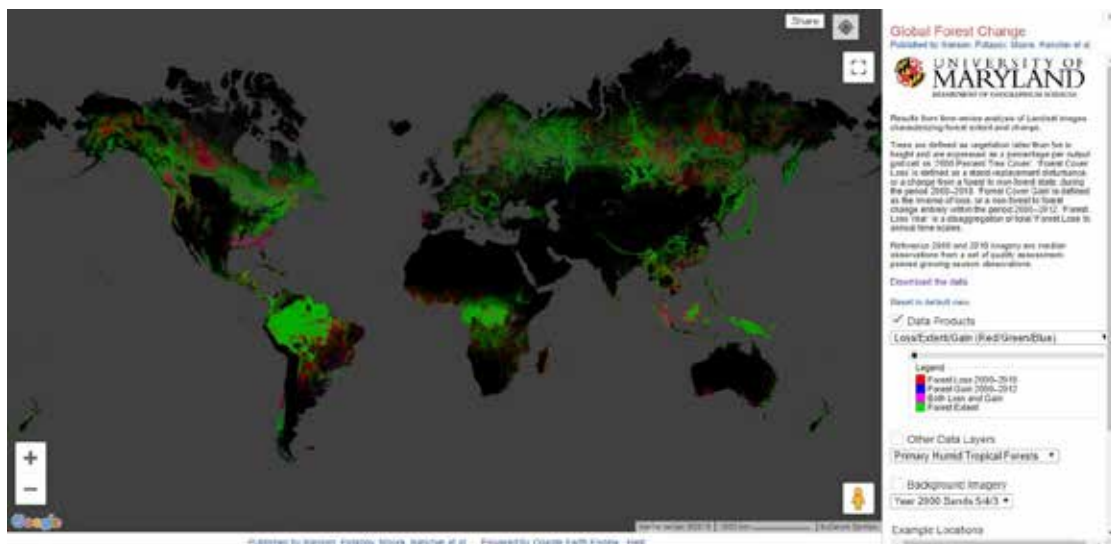


Figure 2. Global forest change map (Hansen et al., 2013)

Hansen dataset has three change classes including loss, gain and no change classes. Forest cover loss represents stand-replacement disturbance which is the remaining tree cover less than 25%. The loss data cover in the years between 2000 and 2018. Since the loss data in forest requires high loss of cover, changes due to selective cutting in the stands are not present in this class. Forest cover gain is depend on tree cover data obtained from Landsat dataset in 2000. Trees are defined as vegetation taller than 5m in height and are expressed as a percentage per output grid cell as '2000 Percent Tree Cover'. Forest gain is defined as the inverse of loss (expected tree crown cover densities >50%), or the establishment of tree canopy from a nonforest state. Longer-lived regrowing stands of tree cover that did not begin as non-forest were not mapped as forest gain. To map gains, tree cover data for the year 2000 was compared with landsat images acquired in 2012. Therefore, the gains represent changes between 2000 and 2012 period.

METHOD

Hansen dataset was downloaded from the website mentioned in dataset section. Global dataset was in the 10x10 degree granules and Turkey's data was in 6 square grid cells. Tree cover, loss and gain dataset were downloaded in the folder. To prepare the data for each regional directorate of forestry, the following process was applied (Figure 3).

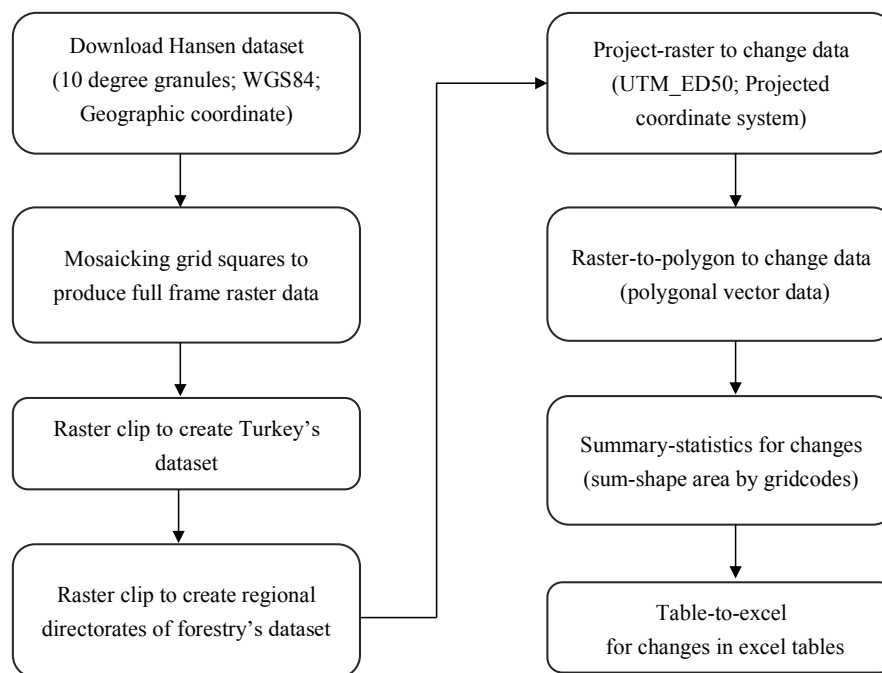


Figure 3. Workflow to calculate forest cover changes in Turkey by using global forest cover dataset

In order to perform these work steps quickly, models suitable for repetitive works were produced by using model builder in ArcGIS environment. All data were processed with the help of these models (Figure 4). In this study, a significant amount of time was required when processing big digital data. Therefore, it is not possible to perform these operations if the computer hardware capabilities are insufficient.

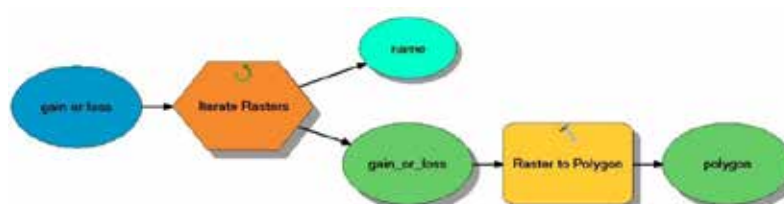


Figure 4. Multi raster-to-polygon model produced in modelbuilder, ArcGIS

RESULTS AND DISCUSSIONS

Forest cover loss data of regional directorate of forestry was produced and mapped (Figure 5). When we calculated losses, we found tree cover losses for each 28 regional directorates of forestry and 19 other polygons including protected and allocated forests for research. Total tree cover loss was 603 thousand hectares in 2000-2018. İzmir, Muğla and İstanbul forest regions had the highest loss of forest cover. Forest regions with the lowest tree cover loss were Erzurum, Şanlıurfa and Elazığ respectively (Table 1). Forest cover loss was found to be increased after 2010.

Table 1. Distribution of forest cover loss in 2000-2018

Loss areas (hectares) for each years in 2000-2018																			
Region	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
İzmir	2158	2032	1875	2456	1744	3142	5030	4708	5310	3568	4793	4662	4484	4320	6713	5661	8478	6103	77236
Muğla	2533	2910	2390	2494	2836	5534	3921	4076	2553	2035	2769	3370	2985	3003	4865	4544	5139	4635	62592
İstanbul	5820	6214	5649	5587	4684	4407	816	632	779	469	1047	2322	1828	2467	2792	2237	3728	2601	54080
Elazığ	239	74	73	168	73	119	122	178	202	122	93	152	136	81	38	19	45	3	1936
Şanlıurfa	153	53	49	140	45	103	80	115	131	102	44	149	104	113	21	10	7	5	1422
Erzurum	92	98	21	182	34	87	91	47	66	91	86	81	55	51	20	81	56	62	1300

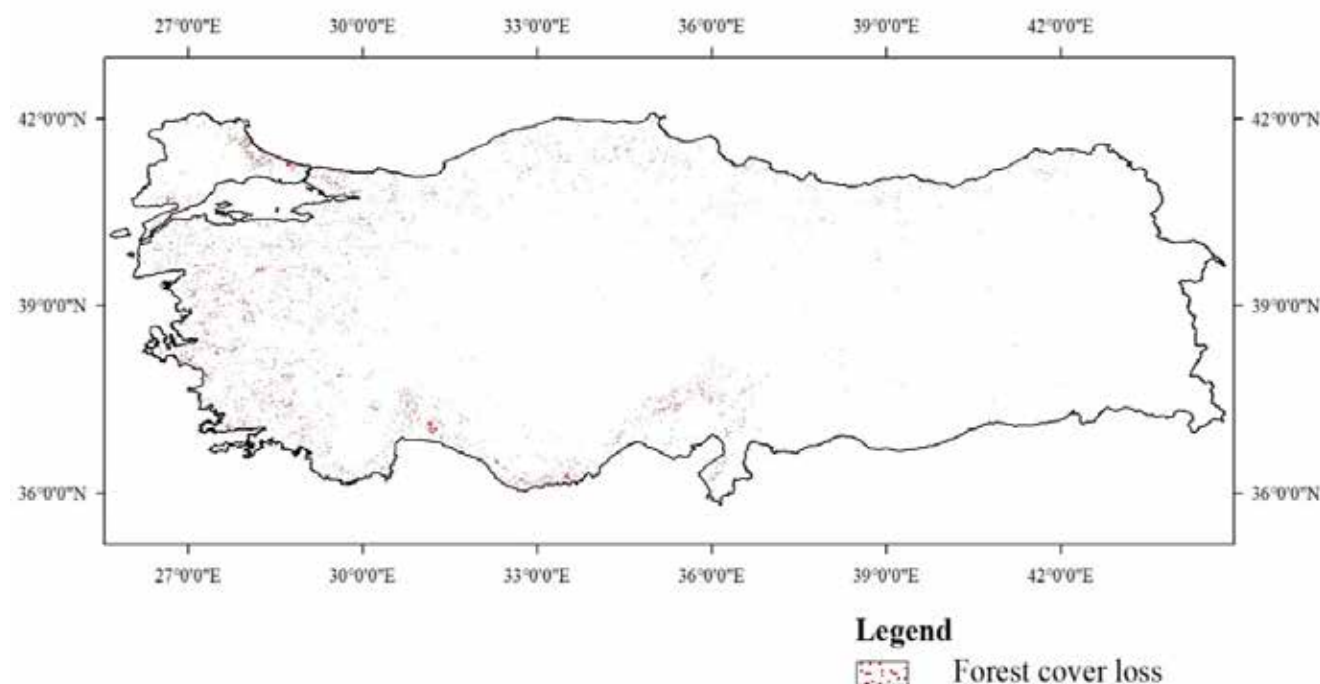


Figure 5. Forest cover loss map for Turkey

Forest cover gain data was also calculated for each regional directorates of forestry (Figure 6). Gains of tree cover were found lower than the losses. The highest gain values were obtained for İstanbul, Çanakkale and İzmir forest regions. Şanlıurfa, Artvin and Elazığ regions had the lowest tree cover gains.

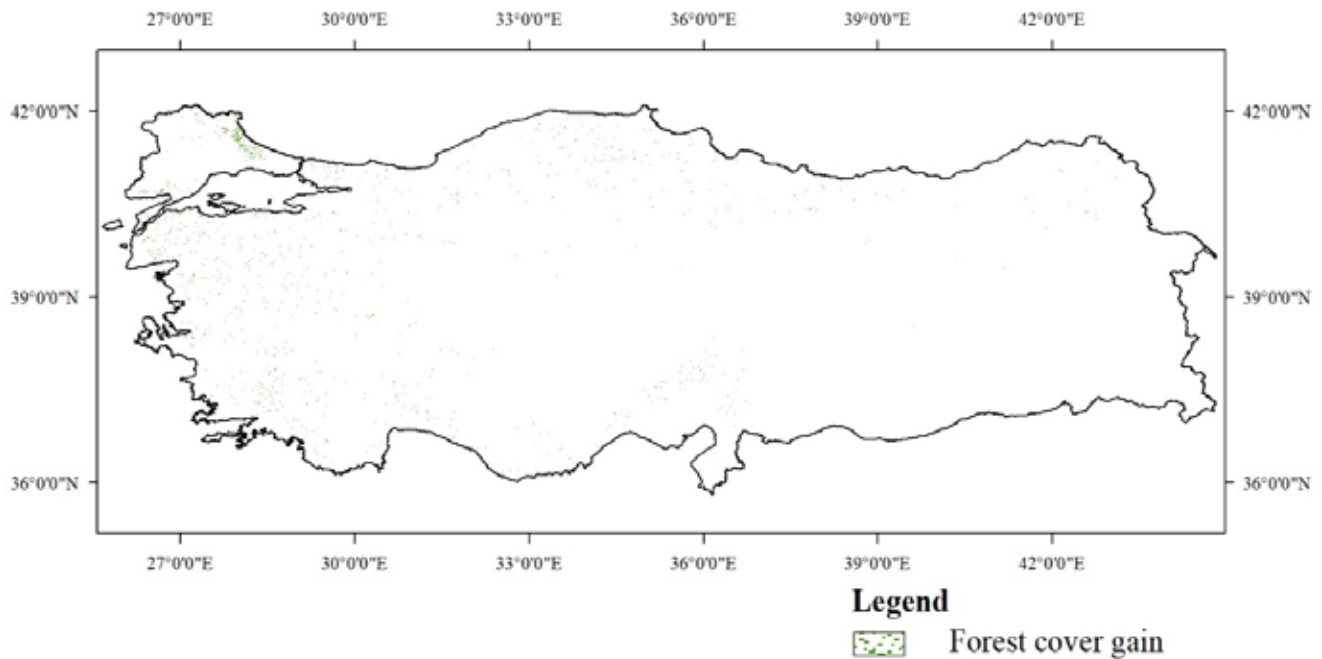


Figure 6. Forest cover gain map for Turkey

The tree cover in 2000 year showed that forest cover areas were 14 million hectares in Turkey (Table 2). According to forestry statistics of General Directorate of Forestry, the forested areas of Turkey is 22 million hectares (GDF, 2019). There are some reasons for the difference between the two data. There is a methodological difference. A method that evaluates a forest area together with two different structures, land use and land cover, is not the same as calculating the forests only where trees in certain height and cover rate. In the Hansen dataset, tree cover data did not include trees shorter than 5 meters in height. Because of the limitations, regeneration areas were not included in tree cover data which was the base for gains. However, regenerated but unsuccessful sites do not lose their forest characteristics and are still defined as forests in terms of land use.

Table 2. Total area of forest cover loss and gain for Turkey

	Loss	Gain	Difference		Average	
Year	Area (ha)	Area(ha)	Area(%)		Loss area(ha)	Gain area (ha)
2000-2012	352265	178314	173951	49	29355	14859
2013-2018	251331	No data	No data		41889	No data
Total	603596					

CONCLUSION

Forest cover changes in Turkey based on remote sensing data between 2000 an 2018 years were examined by using a global dataset. According to the results obtained from the study:

Hansen's dataset successfully identified changes in forest cover globally for the period 2000-2018 by remote sensing data and techniques.

- For forest cover loss, user's and producer's accuracies were found to exceed 80% for the whole world. For forest cover gain, accuracies were found slightly lower than loss.
- The sections of the global forest change map that corresponded to Turkey demonstrated that forest cover losses were greater than forest cover gains.

- In Turkey, the losses of forest cover has gained increasing momentum after 2010.

Remote sensing is a powerful tool for determining change. We think that it will be more appropriate to use this tool in creating the statistical data for forest areas with a view to monitoring the sustainability of forest resources.

REFERENCES

- Çoban, 2006. Determination of temporal changes in forest areas with satellite data. PhD Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Turkey:İstanbul University.
- Çoban, H.O., A. Koç, M. Eker. 2010. Investigation on changes in complex vegetation coverage using multi-temporal landsat data of Western Black sea region - A case study. *Journal of Environmental Biology*, 31:169-178.
- Çoban, H.O., S. Özdamar. 2013. Mapping forest fire in relation to land-cover and topographic characteristics. *Journal of Environmental Biology*, 35:217-224.
- Çoban, H.O., R. Özçelik, M. Avcı. 2014. Monitoring of damage from cedar shoot moth *Dichelia cedricola* Diakonoff (Lep.: Tortricidae) by multi-temporal Landsat imagery. *iForest*, 7:126-131.
- Demir, S. 2019. Landscape dynamics changes of the protected Mary Valley, Turkey. *Applied and Environmental Research*, 17(2):3591-3613.
- Dhakal, A.S., T. Amada, M. Aniya, R.R. Sharma. 2002. Detection of areas associated with flood and erosion caused by a heavy rainfall using multitemporal Landsat TM data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68:233–240.
- GDF. 2019. Geenral Directorate of Forestry Statistics. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar>, Accessed: 24.092019.
- Hansen, M.C., P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice, J.R.G. Townshend. 2013. *Science*, 342:850-853.
- Lu D., P. Mausel, E. Brondizio, E. Moran. 2004. Change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing*, 25(12): 2365-2407.
- Mancino, G., A. Nolè, F. Ripullone, A. Ferrara. 2014. Landsat TM imagery and NDVI differencing to detect vegetation change: assessing natural forest expansion in Basilicata, southern Italy. *iForest*, 7: 75-84.
- Mas, J.F. 1999 Monitoring land-cover changes: A comparison of change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 20:139-152.
- Munyati, C. 2000. Wetland change detection on the Kafue Flats, Zambia, by classification of a multitemporal remote sensing image dataset. *International Journal of Remote Sensing*, 21:1787–1806.
- Pielke, RA. 2005. Land use and climate change. *Science*, 310: 1625-1626.
- Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data, *International Journal of Remote Sensing*, 10(6): 989-1003.
- Sofia, H., A. Emran, B. Pradhan, C. Lee, S. Cesar, N. Fils. 2019. A Collaborative Change Detection Approach on Multi-Sensor Spatial Imagery for Desert Wetland Monitoring after a Flash Flood in Southern Morocco. *Remote Sensing*, 11(1042):1-26.
- Wilson, E.H., S.A. Sader. 2002. Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sensing of Environment*, 80:385–396.
- Yang, L., X. George, J. M. Klaver, B. Deat. 2003. Urban land-cover change detection through sub-pixel imperviousness mapping using remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(9):1003–1010.



Session Chair: Prof. Dr. Oktay YILDIZ • Co-Chair: Betül UYGUR ERDOĞAN

CHAPTER EIGHT



Climate Change and Torrent Control

¹Hüseyin E. ÇELİK

1. Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Istanbul University Cerrahpaşa, 34473, Sarıyer-Istanbul, Turkey

Abstract

The aim of this paper is to examine torrent problems in the watersheds of Turkey in the context of a changing world and changing climate, with measures to be taken. Turkey has advantages and disadvantages in torrent control works.

Disadvantages are: according to climate change scenarios and related publications; the amount of precipitation has started to decrease. While precipitation amount decreased, a significant part of the total annual precipitation started to rain torrentially. According to Kantarcı (1983), agriculture is being carried out on 6.125 million ha of forest land. Land use, according to land capability classes, has still not been maintained in the 21st century. On the other hand, despite Turkey not having enough agricultural land, planners have been opening up what there is to settlement, industry, etc. People are trying to reclaim lost agricultural land from forest land.

Advantages are expansion and/or recovery of forests both with works by OGM and by their own dynamics and decrease of deforestation as a result of the migration of the young rural population to cities. This is advantageous in terms of torrent control in that the upper watersheds begin to be covered with forests. We hope that

increased open mining activities will not interfere with this improvement.

Torrent control works in Turkey should adapt to developments in the world. In this context, within the framework of classical works in the upper watersheds, bed stabilization by check dams, etc., and slope stabilization by terraces, wattle fences, afforestation etc., should continue. On the other hand, the filter dams first applied in Denizli and Rize in Turkey should be constructed in the upstream and middle streams in the other watersheds if necessary. By this method, the movement of debris consisting of trees, tree pieces, and stones will be held back by the filter dams and relatively clean water will flow unobstructed through the lower watershed.

In order to mitigate some negative consequences of climate change, the occupied flood plain in the lower watersheds should be encouraged to be evacuated and, if possible, be converted into a recreation area, and cross-sections of bridges and culverts should be redesigned according to the Q_{500} flow rate.

Keywords: Climate change, check dam, filter dam, torrent control

INTRODUCTION

The term torrent refers to a large body of water, which often comes suddenly from side streams (torrents) following heavy rains and contains a large amount of solid material (bed load). When torrents quickly reach the main valley, the flow of water flowing through the valley and spreading to the floodplain is called a flood (Görcelioğlu, 2003).

In the forestry literature, 'torrent' means the high flow in the upper watershed and 'flood' means high flow in the lower watershed. In fact, other disciplines interested in hydrology need two different terms. This confusion in terminology continues, especially in written and visual media.

For both events, different terms are used in the Turkish and, European languages and in Arabic (Table 1).

Table 1. Different terms used for torrent and flood in Turkish, European languages and in Arabic
(Amended from Oplatka et al., 1996).

Turkish	English	German	French	Italian	Arabic
Sel	Torrent, mountain creek	Wildbach	Torrent	Torrente	Seyl
Taşkın (feyezan)	Flood, high water	Hochwasser	Hautes eaux	Piena	Fayadan
Sel kontrolü	Torrent control	Wildbach- verbauung	Correction du torrent	Sistemazione dei torrenti	
Taşkın kontrolü	Flood control	Hochwasser- schutz	Protection contre les crues	protezione controle piene	

The distribution of precipitation throughout the seasons is not balanced and less rainfall occurs during the summer months in Turkey. However, 31% of the floods occur in summer months due to the heavy character of summer precipitations (Fig. 1).

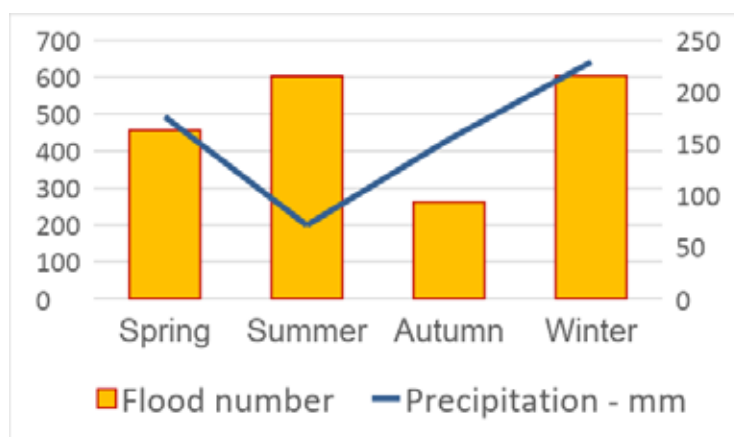


Figure 1. Seasonal distribution of floods and mean precipitation in Turkey (Amended from Güre, 2012)

Torrent control consists of bed and slope reclamation in the upper watershed. The main measure for bed stabilization is constructing check dams, and on slopes afforestation in general. Sediment deposited behind the check dams provide heel support to the slopes, thereby enabling mass stabilization on the slope. Later, with the surface stabilization (gully control, terraces, wattle fences etc.) and afforestation, stabilization is completed. Thereafter, the lower watershed should also be improved with training walls, bridges and culverts given enough cross sections.

There are two types of check dams; classic/closed and filter/open. The functions of the classical check dams are: to stop the movement of the large bed load by reducing the slope of the bed, to protect the bed against erosion, to provide the basis for upstream dams, to hold accumulated material at the

base of the stream, to hold material coming from above, to support unstable slopes with the material stored and temporary storage of some flow.

The disadvantages of classic check dams are: in normal flow, they hold nearly all sediments and clear water after check dams start to cut the below bed again, therefore the bed load must be graded. In a torrential flow, large bed loads (rocks and whole tree trunks) passing over classical check dams move on to the lower watershed and clog the openings of bridges and culverts and cause extra flooding there. They cannot store some parts of large debris and cannot deliver them in a way that does not exceed the flow capacity of the bed.

Therefore, large bedload must be held in the upper watershed, filtered (dosed) bedload must be allowed to run by filter dams.

According to Hübl and Fiebiger (2005), there are different types of filter dams having different functions. They size and dose the bedload, dose the flow by temporary flow retention and deliver water according to the capacity of the channel, holding back wood debris, boulders etc.

It is possible to maintain these functions by combining classic and filter dams or using multifunction filter dams (Fig. 2).

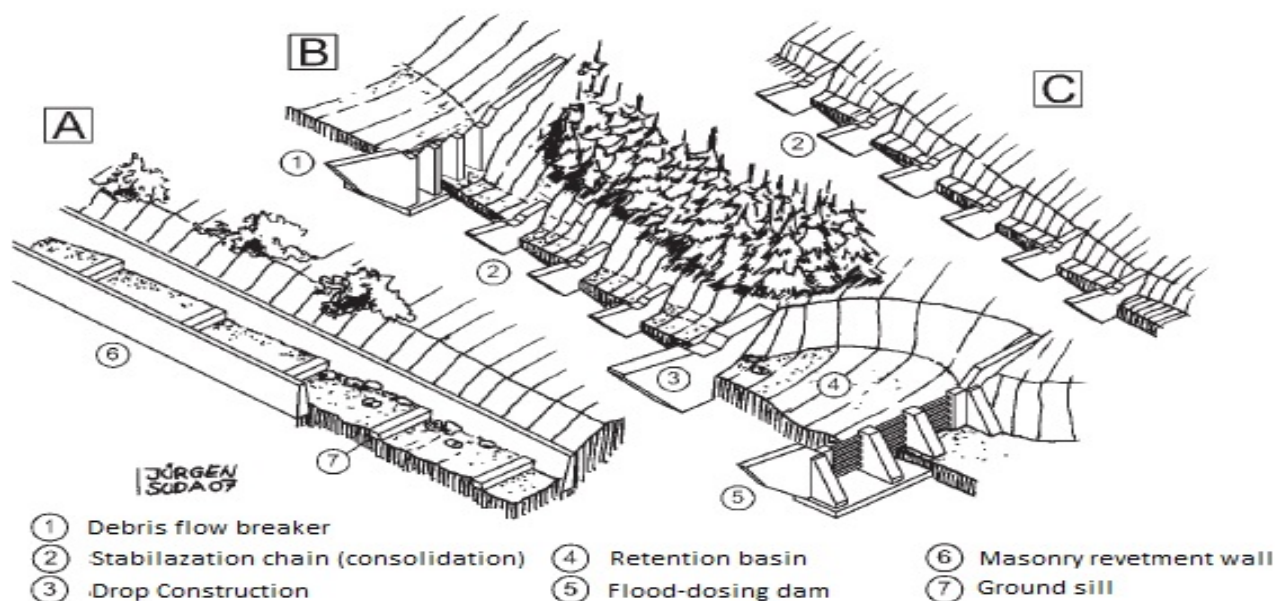


Figure 2. Examples for functional chains in torrent control: (A) Regulation; (B) Functional chain; (C) Gradation (Bergmeister, 2009)

Climate change and torrent and flood increase problems

The IPCC and many papers have demonstrated that global average temperatures will increase due to climate change, which can increase the risk of drought, irregular and excessive rainfall frequency and amount, and the frequency and severity of extreme weather events such as storms (IPCC, 2019).

Between 1960 and 2010, the number of heavy rain days tended to increase in most of the meteorological stations in Turkey, except the Aegean and Southeastern Anatolia regions (Akçakaya et.al., 2015). According to the Representative Concentration Pathway (RCP) 4.5 optimistic scenario, in the period of 2016-2099 the annual average temperature is expected to rise 1.5 - 2.6 ° C. During this period average annual total precipitation anomalies are expected to decrease in the range of 3-6% (MGM, 2019, Fig. 3). It is seen that while total annual precipitation decreases, heavy rainfall episodes will increase.

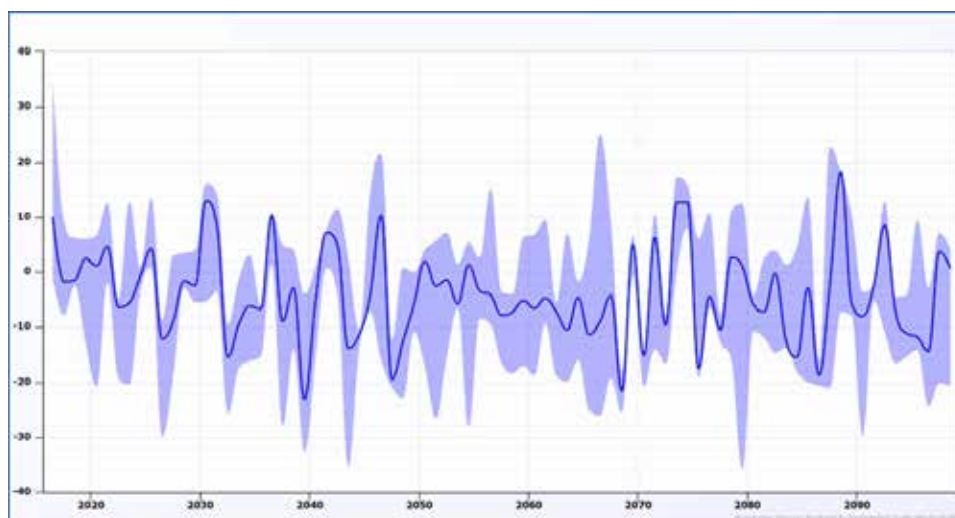


Figure 3. Possible annual total precipitation anomaly band between 2020-2090 according to RCP4.5 optimistic scenario.

The maximum 24-h rainfall amounts of the 50-year return period of the future period under RCP4.5 were found to be larger than the corresponding value of the reference period in İstanbul (Nigussie and Altunkaynak, 2019). (...) Increase in temperature could cause extreme weather events such as rainstorms and hail (Demircan et.al., 2017).

According to climate change scenarios, it is necessary to prepare for more torrents and floods.

Torrent control measures to be taken in the upper watershed.

It is a known fact that forests have important functions in terms of soil protection and torrent control in the upper watersheds. Therefore, according to land use discipline, the upper watersheds should be covered with forest up to the tree line.

In the period between 1973 and 2019, productive forests were increased (TOD, 2019). Significant afforestation successes were achieved in the upper watersheds and forests, in quantity and quality, by the General Directorate of Forestry (OGM) and the now closed General Directorate of Afforestation and Erosion Control (AGM).

The migration of the young rural population to big cities also has a great impact in this picture. As a result of the decrease in the young population, there are decreases in the destruction of forests for firewood and grazing. Lands left uncultivated for many years became covered with forests. However, internal migration sometimes occurs to rural areas of Western Anatolia, where new populations are settled in some areas previously abandoned by the local population, and who then engaged in behaviors that reverse current improvements through gathering of fuel supplies and livestock grazing. As a result of global migration, there are reports that immigrants have also started to settle in abandoned properties in rural areas.

Another pressure on the forests in the upper watershed comes from high pasture (yayla) tourism. In particular, the so-called Green Road project appears to be detrimental to forest presence and land stabilization in the upper watersheds. It is understood that this project will affect the increase of floods and landslides in the Eastern Black Sea region due to precipitation with the steep slopes and geological structures being prone to slide. It is observed that illegal settlements on the high pastures have increased due to the Green Road project. This will probably lead to new roads and new landslides. It is seen that the construction of connection roads to the Green Road causes serious erosion in the Rize drinking water watershed.

According to the Tourism Incentive Law no. 5761, in article 2: (...) areas shall be allocated to the Tourism Ministry by the Ministry of Environment and Forestry within one month at the latest, starting from the request date. The Ministry of Forestry has no right of denial or appeal. Additionally, open mining and many wind power plants in forested areas decrease forest presence.

Agriculture has been practiced on 6.125 million hectares of steep slopes (Kantarıcı, 1993) which should be covered by forests according to land use discipline. Policies should be developed to correct this practice during the young rural population decrease.

Classical check dams are being constructed for torrent control in Turkey. The first two filter dams were constructed in the Denizli's Çınarlı and Koca streams in 2005 and three others (Çelik et al. 2017) in the Rize's Güneysu Taşlı stream in 2016 (Fig. 4). A further three filter dams are also under construction in Rize's Salarha stream.



Figure 4. First filter dams in Turkey, Denizli's Çınarlı and Koca streams (2005) and Rize's Taşlı stream (2016)

Flood control measures to be taken in the lower watershed

It is not possible to reduce floods by taking adequate measures in the upper watershed alone; land use in the lower watershed also must be improved.

A flood occurred in 2004 in Sarıyer's Kozdere district, İstanbul, after 50 years return period precipitation. It was found that 90% of the upper watershed, mostly VII class land, was covered with productive forests in accordance with the land use discipline (Çelik et al., 2012, Fig. 5). The forest can cover up to 80% of precipitation through the canopy, leaves, humus in the soil and trunk. However, after prolonged rainfall this capacity is exceeded, and sub-forest flow occurs.

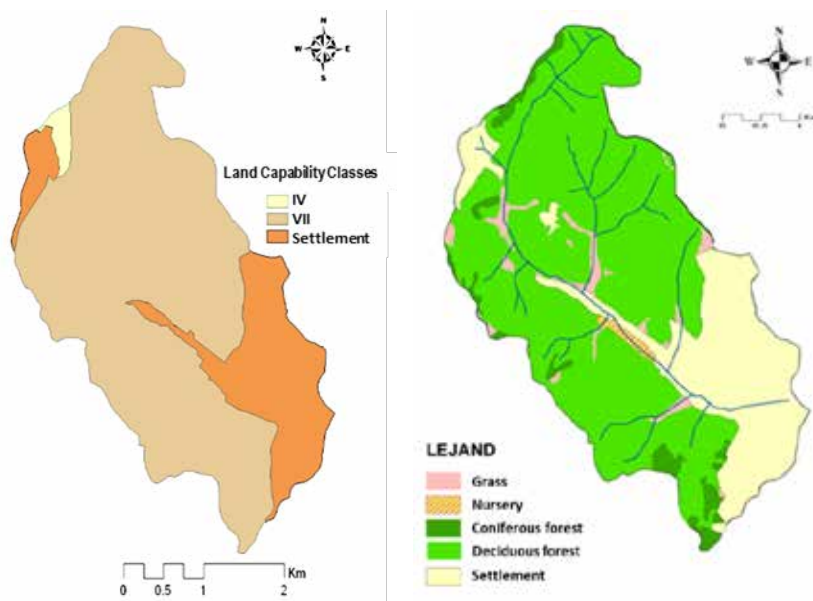


Figure 5. Land use in the Kozdere upper watershed (Sarıyer İstanbul) (Çelik et al., 2012)

Although the land use in the upper watershed is good, land use discipline in the lower watershed was not maintained, the floodplain was occupied by buildings and the bed was transformed into a channel with a cross-section of several square meters (Fig. 6). The channel could not accommodate the

flow and caused flooding even with a rainfall with a return period of 50 years (Çelik et al., 2012). Land misuse in the lower watersheds is one of the main reasons for the increase in life and property losses. Until recently, bridge and culvert sections in the lower watershed were built according to the 100 years return period flows (Q_{100}). These sections were found to be insufficient.

The saying in Giresun “one who has an investment next to the stream, is a partner with the stream” is very meaningful. Although the partnership balance is not clear, the stream often receives most of the income.

While some improvements will occur, it is observed that some torrent/flood problems recur, and these problems will increase with climate change in Turkey.



Figure 6. Land use in the Kozdere Lower Watershed in the years 1946 and 2005 (Sarıyer İstanbul) (Çelik et al., 2012)

RESULTS AND DISCUSSION

It is predicted that even according to moderate scenarios, heavy rainfall and resulting torrents and floods will increase in the forthcoming decades with the effects of climate change. To mitigate damage from torrents and floods, it is necessary to maintain and increase existing forest presence. In order to control torrents and floods, land use in the upper watersheds should be corrected and steep slopes especially should be urgently covered with productive forests. For tea etc. agriculture practiced on steep slopes, alternative income sources should be developed and these fields must be converted to forest.

Forest areas should not be allocated for mining and tourism without considering the issues of soil protection, global warming, drinking water plants, etc.

In the upper and middle beds of a stream watershed, the improvement of the bed should be carried out with classic check dams or a combination of classic and filter dams according to the expected function of the improvement. Through this application, filter dams could hold boulders and even whole tree trunks which would otherwise be transported to the downstream watershed, causing the clogging of bridges and culverts.

Even if the upper watershed is covered with productive forests, those forests can't prevent the conversion of precipitation into flow (Kozdere example). Despite torrent control structures in the upper and middle watershed being sufficient; channels, bridges or culverts with enough sections in the lower watershed are necessary.

In the lower watershed, it is observed that the floodplain is mostly occupied by buildings, some even belonging to governmental bodies, some schools and some hospitals.

According to flood management plans prepared by the General Directorate of Water Management, design flow rate is recommended to be Q_{500} in the streams passing through the city.

Flood risk maps for watersheds should be completed and municipalities should be obliged to comply with these plans.

New settlements should not be allowed within the Q_{100} flood level, and the buildings within this boundary should be encouraged to move to safe places or sub basements must be elevated to or

above that level. It is seen that high sub basements were applied in old houses in Samsun's Çarşamba flood plain (Fig. 761). Schools and hospitals must be built above Q_{100} flood level.



Figure 7. A historic house constructed with high subbasement against floods in the Samsun - Çarşamba floodplain.

Land allocations according to the mine and tourism law, that removes the right of appeal from the Ministry of Forestry, should be amended.

REFERENCES

- Akçakaya A., Sümer, U. M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., F. Çukurçayır. 2015. Turkey Climate Projections and Climate Change with New Scenarios, (Turkish), <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>, State Meteorological Service, (Accessed on 09 November, 2019).
- Bergmeister, K., Suda, J., Hübl, J., F. Rudolf-Miklau. 2009. Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren; Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele; Ernst & Sohn
- Çelik, H. E., Coskun, G., Cigizoglu, H. K., Ağırlioğlu, N., Aydın, A., and A.I. Esin. 2012. The analysis of 2004 flood on Kozdere Stream in Istanbul. Natural hazards, 63(2), 461-477. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0165-x>
- Çelik, H. E., Selek, B., Dağdeviren, M., Demir, E., İ. Biroğlu. 2017. Yukarı Havza Islah Önlemleri Kapsamında Yeni Bir Uygulama; Süzücü (Geçirgen) Tersip Bentleri. DSİ Teknik Bülteni. 123: 55-62.
- Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H., M. Coşkun. 2017. Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. Turkish Journal of Water Science & Management 1: 22-43.
- Görcelioğlu, E. 2003. Torrent and Avalanche Control, (Turkish). İÜ Faculty of Forestry Publication, İÜ No 4415, FF No 473, ISBN: 975-404-688-3
- Güner, İ. 2012. Türkiye’de doğal afet olarak taşkın ve önleme yöntemleri, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşmeyle ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Proje ve Proje Fizibilite Eğitimi, 12-15 Mart 2012, Çorum.
- Hübl, J. and G. Fiebigler. 2005. Debris-flow mitigation measures, Chapter 18 in: Jakob M, Hungry O. (eds): Debris-flow Hazards and Related Phenomena. in Geophysical Sciences, 445-487.
- IPCC, 2019. Climate Change and Land. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf (Accessed on 29 November 2019)
- Kantarcı, M. D. 1983. Türkiye’de Arazi Yetenek Sınıfları ile Arazi Kullanımının Bölgesel Durumu, İÜ Yayın No. 3153, Orman Fakültesi Yayın No. 350, İstanbul
- MGM, 2019. Climate Change Projections, (<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=projeksiyonlar>), State Meteorological Service, (Accessed on 09 November, 2019).

- Nigussie, T. A. and A. Altunkaynak. 2019. Impacts of climate change on the trends of extreme rainfall indices and values of maximum precipitation at Olimpiyat Station, Istanbul, Turkey. Theoretical and Applied Climatology 135:1501–1515
- Oplatka, M., Diez, C., Leuzinger, Y., Palmeri, F., Dibona, L., P-A. Frossard. 1996. Dictionary of Soil Bioengineering, Zürich: vdf; Stuttgart: Teubner.
- TOD, 2019. Türkiye Ormancılığı:2019. Türkiye Ormancılar Derneği, TOD Yayın No: 47



Assessment of Flood Mitigation Service in the Context of Land Use and Climate Change

¹Betül UYGUR ERDOĞAN

1. Watershed Management Department, Faculty of Forestry, İstanbul University-Cerrahpaşa, 34473, İstanbul, Turkey

Abstract

The benefit of people from natural resources contains different processes. Indeed, this process occurring directly or indirectly is the basis of the relation and interaction between ecosystems and human. Nowadays, problems are also globalized and the reason why ecosystems are insufficient to answer the demand of human is unsustainable utilization of these ecosystems and their services. Population growth, urbanization and climate change are the main factors of this problem. Especially, forests as the main source of many ecosystem services like water quality regulation, flood mitigation, carbon sequestration, erosion control, biodiversity and etc. are known as vulnerable ecosystems under these anthropogenic factors. Therefore, in this study it was aimed to assess the effects of land use types and climate change on flood mitigation service. Kağıthane watershed which is located in the European side of İstanbul was selected as study site to quantify the flood mitigation service. Flood mitigation service was investigated based on Soil Conservation Service Curve Number Method (SCS-CN) and the results were used in a mathematical model. Therefore, to assess the curve numbers (CN) for different lands in the sub-watersheds, soil-cover characteristics such as permeability and cover type were determined according to field data of soil and spatial analysis, respectively. Additionally, determination of climate change effects, which

was one of the goals of the study, was made with the reduction of the data taken from World Climate Data Base to the borders of study area. In the study, for precipitation values, RCP 4.5 and RCP 6.0 are chosen from the scenarios of Representing Concentration Routes generated for HadGEM2-ES Global Climate Model prepared for the 5th evaluation Report of IPCC. Projections are made by using Local Climate Model (RegCM4.3.4) with dynamical minimization method. Results revealed that forested sub-watersheds had high potential while urbanized sub-watersheds have low potential for providing flood mitigation service. However, related to increased precipitation amount after using climate projections, the magnitude of flood mitigation service in urbanized sub-watersheds was reduced significantly. Moreover, results showed that the amount of runoff was adequate to return a disturbance in sub-watersheds. As a consequence of this, ensuring the continuity of services provided by ecosystems has become an important issue. And therefore, managing ecosystems and their services through integrated ecosystem management-ecosystem services based approaches in terms of adaptation to climate change can be the crucial way for a sustainable future.

Keywords: Ecosystem services, flood mitigation service, forests, land use, climate change



Perception of Climate Change and Forest Fires Relations in Turkey

¹Gül TEKİNGÜNDÜZ, ²Yalçın KUVAN

1. Department of Forestry, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu Street, 14800, Bolu, Turkey

2. Department of Forest Policy and Administration, İstanbul University-Cerrahpaşa, Valide Sultan Street, 34473, İstanbul, Turkey

Abstract

Global climate change is the one of the main problem facing humanity in the 21st century and is the one of the leading issue which working on actively. This study aims to evaluate the relationship between global climate change perception and forest fires in Turkey by emphasizing the importance of forests in combating global climate change. A total of 327 people from scientific, social and managerial groups were interviewed in this study, whose field of study was central Anatolia, the Black Sea and the Marmara region. Within the scope of the research, the scientific group includes academics in the forestry faculties of universities and academics who are doing studies on climate change and forestry research institutes in other universities. The social group includes non-governmental organizations consisting of associations, chambers, foundations, platforms and groups which are doing national and international studies on climate change. Finally, the administrative group includes employees of public institutions and forestry organizations. Data from the study was collected through face-to-face surveys. The data provided in the scope of the research was analyzed using IBM SPSS 24.0 package program.

The issue of climate change is the most important problem facing our country, according to social group of interest groups. However, interest groups consider climate change as a problem that will impact our country both today and in the future. Also, according to interest groups, extraordinary climate events are indicator of global climate change.

According to the participants, forest fires are not among the first problems that climate change can cause in the world over the next two decades. But according to interest groups, forest fires are the main problem that climate change can cause on forests in Turkey. Similarly, according to interest groups, forest fires are considered among the factors that cause the degradation or reduction of forests in our country. In addition, the reduction of forest fires seen as an important step in the fight against global climate change.

Keywords: Global climate change, forest policy, forest fires

note: the data for this study was taken from the yet unpublished doctoral thesis.



Session Chair: Prof. Dr. Kani IŞIK • Co-Chair: Dr. Murat SARGINCI

CHAPTER NINE



How to Solve the Problem of Carbon Dioxide Emissions

¹Sun Joseph CHANG

1. School of Renewable Natural Resources Louisiana State university Agricultural Center Baton Rouge, Louisiana 70803 USA

Abstract

In this paper, we determine the net total carbon dioxide emissions of each country by adjusting their gross carbon dioxide emissions with the amount of carbon dioxide associated with exports and imports and deducting the amount of carbon dioxide sequestered by forest growth. The net total carbon dioxide emissions of each country thus arrived are then divided by their populations to arrive at the per capita net carbon dioxide emissions by country. Such figures have been tracked from 2006 to 2016 and are compared with the global per capita average to determine the total excess or slack emissions of each country over time. Based on the Manifesto of the Basic Green Human Right -- all men are created equal and entitled to the same amount of carbon dioxide emissions per capita, countries with per capita emissions above the global average must pay for their total excess emissions. On the other hand, countries with per capita emissions below the global average will be paid for their total slack emissions. Such a system is transparent because all the data are publicly available and the calculations are straightforward. Every country knows where it stands in terms of net total carbon dioxide emissions. Further, it is dynamic. No country is locked into a permanent position. Under the proposed payment system, all countries have incentives to address their individual carbon dioxide emissions. Over time, as countries with high per capita carbon diox-

ide emissions attempt to lower their per capita emissions, their total excess emissions could be lowered, resulting in smaller fines. For example, in 2006, the United States had a total excess emissions of 5.3 billion ton. By 2016, that figure was reduced to 4.3 billion tons mainly a result of switching from coal to natural gas for electricity generation. On the other hand, countries once with lower per capita emissions could see such emissions rise above the global average over time and end up paying fines for their total excess emissions. In 2006, China would have been paid for their 1.9 billion tons of total slack emissions. By 2016, due to rapid economic growth, China would have to pay for a total excess emissions of 2.5 billion tons, representing a swing of 4.4 billion tons over the 10-year period. The financial implication of effectively managing the carbon dioxide emissions could not have been more far reaching and the incentive created by the proposed solution in this paper could not have been more compelling. If the developed countries truly believe that the problems of carbon dioxide emissions and global warming are serious, they must own up to their total excess emissions and put their money where their mouths are.

Keywords: total and per capita carbon dioxide emissions, forest sequestration, exports and imports, excess and slack emissions, Manifesto of the Basic Green Human Right



Effects of the FSC Certification Process on Sustainable Forest Management and Climate Change in the Keles Forest Enterprise (2016-2019 Period)

¹Özgen DURSUN, ^{2*}İsmet DAŞDEMİR

1.Keles Forest Enterprise, Keles-Bursa, Turkey, E-mail: ozdursun140@hotmail.com

2.Bartın University, Faculty of Forestry, Bartın, Turkey, *Corresponding author E-mail: isdasdemir@hotmail.com

Abstract

The Forest Stewardship Council (FSC) certification process started in Turkey in 2010 and in the Keles Forest Enterprise which is affiliated to the Bursa Regional Directorate of Forestry in 2013. The Keles Forest Enterprise received the FSC certificate at the beginning of 2014 and the process is still ongoing. The effects of the FSC process on the enterprise until 2016 were examined before. In this study, the ecological, economic, social and managerial effects of the FSC process on sustainable forest management in the Keles Forest Enterprise in 2016-2019 period and its contribution to prevent global climate change were examined and discussed. For this purpose, the data obtained from the forestry activities carried out since 2016 in the field and from the enterprise records were used as material in this research. The latest situation in the forestry activities (forest regeneration, maintenance, forest road construction and repair, stakeholder participation, risk analysis, standardization and classification of forest products, income and marketing activities

of the enterprise, management mentality, etc.) conducted in 2016-2019 was determined. These activities were evaluated within the framework of 10 principles, 56 indicators and 216 criteria of the FSC, and their ecological, economic, social and administrative effects were determined and their contributions to prevent climate change were revealed. At the end of the study, it was determined that the forestry activities in the Keles Forest Enterprise in the 2016-2019 period were carried out in accordance with the requirements of the FSC process and based on scientific foundations. Thus, within the framework of FSC management mentality, it was understood that successful works to regenerate and sustain forests were realized, forest resources were better protected, unproductive forest areas were reduced, the quality of forests was increased and there was an increase of 7% in total forest area, biological diversity and environmental awareness were increased, standardization of forest products was given importance, more efficient service under-

standing was developed in production and marketing, incomes of the enterprise were increased and risk analyses were carried out every year, occupational health and safety and the training of the employees were given importance. Additionally, it was found that stakeholder views were used in forestry activities, job and income opportunities were provided to the local people and thus, a positive change and development in the management mentality of the enterprise was determined. On the other hand, as a result of the studies carried out in accordance with the FSC criteria and indicators, it was detected that the carbon sequestration effect of forests increased,

global warming decreased, and thus positive contributions were made to prevent climate change, especially due to the increase in forest quality and forest area. Based on the findings of the study, some suggestions were developed in order to continue, improve the FSC process and thus increase its positive contributions to sustainable forest management and prevention of climate change.

Keywords: Forest Stewardship Council, Forest Certification Effects, Sustainable Forest Management, Global Climate Change, Keles Forest Enterprise, Turkey.

INTRODUCTION

The pressure on the world forests has triggered the idea of sustainable forestry. Unplanned consumption of forest resources has brought the danger of deforestation. This understanding has led the environment-conscious communities to seek solutions at the international level. Failure to create a healthy environment has led to the idea that economic development cannot be healthy. In this quest, living in a healthy environment, expectations of a secure future with economic development have emerged. Thus, a search has started for the formation of local and national policies in the sustainable operation of forest resources (Şener et al., 2011).

The basis of sustainable development is based on the understanding of sustainable forestry. Hence, it is necessary to manage the forest resources in an ecologically appropriate, economically viable and socially beneficial manner in line with the understanding of sustainable development. Forests are an important resource that provides many benefits besides goods and services for both present and future generations. As a result of high population growth and over consumption and misuse, there are some bottlenecks in sustainable management of forest resources (Daşdemir, 2018). Therefore, it is necessary to question whether forest resources are managed in a sustainable manner and to monitor the production of goods and services with a follow-up system in this management process (Dursun and Daşdemir, 2016).

Certification systems were developed by international environmental non-governmental organizations in order to ensure that forest resources are utilized in a way that is beneficial to humanity by considering environmental, economic and social conditions. Thus, international standards were developed, forests and their management were certified and forests were secured for the protection of forests and ensuring the continuity of benefit from forests within the framework of a system approach (Türkoğlu, 2009; Türkoğlu and Tolunay, 2014). By the certification of forests, it was aimed to create consumers having high environmental conscious. In this way, it is aimed to put forward better management forms by referring to the opinions of the stakeholders (Durusoy, 2002; Türkoğlu, 2009). One of the major international certification institutions operating in this field in the world is the Forest Stewardship Council (FSC) established in 1993. In Turkey, the process of forest certification was started by the General Directorate of Forestry (GDF) in 2010 and the FSC certification system was preferred in this process.

Certification, which is based on volunteering and pioneering quality, is the audit and certification of forest products and services according to the criteria and indicators of sustainable forestry (Genç, 2014; Dursun, 2015). Due to the certification process, significant gains are achieved in the sustainable management of forest resources based on scientific basis, with minimum negative impact on environment (Akyol, 2004; Akyol and Tolunay, 2006; Türkoğlu, 2009). The certification process also contributes to carbon sequestration, global warming and climate change prevention, as it serves to increase the quality and quantity of forests.

According to the report prepared by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); forests have the ability to adapt to a certain rate against the naturally changing climate conditions for centuries. However, climate change is progressing much faster as a result of human-induced global warming. Climate change with global warming increases the pressure on lands with the effects such as increased drought, loss of biodiversity and food insecurity. Deforestation, destruction of peatlands and other natural ecosystems lead to carbon emissions, loss of biodiversity and land degradation (Anonymous, 2019). In addition, it is stated that there will be 1-3.5 ° C global warming in the next 100 years and many species in nature will not be able to adapt to new conditions and disappear (Aksay et al., 2005).

The main reason of climate change caused by global warming is that the concentration of greenhouse gases (carbon dioxide, methane, nitrous oxide, hydrofluorocarbons, etc.) in the atmosphere is much higher than it should be. Carbon dioxide (CO₂) is the most common greenhouse gas that has the greatest impact on global warming. While it passes mostly the short-wave rays coming from the sun, it usually holds long-wave rays emitted from the earth. Carbon dioxide accounts for about 60% of the total greenhouse gas impact in the world. Since the industrial revolution, the CO₂ level in the atmosphere has increased by approximately 30% from 280 ppm (parts per million) to 380 ppm today (Alper and Anpar, 2007). This amount is expected to reach 450 ppm towards 2050. The continuous increase of carbon dioxide every year is due to the use of fossil fuels and the destruction of forests. While the effect of deforestation on CO₂ in the air is 13%, the effect of fossil fuels is known to be 44% (Serengil, 1995). However, forests are the most important and renewable resource that absorbs CO₂ in the atmosphere, thus preventing global warming. Thus, thanks to the FSC certification process, the quality and quantity of forests will increase and the sustainable management will progress, so that carbon sequestration effect will increase and positive contributions will be made to prevent global warming and climate change.

The aim of this study is to examine the ecological, economic, social and administrative aspects of the forestry activities carried out in the last three years (2016-2019) within the scope of FSC certification process in the Keles Forest Management of Bursa Regional Directorate of Forestry and to evaluate the effects of the process on sustainable forest management and climate change. In this study, the effects of the certification process on the maintenance and regeneration of forests, construction and repair of forest roads, stakeholder participation, risk analysis, classification and standardization of products, income and marketing activities of the enterprise and sustainable management mentality of the enterprise were examined. Thus, through the FSC studies, the positive effects on carbon sequestration, global warming and climate change prevention were determined.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in the Keles Forest Enterprise Directorate of Bursa Regional Directorate of Forestry (Figure 1). The Keles Forest Enterprise Directorate (KFED) received the FSC certificate in 2014 and the certification process has continued until today. Based on the last three years (2016-2019) period of the certification process, forestry activities of this period were examined and evaluated. The data obtained by observing the field studies in the last three years and examining the records in this process were used.

The data obtained were examined and evaluated by an objective and scientific understanding. The situation at the beginning of the period (2016) and the end of the period (2019) was analyzed, evaluated and interpreted comparatively. During the certification process, the FSC's standards consisting of 10 principles, 56 criteria and 216 indicators were audited both in the office and in the field. Thus, by comparing and evaluating the data obtained within the scope of the certification process, the impacts of FSC on sustainable forest management and prevention of climate change in the KFED have been demonstrated.



Figure 1. Study Area (Dursun and Daşdemir, 2016).

RESULTS AND DISCUSSION

History of the FSC Certification Studies

Certification studies in the KFED started in 2013 and the FSC certification process was completed in the same year through pre- and main audits. As a result of the evaluations, the KFED obtained the FSC certificate at the beginning of 2014. A total of 136 stakeholder opinions were consulted during the certification process. The FSC certificate, which has been issued for five years, has been audited every year so far. In other words, as of 2014, the KFED received certificates for all 36,666 forest areas it owns. The FSC process was renewed annually by inspecting the fieldworks and their results.

Monitoring and Evaluation Activities in the FSC Process

Due to the FSC certification process, planning, implementation, supervision, monitoring, evaluation and development activities in the KFED started to be carried out effectively and effectively. In this context, monitoring and evaluation activities carried out according to the important principles of the FSC, 6, 7, 8 and 9, were audited in the field and in the office.

Environmental Impact (FSC Principle 6)

In accordance with both the FSC principles and the Occupational Health and Safety Law No. 6331, risk assessment analyzes are carried out both in production spaces and storages and employees are trained on protection against accident risks and taking effective preventive measures. Hand brochures prepared within the scope of production standards, quality and occupational safety are distributed to the employees in production spaces. The risk analysis tables contain detailed information about the risk, severity, probability, damage and preventive measures of the risk. Likewise, risk assessment analyzes are conducted in storages and effective measures are taken to prevent accidents.

Environmental and social risk level monitoring documents are prepared for new road in the forest, great repair and art structure and etc., and effective preventive measures are taken to ensure that the used machines do not harm the environment and that waste oils do not enter the soil and water. For this purpose, trainings are given to employees on environmental awareness, waste oil change and collection of waste oils in containers. Thus, risks are determined against unforeseen hazards during road works and risk assessment analyzes are conducted and the results are announced to employees. Effective measures are also developed in order to prevent damage to the environment and the fields and gardens, planting and planting areas belonging to local people. Stakeholders are consulted in the

realization of the annual work programs of the enterprise and importance is given to the development of forest-public relations.

Management Plan (FSC Principle 7)

After the FSC certification, there have been improvements in the management approach of the KFED. A management approach in accordance with the consciousness of "Protecting forest and forest resources, developing them with an approach close to nature, sustainable and managing them in a way to provide multifaceted benefits to the society" stated in the GDF Strategic Plan (Anonymous, 2016), based on environment-friendly and sustainable forest management, which attaches importance to the views, opinions and cooperation of the stakeholders has been adopted. A management approach is aimed that provides services with an open mind to innovation and change, facilitates the lives of the people, meets the needs in the fastest and most effective way, has a high service quality and studies consumer-oriented. For this purpose, annual action and business plans are made during the certification process, quarterly meetings are held and the targets are monitored.

Monitoring and Evaluation (FSC Principle 8)

According to the Principle 8, which is one of the most important principles of the FSC; Monitoring and Evaluation Plans have been made in the KFED since 2014. In these plans, nature and soil protection of forests, aesthetic value, hydrological function, production of forest products and risks, protection and management activities, social and environmental risks are monitored. The data obtained through observations and measurements carried out within the scope of this monitoring are archived in folders every year and used as documents in the main audits conducted during the year.

High Conservation Value Forests (FSC Principle 9)

Within the scope of High Conservation Value Forests (HCVF); representative area selected from hydrological, nature protection, soil protection, seed stands, recreation and aesthetic function etc. forests monitored in accordance with the purpose. In these areas, monitoring of stand health by forestry chiefs and forest conservation officers is carried out periodically. Traces are recorded and archived in folders.

Regeneration Studies in the FSC Process (2016-2019 Period)

In the scope of FSC certification process in the KFED, old black pine forests, which were previously not allowed to be regenerated due to social pressure, were regenerated naturally via the participation and support of local people as a result of interviews with stakeholders. Due to the FSC process, the regeneration activities in the forests are carried out by the participation of the local people in a more scientific approach and with a full result. A desire has been created to develop the right methods and to perform the tillage carefully (Figure 2). Thus, successful results were obtained in regeneration studies. Every year, regular and meticulous youth care was provided and the healthy development of the saplings was ensured.



Figure 2. Natural Regeneration Activities in the Scope of FSC Process in the KFED.

Forest Maintenance Activities in the FSC Process (2016-2019 Period)

Due to the certification, the awareness levels of business managers have more increased to turn neglected forests into good forests. Additionally, the idea of sustainable forest management has had an impact on young stands, and care was taken to turn neglected young forests into more healthy and more durable stands (Figure 3). Forest maintenance activities were accelerated after 2016 in order to obtain high quality primary products, to provide intermediate yields and to increase the durability of the stands in areas where maintenance was delayed for any reason.



Figure 3. Young Stand Maintenance Works in the KFED.

Productive forests, which were 21,312 ha in the previous plan period (2005-2014), increased by 7% due to the plan made in 2016 and reached 26,207 ha in 2019. As a result of the restoration of forests, the growing stock increased from 3,877,299 m³ to 5,877,408 m³. In other words, according to the old plan, a tree wealth increase of 65.96% was achieved. Additionally, the forested area, which is 36,000 ha, has been realized as 40,508 ha in the new plan.

Production and Marketing Studies in the FSC Process (2016-2019 Period)

After the FSC certification system, production and standardization activities were made more sensitive. Importance was given to produce quality and standards-compliant product. For this purpose, standardization trainings were carried out with the participation of technical staff, forest conservation officers, forest workers and production workers. After obtaining the FSC certificate, the business management has given more importance to classification of goods, stacking, and customer-oriented marketing activities (Figure 4).



Figure 4. Timber Production and Customer Satisfaction Studies in the KFED.

The KFED is a black pine (Çk)-weighted enterprise and the amount of products obtained from other tree species is low. After obtaining the FSC certificate in the KFED, I.class normal size (CNS) timber

was produced for the first time in 2014 (Dursun and Daşdemir, 2016). Due to the FSC certification process, the share of Çk class timber production in total timber production increased. This has led to a sustainable improvement in class timber production over the years (Table 1). With the FSC certification, the increase in amount of class timber increased the sales revenues of the enterprise. This increase continued in the 2016-2019 period (Table 2).

Table 1. Production Quantities and Rates of Black Pine Class Timber by Years in the KFED.

Product Type	Production Volume (m³) and Ratio (%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019-Eylül
I.CNS Black Pine Timber	323	222	140	315	289	308
II.CNS Black Pine Timber	2,005	1,996	981	1,179	1,847	1,879
III.CNS Black Pine Timber	20,472	31,117	19,380	12,316	23,877	28,325
Total Black Pine Class Timber Production (I.+ II.CNS)	2,328	2,218	1.121	1,494	2,136	2,187
Total Black Pine Timber Production	22,800	33,335	20.501	13,810	26,013	30,512
Total Black Pine Class Timber Production / Total Black Pine Timber Production x100 (%)	10.21	6.65	5.47	10.82	8.21	7.17

Table 2. Sales Revenues of Black Pine Class Timbers by Years in the KFED.

Type and Class	Sales Revenues (£ with the current prices of 2019)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019-September
Black Pine Class Timber	1,393,639	1,345,415	958,027	954,585	1,215,556	1,007,613
Total Black Pine Timber	3,369,805	4,537,667	7,462,279	7,454,345	11,209,660	7,699,714

With the transition to the certification process, there has been an increase in both class timber production and sales revenues. Class timber production has been maximum in the 2016-2019 period. In 2016, total timber sales revenues increased by 64% compared to the previous year and this increase continued and reached a maximum level in 2018. This shows the impact of the FSC process on the economic sustainability of the forest enterprise. Due to the FSC process, a scientific, technical, ecological, economic and social sustainable management approach has become dominant in the enterprise.

Economic Development Studies of Local People in the FSC Process

Within the scope of FSC process, in the period of 2016-2019 too, efforts to support the local people economically continued in order to ensure forest-people integration for the protection and development of forests. Planting income-generating species in degraded forest areas was encouraged for forest villages, and the way of economic income-generating process was opened. These studies have contributed both to the formation of the heart unity of the people against forest fires and to the enrichment of the biological diversity of degraded forest areas. Additionally, within the scope of the economic support program of the Forest and Village Relations (ORKÖY), it was aimed to improve sustainable forest management by providing dairy cattle breeding, milk sheep breeding, solar energy and handicraft loans to forest villages.

Audit Results of the FSC Process

In the KFED, audits were carried out every year both during the certification process and after the certificate was obtained. As a result of the main and interim inspections in the first three years, no

major errors were observed that did not comply with the FSC principles, criteria and indicators. However, time to time minor errors (corrective action request) were detected. It was determined that these errors were resolved in the process and not observed during the next year audits (Anonymous, 2014, 2015). As a result of audits conducted since 2016, neither major error nor minor error could be detected. It was understood that the activities of the KFED were carried out in accordance with the spirit of the FSC certification system.

Effects of the FSC Process on Regulating Global Climate Change

Due to the FSC certification process, efforts increased to transform the neglected young black pine stands into well-maintained stands. Especially after 2016, as a result of the degradation of degraded forest areas into well-maintained forests, the improvement and better development of stands; 7% increase was achieved in productive forest area, which increased the carbon sequestration capacity of the stands, thus, a positive contribution was made to prevent global warming and climate change. Additionally, covering the non-cultivated agricultural areas with forest had a positive effect on biomass and carbon sequestration as a result of the decrease of the population in rural areas and villages due to migration as well as the degraded forest areas become productive forest.

Stakeholder participation in the FSC process contributed to the reduction of negative pressure on forests, development of awareness of local people on environmental protection, biodiversity, global warming and climate change, and increasing the quality and quantity of forest areas. As a result of this, biomass and carbon sequestration has increased and positive contribution has been made to prevent global warming and climate change.

Likewise, carbon sequestration rate has increased as a result of the transforming of some of the old agricultural areas to forests due to migrations. As a result of the effect of migrations, the emptying of the rural areas, the tendency to the livestock farming, and the decrease of the grazing in forest; increase in forests and green areas have had a positive effect on carbon sequestration. Thus, as a result of the increase of vegetation cover, it has had a little positive effect on climate regulation.

Additionally, in order to minimize forest fires in the FSC scope, "guidance on preventive measures in the fight against forest fires" was prepared. All personnel underwent this training and the booklet printed on this issue was distributed to all personnel. Likewise, with the help of the Fire Prevention and Extinguishing Books prepared on this subject, the sensitivity of the local people to forest fires was increased and the support of the public was increased to the highest level. As a result of this effort, only five acres of cover fire was seen in 2019. Thus, by reducing forest fires, it was made positive contributions to preventing global warming and climate change.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Sustainable management of forest resources plays an important role in sustainable development. Certification is made in order to provide the goods and services expected from the present and future generations in an optimal and sustainable way from forest resources and their ecological, economic and social functions. Besides the economic and social functions of forests, they have important contributions to prevent global warming and climate change. As a result of the increase in greenhouse gas emissions every year, the necessity of providing and maintaining a livable environment for human health has emerged. For this reason, various certification processes have been developed by independent organizations to manage forest ecosystems in a sustainable manner.

In this study, the effects of FSC certification studies implemented in the KFED especially since 2016 on sustainable forest management and their contribution to prevent global climate change were examined and discussed. The certification process is carried out with the audits conducted in the field and in the office every year in the KFED received the FSC certificate in 2014. Within the scope of FSC, the elements threatening the health of forests continued to be monitored after 2016. Trainings on compliance with occupational safety rules and conducting risk analyzes in production, transportation and stacking works were increased frequently. Furthermore, effective trainings on risk analysis and taking necessary measures have been continued in road construction works. As a result of these sensitivities, no occupational accidents have been observed since 2016.

In timber production, importance was given to quality classification and standardization, brochures and booklets were prepared and effective exercises were carried out every year. Trainings on customer satisfaction and effective sales techniques were continued for the employees of the enterprise. Thus, the share of class timber production in total timber production increased via the FSC certificate and this increase was reflected on the sales revenues of the enterprise. In this way, class timber production and total timber sales revenues reached a maximum in the 2016-2019 period.

Additionally, thanks to the FSC process, awareness on subjects such as clean environment, carbon sequestration by keeping forests well-maintained, avoidance of activities that will accelerate global warming and climate change have increasingly continued. Sensitivity to the protection of wildlife and biodiversity has increased. Income generation afforestation and the ORKÖY loans that contribute to the livelihood of the people contributed to the integration of forests and people and thus to the well-maintained, healthy and sustainable management of forests.

As a result of the FSC process, awareness of environment, respect for forest resources and protection of biodiversity were increased, the maintenance of the forests was achieved and the regeneration activities were been successful, forest areas and productive forests increased, risk analyzes were made and occupational accidents were reduced, product classification and standardization were given importance, production and marketing activities were continued effectively, stakeholder participation was given importance, employees were trained, economic income was provided to local people, social pressures were reduced, sensitivity to forest fires increased and heart unity in the forest-public relations was formed. Therefore, the FSC has made positive contributions to the sustainable management of forest resources, carbon sequestration, and prevention of global warming and climate change.

REFERENCES

- Anonymous, 2014. Bursa Regional Directorate of Forestry, Forest Management Certification Report. Johannesburg, Africa, 115 p.
- Anonymous, 2015. Bursa Regional Directorate of Forestry, Forest Management Certification Report. Johannesburg, Africa, 74 p.
- Anonymous, 2016. Strategic Plan of the General Directorate of Forestry (2017-2021). Ankara, 92 p.
- Anonymous, 2019. New IPCC Report: Urgent Action should be taken to keep Global Warming at 1.5 ° C. https://www.wwf.org.tr/basin_bultenleri/Access: 30.08.2019.
- Aksay, S.C., Ketenoğlu, O., Kurt, L. 2005. Global Warming and Climate Change. Selçuk University, Faculty of Arts and Sciences, Journal of Science, 25: 29-41, Konya.
- Akyol, A. 2004. Principle, Indicators and Applications of Sustainable Forest Resources Management in Turkey. Süleyman Demirel University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Isparta, 121 p.
- Akyol, A., Tolunay, A. 2006. Principle, Indicators and Applications of Sustainable Forest Resources Management in Turkey. Süleyman Demirel University, Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences, 10 (2): 221-234, Isparta.
- Alper, D., Anpar, A. 2007. Effects of Global Warming Economics in the Economy of Turkey and the World. Dokuz Eylül University, Journal of the Institute of Social Sciences, 9 (4):15-54.
- Daşdemir, İ. 2018. Forestry Enterprise Economics (4th Edition). Bartın University Publication No: 10, Faculty of Forestry Publication No: 6, Bartın, 407 p.
- Dursun, Ö. 2015. The Evaluation and Implementation of the FSC (Forest Stewardship Council) Certification Process in Bursa Regional Directorate of Forestry. Bartın University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering, Term Project, Bartın, 70 p.
- Dursun, Ö., Daşdemir, İ. 2016. The Impacts of FSC Certification Process on the Keles Forest Enterprise. International Forestry Symposium (IFS 2016), Proceedings Book, pp.317-329, 07-10

December, Kastamonu University, Faculty of Forestry, Kastamonu-Turkey.

- Durusoy, İ. 2002. Necessity of Forestry Certification and Turkey, Possibility, Faced in the Implementation Process Evaluation of Possible Bottlenecks and Opportunities. KTU Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Trabzon, 174 p.
- Genç, A. 2014. Problems and Solution Suggestions in Forest Management Certificate Applications (Kastamonu Forest Regional Directorate Case). Kastamonu University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Kastamonu, 122 p.
- Serengil, Y. 1995. Global Warming and Possible Ecological Consequences. İU Journal of Forestry Faculty, Series B, Volume 45, Number 1-2, p.135-152.
- Şener, F. N., Tolunay, A., Görücü, Ö. 2011. Certification and Accreditation of Sustainable Forestry Management Applications: Case Studies for Andırın and Göksun State Forestry Enterprises. SDU Journal of Forestry Faculty, 12:115-125.
- Türkoğlu, T. 2009. Certification of Forest and Forest Products in Turkey. II. Socio-Economic Problems in Forestry Congress, Proceedings Book, 19-21 February, Isparta, p.378-388.
- Türkoğlu, T., Tolunay, A. 2014. Qualitative Investigation of the Impact of the FSC Forest Management Certificate on Mugla Forests. II. National Mediterranean Forest and Environment Symposium, "Future of Mediterranean Forests: Sustainable Society and Environment", Isparta, p.506-517.



Is Turkish Forestry Ready for Climate Change? A Legislative Evaluation

¹Sezgin ÖZDEN, ²Cantürk GÜMÜŞ

1. ÇKÜ Forest Faculty, Forest Engineering Department, Çankırı, Turkey
2. KTÜ Forest Faculty, Forest Engineering Department, Trabzon, Turkey

Abstract

The fact that the climate of the world is changing and that some of this change depends on the burning of fossil fuels and deforestation is emphasized in many scientific reports. Climate change particularly impacts on precipitation and has started to be felt frequently in Turkey. It is understood that climate change will significantly affect human society and ecosystems. If some measures are not taken in advance, it is inevitable to face the negative consequences of this change. There is no doubt that forest ecosystems will somehow adapt to climate change. This is a result of the natural adaptation capabilities of forest ecosystems. As foresters, we have to intervene in the direction, time and place of the changes that will occur in the forest ecosystem and take some precautions against the problems to be experienced. Forestry policy aims to plan forests in line with future expectations based on past rea-

lizations. In the past period, climate conditions have not been considered as a parameter in the long term planning of forests in global or regional terms. The focus was on sustainable forests management, taking into account social, economic and cultural developments. Developments in the last 20-30 years now make it necessary to manage forest ecosystems within the framework of new policies depending on global warming and related climate change scenarios. In this presentation, the answers to the questions of; is Turkey's forestry policy ready for climate change? how can we overcome the ecological, social and economic developments that will arise with climate change? how forestry policy aims and tools and the organizational structure will be adapted to climate change were sought.

Keywords: Turkey's forestry, climate change, forest policy

Türkiye Ormancılığı İklim Değişikliğine Hazır mı? Yasal Bir Değerlendirme

¹Sezgin ÖZDEN, ²Cantürk GÜMÜŞ

1. ÇKÜ Forest Faculty, Forest Engineering Department, Çankiri, Turkey

2. KTÜ Forest Faculty, Forest Engineering Department, Trabzon, Turkey

Özet

Dünyanın ikliminin değişmekte olduğu ve bu değişimin bir kısmının fosil yakıtların yakılması ve ormansızlaşmaya bağlı olduğu konusu hemen hemen birçok raporda vurgulanan bir olgudur. Küresel anlamda yıllık sıcaklık artışlarının özellikle yağışlar üzerindeki etkileri ülkemizde de olduğu gibi sıklıkla hissedilmeye başlanılmıştır. Yaşanan iklim değişiminin insan toplumu ve ekosistemleri önemli ölçüde etkileyeceği anlaşılmaktadır. Eğer şimdiden bazı önlemler alınmazsa bu değişimin olumsuz sonuçları ile karşılaşacağımız nettir. Hiç kuşku yok ki orman ekosistemleri iklim değişikliğine bir şekilde uyum sağlayacaktır. Bu durum orman ekosistemlerinin doğal yeteneklerinin bir sonucudur. Buna karşın biz ormancılar orman ekosisteminde meydana gelecek değişikliklerin yönünü, zamanını ve mekanını etkileyerek, yaşanacak olumsuzluklara karşı bazı önlemler almak zorundayız. Ormancılık politikaları geçmişteki gerçekleştirmelerden hareketle ormanları gelecek-

teki beklentiler doğrultusunda planlamayı hedefler. Geçmiş dönemde ormanların küresel veya bölgesel anlamda uzun dönem planlanması çalışmalarında iklim koşulları hemen hemen hiçbir dönemde dikkate alınan bir parametre olmamıştı. Daha çok sosyal, ekonomik ve kültürel gelişmeler dikkate alınarak ormanların sürdürülebilir yönetimi üzerine odaklanılmıştı. Son 20-30 yıl içerisinde yaşanan gelişmeler artık orman ekosistemlerinin, küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliği senaryolarına bağlı olarak yeni politikalar çerçevesinde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bildiride, 6831 sayılı Orman Kanununda belirlenen orman sayılan ya da sayılmayan yerlerden hareketle, mülkiyet aracı bakımından Türkiye ormancılık politikası iklim değişimine hazır mı? sorusuna yanıtlar aranmıştır.

Anahtar kelimeler: Türk ormancılığı, iklim değişikliği, ormancılık politikası

GİRİŞ

Dünya tarihi boyunca, iklim doğal süreçler nedeniyle değişti, ancak endüstriyel devrimden sonra ve özellikle son 50-100 yıl içinde bu değişiklikler çok daha büyük ve gezegenin kaydedilen tarihinde görüldüğü değişikliklerden çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşti (IPCC, 2013). Özellikle son 30 yıl içerisinde yaşanan gelişmeler iklimin değişiminde yaşanan bu hızlanmanın doğal nedenlerle olduğu açıklanamamaktadır. Yani bu değişim insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak görülmektedir. Özellikle fosil yakıtlar ve orman azalması bu çerçevede ele alınan iki önemli gerçektir.

İklim değişimi insan yaşamına yaptığı etkilerin yanında ormanlar üzerine de etkiler yapacaktır. İklim değişikliği orman yangınlarının sıklığını ve yanan alan miktarını artıracak gibi, orman zararlılarının ve hastalıklarının davranışını değiştirecektir. Ağaçların yetişme muhiti koşulları değişeceğinden ağaç göçü ile karşılaşacağız (Flannigan et al, 2000; Stocks et al, 1998; Sturrock et al, 2011). Ormanlar aynı zamanda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmada da önemli role sahiptir. Karbon yutakları olma özellikleri ormanları gelecekte şimdiden daha önemli hale getirecektir.

Küresel ısınma bağlamında ormanların oynadığı veya oynayabileceği rol düşünüldüğünde ülkemizde son 40-50 yıl içerisinde yaşananlara bakıldığında Türkiye'nin çok farklı bir noktada olduğu görülür. Türkiye'de bir taraftan tarihsel süreçte yaşanan sosyo-ekonomik ve siyasal gelişmelerin etkisiyle önemli orman kayıpları yaşanmış; diğer yandan da yine bu gelişmelerden kaynaklı bir orman artışı ile küresel rolünü oynamıştır.

Orman varlığı ve değişimi açısından yaşananlar ülkemizde ilginç bir seyir izlemiştir. Bu bildiri ile ülkemizde orman alanlarının yasal düzenlemeler çerçevesinde nasıl bir değişim gösterdiği ele alınacak ve bu böylece küresel iklim değişimi konusunda ülkemizin rolü ortaya çıkarılmış olacaktır.

Türkiye'de Ormanlardan yararlanma düzeni

Cumhuriyet dönemi öncesinde Türkiye ormanları öncelikli olarak maliye hazinesine gelir sağlamak amacıyla yönetilmiştir. Cumhuriyetin ilanı ile birlikte bir taraftan gelir sağlamak diğer taraftan da ülkemiz açısından stratejik öneme sahip yapı kerestesi, kutuluk kereste, maden direği, travers gibi ihtiyaçların karşılanması düşünülmüştür. Bir taraftan bu ihtiyaçlar kurumsal denebilecek bir düzen ile karşılanırken diğer yandan devlet ormanlarından halkın kişisel ihtiyaçlarını karşılaması da serbest bırakılmıştır. Bütün bu yararlanma düzeni ya da yönetim biçimi hemen her zaman ormanların tahribiyle sonuçlanmıştır. Cumhuriyetin ilanı ile ülkemizde yeni bir dönem başlamıştır. Cumhuriyet hükümeti bu yararlanma düzeninin ormanları tahrip ettiğinin farkındadır. Ancak eli kolu bağlıdır. Ne bu işleri görebilecek bir örgütü veya bu örgütü oluşturabilecek finansal gücü ve yetişmiş personeli vardır ne de devletçe verilmiş işletmecilik haklarını sona erdirdiğinde ortaya çıkacak tazminatları verecek gücü vardır. 1937 yılına kadar özellikle ekonomik koşullar uygun hale gelememiştir. Anılan yılda günümüz ormancılığının da temel düzenleyicisi olan Türkiye ormancılığının en önemli yasal düzenlemesi yürürlüğe konulmuştur. 3116 sayılı ile yürürlüğe konulan bu düzenleme Gümüş (2018) tarafından yazılan "Türk Orman Devrimi" kitabının da ana objesi olarak, bir devrim niteliğindedir.

Yasal Orman Tanımı

Türkiye ilk kez bir orman tanımı ile 3116 sayılı yasa sayesinde tanışmıştır. Orman tanımı, ya da ormanın bir tanımının yapılması ormancılıkta belirlenen amaç veya amaçların gerçekleştirilmesi için ormancılık çalışmalarının sürdürüleceği alanın belirlenmesi açısından zorunluluk taşımaktadır (İstanbul, 1979). Gerçekten de çağdaş anlamda çıkarılmış ilk orman yasası olarak da nitelendirilen 3116 sayılı orman yasasının belki de en önemli yanı ülkede var olan bütün mülkiyet türlerini dikkate almadan ormanları ortak bir tanım üzerinde değerlendirmeye çalışmasıdır. O gün yapılan orman tanımı etkisini uzun yıllar boyunca sürdürmüş ve günümüzde yaşanan küresel iklim değişikliği açısından bile değerlendirilmesi gereken bir nitelik taşıyabileceği görülmüştür.

Türkiye'de orman tanımı dikkatini önemli ölçüde üzerinde ağaç ve ağaççık topluluğu olan alanlara odaklanmıştır. Bu yaklaşım biçimi her şeyden önce elde var olan ağaçlık alanların korunmasını amaçladığını göstermektedir. Bununla birlikte tanım sadece bununla sınırlı değildir. Ağaç ve ağaççıklarla örtülü alanlara zamanla bazı eklemeler ve bu alanlardan bazı eksiltmeler de yapmıştır. Yapılan bu eklemeler ve çıkarmalar zamanla önemli değişiklikler de göstermiştir.

Yasanın ormanı tanımlayan 1. maddesi iki fıkradan oluşmaktadır. Birinci fıkra **“Bu kanunun tatbikinde kendi kendine yetişmiş veya emekle yetiştirilmiş olup da herhangi bir çeşit orman hasılatı veren ağaç ve ağaççık toplulukları yerleri ile beraber orman sayılır.”** şeklinde bir orman tanımı yapılarak, yasanın uygulama alanı belirlenmiş ve hiçbir ayırım yapılmaksızın tüm ormanlar kanun kapsamına alınmıştır. İkinci fıkra ise; **“Sazlıklar ve muhitin tabiatı itibarıyla koru ve baltalık yapılamayan veya step florası ile örtülü yerler, her çeşit dikenlik ve fundalıklarla parklar ve ormanlara bitişik olmayan beş hektardan az sahipli arazi üzerindeki ağaçlar ve ağaççıklar ormandan sayılmaz.”** denilerek orman tanımı kapsamına giren bazı alanların orman rejiminden ayrılması üzerinde durulmaktadır. Buna göre birinci fıkra kapsamına giren, herhangi bir çeşit orman ürünü (hasılatı) veren ağaç ve ağaççık toplulukları, ikinci fıkra yazılı olan koşulları sağlıyorsa orman sayılmamaktadır. Yürürlüğe giren orman yasasının 1. maddesinin 2. fıkrasında tanımlanmış alanlar 3116 sayılı orman yasası hükümlerinin geçerli olmayacağı alanlardır. Yani orman yasasının en önemli işlevi olan ormanların (tanımlanmış alanların) korunması önlemlerinin bu alanlar için söz konusu olmayacağı anlamını taşımaktadır (Gümüş, 2018).

Ülkemizde çağdaş anlamda ilk orman kanunu olarak kabul edilen 1937 tarih ve 3116 sayılı orman kanununda sulak alanlar (sazlıklar) orman sayılmamıştır. Bu kanunu yürürlükten kaldıran ve halen de yürürlükte olan 6831 sayılı orman yasası da benzer şekilde bir politika izlemiş olup, bu yaklaşım günümüzde de varlığını sürdürmektedir.

Su başta insan yaşamı olmak üzere tüm doğal yaşamın vazgeçilmez olan en önemli ögesidir. Tüm uygarlıklarda olduğu gibi Anadolu’da da insan yerleşimlerini etkileyen birinci faktör de su olmuştur. Karadeniz Bölgesi kırsalındaki yerleşimlerin dağınık, Orta Anadolu bölgesindeki yerleşimlerin ise toplu olmasının en önemli nedenlerinden birisi de su kaynaklarına yakın olmak ihtiyacındandır. İnsanlarda olduğu gibi tüm diğer canlılarda da suya yakın olma ihtiyacı vardır. Bu nedenle sulak alanlar bütün canlıların ilgisini çekmekte ve bu alanlar en önemli biyolojik çeşitlilik alanları olarak kabul edilmektedir.

Orman kanunlarında orman sayılmayan alanlar içerisinde gösterilen sazlıklar, ağırlıklı olarak saz bitkileriyle (*Phragmites communis*) örtülü sulak alanlardır. Orman mevzuatında sazlıklar; **“Bataklıklarda yetişen bir senelik veya birkaç yıllık otsu veya yarı odunsu bitkilerdir.”** şeklinde tanımlanmaktadır. Botanik açıdan başta Poaceae ailesinden olmak üzere birçok bitki türü saz kapsamında ele alınmaktadır. Sazlıklar, sulak alanlarda yaşayan bitki ve hayvanlar için en önemli yetiştirme ortamları arasındadır. Aslında birçok yöre veya ülke açısından nadir bulunan yaşam ortamlarındandır.

Orman yasasında sözü edilen sazlıklar aslında **“subasar ormanlarıdır”**. Çünkü orman yasasının 1. maddesinin ilk fıkrası çerçevesinde yapılan tanım ağaç ve ağaççık topluluklarının yer aldığı alanları orman saymaktadır. İkinci fıkra yer alan alanlar ise birinci fıkra kapsamına girmekle birlikte, yani ağaç ve ağaççık topluluklarını içermekle birlikte orman sayılmayan alanları göstermektedir. Buna göre ikinci fıkranın ilk planda ele aldığı sazlıklar üzerinde orman ağaçları içeren sazlıklardır. Bu nedenle bu alanlar **“subasar ormanlar”** olarak isimlendirilen alanlardır. Orman sayılmayan bu nitelikteki alanlar, sulak alanlar içinde sınıflandırılmakta ve yağmur ormanlarından sonra dünyanın en üretken ekosistemleri arasında gösterilmektedir (Balkaya ve Çelikoba, 2005). Ramsar sözleşmesine göre sulak alanlar; **“alçak gelgitte derinliği altı metreyi aşmayan deniz suyu alanlarını da kapsam üzere, doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akar, tatlı, acı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, sazlık, ıslak çayırlar ve turbalıklar”** olarak tanımlanmaktadır (Scott ve Jones, 1995; Balkaya ve Çelikoba, 2005; Pakalne 2004; Altan ve ark., 2004). Sulak alanlar içinde yer alan subasar ormanlar ise **“6 m. ve daha uzun boylu odunsu bitkiler, nemcil vejetasyon, ıslak veya her vejetasyon döneminde su ile doymuş toprakların bulunduğu alanlar”** olarak tanımlanır (Cowardin ve ark., 1985; Ernst ve Brown, 1988). Subasar ormanlar gerek ekolojik dengenin sağlanmasında gerekse biyolojik çeşitliliğin korunmasında büyük önem taşımalarının yanı sıra, bulunduğu bölgeye ekonomik ve kültürel yönden de katkılar sağlar. Bu özel ekosistemlerin oluşmasını sağlayan üç ana bileşen vardır. Bunlar su, toprak ve canlılardır (Yeni, 2005). Bitkiler, subasar ormanlarda diğer canlı grupları için yaşam alanı oluşturdularından dolayı bu alanların oluşumunda etkili olan asli canlı elemanlardır. Hidrolojik yapıdaki değişiklikler, yer altı su seviyesini değiştirmekle birlikte bu alanların varlığını tehdit edecek ve sağladığı faydaları doğrudan veya dolaylı olarak etkileyecektir. Ayrıca su rejimindeki değişimler subasar ormanları oluşturan diğer bileşenlerden toprak ve bitkileri doğrudan veya dolaylı olarak etkileyecektir (Pakalne, 2004; Erdem, 2007; Watt, 2007).

Geçmişte tarım alanı elde etmek veya sıtmayla mücadele için bataklıkların kurutulması ülkemizde başarılması gereken çok önemli bir sorun olarak görülmekteydi. Tek yönlü bakış açısıyla yaklaşımda bulunarak veya zorunluluklardan kaynaklanan baskılarla bu tür alanların yok edilmesi, bir devlet politikası şeklini almış, bu konuda yakalanan başarı da övünç kaynağı olmuştur. Kaynağını sazlık, bataklık gibi sulak alanlarda üreyen sivrisineklerden alan sıtma ile mücadele açısından, bataklıkların kurutulması önemli bir başarı olarak görülmüştü. Gerçekten de 1800'lü yılların sonlarına doğru çok büyük yayılma gösteren **"Sıtma"**, kitlesel ölümlere yol açmakta ve bu nedenle **"Ölüm Hastalığı"** olarak da adlandırılmaktaydı (Gümüş ve Kurdoğlu, 2011).

1937 yılında yürürlüğe giren 3116 Sayılı Orman Yasası ise sıtma ile mücadele çalışmaları açısından bir sorun oluşturmaması bakımından sazlıkları orman tanımı kapsamı dışında tutmuştur (Gümüş, 2018). Sıtma hastalığının özellikle DDT ve diğer ilaçların kullanımı ve bataklıkların drene edilmesi, Okaliptüs gibi ağaç türlerinin dikimiyle belirli oranda kontrol altına alındığı buna karşın etkilerinin sürdüğü yıllarda ele alınan ve 3116 sayılı orman yasasını tamamen yürürlükten kaldıran 1956 tarihli yeni orman kanununda da sazlıklar orman sayılmamıştır.

Her iki dönemde de sazlıkları da bünyesinde barındıran sulak alanlar sadece sıtma ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Aslında o yıllarda sulak alanların ve barındırdıkları biyolojik çeşitliliğin önemi bilinmemektedir. Bu nedenle de sadece tek yönlü bakış açılarıyla değerlendirilmesi yadırganamaz. Oysa günümüze kadar yaşanan gelişmeler önce biyolojik çeşitliliğin ve daha sonra da küresel ısınma ve iklim değişikliğinin birer önemli gerçek olduğunu göstermiş ve bu çerçevede de sazlık ve sulak alanların çok önemli işlevlere sahip olduğu anlaşılmıştır.

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 1996)'ne göre sulak alanlar, dünyadaki kara yüzeyinin % 6'sını kaplar ve küresel karbon havuzunun % 12'sini içerir, bu da küresel karbon döngüsünde önemli bir rol oynar. Küresel iklim değişikliği dünyasında, sulak alanlar, element dinamikleri ve madde akışlarıyla ilgili yakın geleceğin en büyük bilinmeyenlerinden biri olarak kabul edilir (IPCC 2001; Paul ve ark. 2006). Bununla birlikte, restorasyon uygulayıcıları restorasyon projeleri uygularken iklim değişikliğini göz önünde bulundurmalı ve politika yapıcılar iklim değişikliği adaptasyonu ve azaltma stratejilerinin bir parçası olarak sulak alan restorasyonunu teşvik etmelidir.

Funda ve Makilik Alanlar

3116 sayılı orman yasası özellikle de "parasız yararlanma hakkının kaldırılması (Madde 17)" bütün bir toplum üzerinde çok büyük etkiler bırakmıştır (Gümüş, 2018). Toplumun çok büyük kesimiyle kavgalı hale gelmiş, kısa sürede yüzbinlerce vatandaş orman suçları nedeniyle mahkum olmuştur. Orman köylülerinin hoşnutsuzluğunu ortadan kaldırmak amacıyla 1950 yılında orman yasasında değişiklikler yapılmıştır. Bu değişikliklerden günümüzde yaşanan küresel ısınma sorunuyla ilişkilendirilebilecek en önemlisi orman yasasının birinci maddesinde yapılan orman tanımı kapsamına girmekle birlikte maki niteliğinde olan her türden ağaç ve ağaççıkların orman kapsamı dışına çıkarılması olmuştur.

Orman Genel Müdürlüğü (1973) verilerine göre, 1950 yılından itibaren 1962 yılına kadar 601955 hektar alan orman sayılmayan makilik olarak ayrılmıştır. Orman rejimi dışına çıkarılan bu alanlar oluşturulan "Toprak Tevzi Komisyonları" tarafından köylülere dağıtılmıştır.

Halen yürürlükte olan 6831 sayılı orman yasası da orman ve toprak koruma karakteri taşımayan makilikleri orman saymamak yönündeki politikada bir değişiklik yapmamıştır. Halen makilik alanların orman sınırları dışına çıkarılması işlemleri sürüp gitmektedir. Makiliklerin orman kapsamı dışında tutulmaya başlandığı yıllardan günümüze kadar ne miktarda makiliğin bu politikadan etkilendiği kesin olarak bilinmemekle birlikte 1 milyon hektar civarında olabileceği tahmin edilmektedir.

3 hektardan küçük alanlar

1937 yılında yürürlüğe giren orman tanımının yer aldığı yasa maddesinde "orman tanımı" kapsamına giren ancak **"Ormanlara bitişik olmayan beş hektardan az sahipli arazi üzerindeki ağaç ve ağaççıkların"** orman sayılmadığı görülmektedir. Bu durum orman rejimine giren alanları önemli ölçüde daraltıcı bir etki yapmasından dolayı eleştirilere neden olmuştur. Yasadaki hüküm, bağ bahçe, tarla gibi ormancılıktan başka bir amaca ayrılmış olan sahipli ve ormanlardan uzak yerlerde gölgelik veya sınır

işareti olarak ya da toprak kaymasına karşı dağınık bir halde yetişmiş ağaçlarla ilgilidir. Öyle olduğu halde yasa hükmü kötü niyetlerle kullanılmış ve elde ettikleri köy mazbataları ile devlet ormanlarının içine kadar girmiş ve önemli miktarlarda ağaç kesmiş ve ormanları tahrip etmişlerdir (Kozak, 1941). Özdönmez ve arkadaşlarının (1996), İnal'a atfen bildirdiğine göre, söz konusu özelliklere sahip olan alanları ellerinde bulunduranlar bu yasa hükmünden yararlanmak suretiyle kısa sürede bu tür alanları tarım alanına dönüştürmüşlerdir.

Yasanın orman sınırları dışında 5 hektardan küçük ağaç ve ağaççıklarla kaplı sahipli yerlerin orman sayılmamasıyla ilgili hükmü 1945 yılında çıkarılan 4785 sayılı yasa ile ortadan kaldırılmıştır. Bununla birlikte, buna benzer hükümler 1950 yılından itibaren değişik şekillerde sürekli olarak karşımıza çıkmış ve daha sonra çıkarılan yasalarda en çok değişikliğe uğrayan hükümlerden birisi olmuştur.

Halen yürürlükte olan 6831 sayılı yasanın 1. maddesinin G bendine göre ise **"Orman sınırları dışında olup, yüzölçümü üç hektarı aşmayan sahipli arazideki her nevi ağaç ve ağaççıklarla örtülü yerler"**, orman sayılmamaktadır. Bu durum çağdışıdır. Bu bent öteden beri ormansızlaşmanın önemli yasal altyapılarından olmuştur.

Ülkemizde orman sayılmayan 3 hektardan küçük sahipli yerler, ormancılığı gelişmiş bazı ülke ormancılığının dinamizminin önemli bir ögesi konumundadır (Gümüş, 2004). Almanya Gıda, Tarım ve Ormancılık Bakanlığı verilerine göre (Krott, 2004) Almanya'da 0.5-1 hektar aralığında ormana sahip 86396 adet özel orman işletmesi vardır.

Benzer bir şekilde %2 3 oranında özel ormana sahip olan Çek Cumhuriyeti'nde yer alan 150000 adet özel orman sahibinin sahip olduğu ormanların ortalama büyüklüğü de 3 hektardır. Bu ülkedeki özel ormanların yüzde 76.7'si 1 hektardan küçüktür (Sisak, 2003).

Bu uygulama ülkemiz ormancılığının en önemli açıklarından birisi olarak halen gündemdeki gereksiz yerini işgal etmektedir.

Orman Niteliğini Kaybetmiş Alanlar

1937 yılında çıkarılan 3116 sayılı orman yasasının parasız yararlanma hakkını ortadan kaldırması ve ormanda hayvan otlatmasının, keçi ve develerin ormana sokulmasının kesin bir biçimde yasaklanması orman köylüleriyle orman idaresi arasında bitmek tükenmek bilmeyen bir çatışmayı/savaşı/mücadeleyi başlatmıştır. Bu uyuşmazlığın çözümü için çıkarılan 6831 sayılı orman yasası 2. ve 13. maddeleriyle sorunu **"ovalık alanlarda yer alan bir kısım ormanlık alandan vazgeçerek orman içerisindeki köylüleri bu alanlara yerleştirmek ve onların bıraktıkları taşınmazları da ormana katmak ve böylece köylülerin ormana yönelik sürekli müdahalesini önlemek"** gibi bir yöntemle çözmeye çalışmıştır. 1958-1960 yılları arasında bu amaçla 192 bin hektar orman alanından vazgeçilmiş ancak bu alanlara yerleştirilen köylüler önceki yerleşim yerlerini de terk etmemişlerdir. Böylece çözümün kendisi soruna dönüşmüştür. 1960 yılında işbaşına gelen Milli Birlik Hükümeti ilk olarak bu 192 bin hektarlık alanı tekrar orman saymıştır. Ancak daha sonra oluşturulan parlamento ve hükümet bu alanların daha önce tahsis edildiği köylülere tekrar iade edilmesi yönünde çabalar harcamış ve böylece başlayan sorun günümüze kadar çeşitli boyutlar değiştirerek gelmiş ve günümüzde de 2/B sorunu olarak sürmektedir (Gümüş, 2018). Bu çerçevede günümüze kadar yaklaşık 500 bin hektar alan orman sınırları dışına çıkarılmıştır.

Orman Alanlarının Amaç Dışı Kullanımı

Türkiye ormanlarında daraltma ya neden olan diğer bir uygulama da ormanlık alanların başka amaçlara tahsis edilmesidir. Bu durum son yıllarda giderek tehdit edici bir boyuta ulaşmıştır. Özellikle yürürlükte olan 6831 sayılı orman kanununun 17. maddesi çerçevesinde Türkiye ormanları "kamu yararı" bahane edilerek ormanın olduğu gibi korunmasının sağladığı "kamu yararı" hiç te dikkate alınmaksızın başka türden kullanımlara dönüştürülmektedir. Anayasa Mahkemesi 2008 yılında verdiği bir karar ile orman alanlarının başka amaçlar için tahsisi için kamu yararının söz konusu olabilmesi için söz konusu orman-

cılık amacı dışındaki faaliyetlerin orman ekosistemi dışında gerçekleştirilmesi imkanı bulunup bulunmadığı hususu gözetilmek suretiyle belirlenmesi gerekir, şeklinde bir değerlendirme yapmıştır. Buna rağmen bu karar gözüde edileren orman alanları otel, konut, tarla, üniversite, mezarlık, sokak hayvanları bakımevi, okul,kuran kursu gibi birçok alana tahsis edilmekte ve böylece yok edilmektedir.

Uluslararası Standartlar Dışındaki Alanlar

Uluslararası normlara göre 0.5 hektardan daha fazla olan bir alan üzerinde 5 metreden daha büyük ağaçların yüzde 10'dan fazla kapallık oluşturacak şekilde bir arada olmaları veya bu potansiyele sahip oldukları yere orman denilmektedir (FAO, 2012).

Ülkemizde yayınlanan orman tanımlarında, 1937 tarih ve 3116 sayılı orman yasası ve yürürlükte olan 6831 sayılı orman yasalarında orman; **"Ağaç ve ağaççık toplulukları yerleri ile beraber orman sayılır."** şeklinde tanımlanmıştır. 3116 sayılı yasada ağaç ve ağaççıkların orman hasılatı veren ağaç ve ağaççıklardan olması gerektiği ifadesine yer verilirken 6831 sayılı yasada bu hususa yer verilmeyip, orman kavramı içerisinde hangi ağaç türlerinin yer aldığı çıkarılan yönetmeliklerle açıklığa kavuşturulmaya çalışılmıştır (Gümü, 2018).

3116 sayılı yasada ve daha sonra yürürlükteki 6831 sayılı orman yasalarında yapılan orman tanımında kapallık konusunda bir belirginlik yoktur. Buna karşın çıkarılan yönetmeliklerle tanımda yer alan "topluluk" ifadesi; **"Ağaç ve ağaççıkların veya her ikisinin beraberce bulundukları saha üzerinde doğal olarak 0.1 ve daha fazla kapallık oluşturması durumu"** olarak tanımlanmıştır. Böylece mevzuatımızın (yasa ve yönetmeliğin birlikte) dikte ettiği orman tanımı kapallık yönünden öteden beri uluslararası standartlarla uyumludur.

Türkiye'de ne kadar orman olduğunun belirlenebilmesi amacıyla geçen yüzyılın başından 1960'lı yıllara kadar yapılan bütün değerlendirmelerin de bu kıstaslar çerçevesinde yapılan bir takım gözlem ve ölçümlere dayandığı anlaşılmaktadır. Ülkemiz toplam alanının 91 milyon hektar olduğu 1910 yılında Orman ve Maadin ve Ziraat İstatistik Müdürlüğü tarafından yayınlanan bir istatistikte (Kutluk, 1948), ülkemiz orman alanı 8.8 milyon hektar olarak verilmektedir. Prof.Hamit Sadi Selen Türkiye orman alanını 6.2 milyon hektar olarak tespit ederken, Şevket Süreyya Aydemir 8.4 milyon hektar olarak vermektedir. 1950 istatistik yılığında 1934 yılındaki orman varlığının 9.2 milyon hektar, 1944 yılında ise 11.9 milyon hektar olarak gösterilmektedir (İlkmen, 1955).

Her ne kadar 1963 yılından sonraki dönemde yapılan envanter çalışmaları sonucunda ilk sağlıklı veriler elde edilmeye başlanılsa bile 1937 ile 1963 yılları arasında da orman kaynaklarımız ile ilgili bazı gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Bu dönemde yapılan bu gözlem ve ölçümlere göre ülkemiz toplam orman alanı 10,5 milyon hektar olarak tahmin edilmektedir (Osara ve ark., 1968). Yine, İstanbullu (1979) tarafından 1965 yılında tamamlanan doktora çalışmasında da FAO istatistiklerine atfen verilen bilgilere göre de, ülkemizdeki orman alanı 10 584 000 hektardır.

Türkiye'de 1963 ile 1972 yılları arasında yapılan envanter çalışmalarının sonuçları yayınlandığında önceden yapılan tahminlerin çok yanıltıcı olduğu zannedilmişti. 1980 yılında yayınlanan ilk verilere göre ülke orman alanı 20.2 milyon hektar olarak belirlenmişti (OGM, 1980). Buna göre önceki yıllarda yapılan değerlendirmelerle envanter sonuçları arasında iki kata varan farklılık ortaya çıkmıştı. Oysa gerçek öyle değildi. Çünkü gerçekte bizim yapılan ve kapallık yönünden uluslararası standartlara da uyan orman tanımı çerçevesinde kapallığı yüzde 10'un üzerinde sadece 8.8 milyon hektar ormanımız vardı. Geriye kalan 11.3 milyon hektar orman alanı ise yüzde 10'dan daha düşük kapallığa sahip ve bozuk nitelikli diye belirtilen ormanlık alanlardı. Bu alanlar 1960'lı yıllarda orman kanununun 1. maddesine yönelik olarak çıkarılan yönetmelikte yapılan bir değişiklik ile ortaya çıkmıştır. Bu düzenlemede orman tanımında geçen "Topluluk ifadesi" 0.1 ve daha fazla kapallık olarak tanımlandıktan sonra, **"kapallığı 0.1'in altında olmakla birlikte orman bütünlüğü içerisinde kalan ve devletin hüküm ve tasarrufunda olan yerler de orman sayılmaktadır"** denilerek çok büyük miktarlarda alanın orman rejimine alınması sağlanmıştır.

Envanter Dönemi	Orman Alanı	%10+ Kapalılık	%	% 1-10 kapalılık	%
1963-1972	20 199 296	8 856 457	43.8	11 342 839	56.2
1963-1996	20.703.122	10.548.000	50.9	10 155 122	49.1
1973-2004	21.188.747	10.621.221	50.1	10 567 526	49.8
2015	22 342 935	12 704 148	56.8	9 638 787	43.2

OGM, 2015

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de son 50 yıl içerisinde geçen süre içerisinde yaşanan sosyal ve ekonomik gelişmelerin de etkisiyle orman alanları 2 milyon hektardan fazla artış göstermiştir. Başlangıçta 8.8 milyon hektar uluslararası standarttaki orman alanı ise 8.8 milyon hektardan 12.7 milyon hektara çıkmıştır. Yani bu kapsamda yaklaşık 4 milyon hektar artış söz konusu olmuştur. Küresel anlamda yaşanan iklim krizi açısından değerlendirildiğinde ülkemiz ormancılığında yaşanan gelişmeler makiliklerin orman rejimi dışına çıkarılmış olması, 2/B gibi her yönüyle bilimsel ilkelere aykırı uygulamalar, orman tanımından kaynaklanan sorunlara rağmen olumlu sayılabilir.

Türkiye’de nicel anlamda yaşanan olumlu gelişmeler ne yazık ki sözü edilen bilim dışı uygulamaların gölgesinde kalmaktadır. Küresel iklim krizi bağlamında düşünüldüğünde ormanlarımızın niteliğini artırmamız gerekir. Yaklaşık 10 milyon hektar düzeyinde olan yüzde 10’dan daha düşük kapalılığı sahip olan ormanlarımızın en az yarısının ekolojik açıdan odun varlığının artırılması açısından uygun olabileceğini değerlendirmekteyiz. Bu çerçevede bütün ormanların odun üretimi açısından değerlendirilmesinin doğru olmadığını düşünmekteyiz. Şimdilerde küskülük, taşlık kayalık gibi değerlendirmelerle yerleşime açılması düşünülen alanların da olduğu gibi korunmasının bile daha sağlıklı bir düşünce olduğu söylenebilir.

Türkiye 2/B ve benzeri çağdışı ve çağdaş bir devlete yakışmayan uygulamalardan vazgeçmelidir. Orman yasasının 1. maddesi’nin orman tanımı ve rejimi kapsamı dışında tuttuğu sazlıklar (subasar ormanlar), 3 hektardan küçük alanlar gibi uygulamalardan da vazgeçilmelidir.

Ormanların korunması ve artırılması Türkiye’nin birincil ormancılık politikası amacıdır. Bu anlamda küresel ölçekte yaşanan sorunların çözümü ile ulusal ormancılık politikası amacımız uyumludur. Ülkemizde orman varlığımızın artırılması bakımından potansiyel vardır ve bu potansiyel nitel iyileştirmelerle birlikte harekete geçirilmelidir. Böylece ülkemiz küresel sorunların çözümüne de önemli katkılar yapabilecek olanaklara da sahip olacaktır.

KAYNAKLAR

- Altan, T., Artar, M., Atik, M., Çetinkaya, G., 2004. Çukurova Deltasıbiyosfer Rezervi Yönetim Planı. Life- Çukurova Deltası Biyosfer Rezervi Planlama Projesi, 372 S., Adana, İsn : 975-487-118-3
- Balkaya, N., Çelikoba, İ., 2005. Sulakalanlar Ve Kızılırmak Deltası. İi.Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, Mbgak, 17-19 Kasım,İstanbul.
- Cowardin L.M., Carter V., Golet F.C., Laroe E.T. (1985). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States, 79 S.,Washington.
- Erdem O. (2007). Sulak Alanlar - Önemi, Temel Sorunları, Türkiye’nin Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanları. Haber Express, İzmir.
- Ernst J.P., Brown V. (1988). Conserving Endangered Species On Southern Forested Wetlands, Florida. Hook, D.D., Lea. R. Proceedings Of The Symposium: The Forested Wetlands of the Southern United States: A Bibliography.
- FAO, 2012. FRA 2015 Terms And Definitions, Forest Resources Assessment Working Paper 180, Food And Agriculture Organization of the United Nations, 31 S., Rome.
- Ferrati R, Canziani Ga, Moreno Dr (2005) Estero Del Ibera: Hydrometeorological And Hydrological Characterization. Ecol Model 186:3–15

- Flannigan M.D, Stocks B.J, Wotton M. B. 2000. Climate Change And Forest Fires. Science Of The Total Environment. Volume 262, Issue 3, 15 November 2000, Pages 221-229.
- Gümüş, C., 2004. Ormancılık Politikası (Forest Policy), Ktü Orman Fakültesi, Yayın No: 34, C I, 444 S., Trabzon.
- Gümüş, C. 2018. Türk Orman Devrimi, Türkiye Ormanlıklar Deneği Yayını, Dönmez Ofset, 306 S., Ankara.
- Gümüş, C., Kurdoğlu, O., 2011: Türkiye Ormancılık Politikası Açısından Sazlık ve Bataklıklar, I. Ulusal Akdeniz Çevre Ve Ormancılık Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı S. 920-929.
- İlkmén, Ş.N., 1955: Türkiye Orman Kanunundaki Orman Ve Muhafaza Ormanı Mevhumlarının Tanımlanması, Fao Ormancılık Politikası Semineri, 13-25 Eylül 1954, Tebliğler Ii Kitabı, Sayfa 53-69, Yenilik Basımevi, İstanbul.
- IPCC (International Panel On Climate Change) (1996) Climate Change 1996—Impacts, Adaptations And Mitigation Of Climate Change: Scientific Technical Analysis. Contribution Of Working Group I to the Second Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge
- IPCC (International Panel On Climate Change) (2001) Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Technical Summary, and Summary for Policymakers. Third Assessment Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climatic Change,
- IPCC, 2013. Fifth Assessment Report, 2013
- İstanbullu, T., 1979: Türkiye’de Orman Rejimi, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 271, 36 S., İstanbul.
- Kozak, 1941: Orman Kanununun Tatbikatı ve Orman Teşkilatının Hizmet ve Vazifeleri, Orman ve Av, Yıl 13, Haziran 1941, Sayı 6-12.
- Krott, M., 2004: Forest Policy Analysis, Published by Springer, 334.S., Hollanda.
- Kutluk, H.,1948: Türkiye Ormancılığı İle İlgili Tarihi Vesikalar 893-1339(1487- 1923), Osmanbey Matbaası, İstanbul.
- OGM, 1973: Cumhuriyetimizin 50. Yılında Ormancılığımız, Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını Sıra No: 187, Seri No: 145, 510 S., Ankara.
- OGM, 1980: Türkiye Orman Envanteri, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Sıra No: 13, Seri No: 630, Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015, <https://www.ogm.gov.tr/Ekutuphane/Yayinlar/T%C3%Bcrkiye%20orman%20varl%C4%B1%C4%9f%C4%B1-2016-2017.Pdf>, Erişim Tarihi. 24.10.2019.
- Osara, N.O., Rydbo, F., Vakomies, P.J., 1968: Türkiye Milli Ormancılık ve Orman Sanayii Ana Hatlarını Hazırlamakla Görevli Heyetin Rapor Taslağı, Fo:Sf/Tur/26/Draft, 102 S., Fao/Roma.
- Özdönmez, M./İstanbul, T./Akesen, A./Ekizoğlu, A., 1996: Ormancılık Politikası, İ.Ü. Basımevi Ve Film Merkezi, İstanbul.
- Paul S, Jusel K, Alewell C (2006) Reduction Processes in Forest Wetlands: Tracking Down Heterogeneity Of Source/Link Functions With A Combination Of Methods. Soil Biol Biochem 38:1028–1039
- Pakalne M. (2004). Wetland Management Methods İn Protected Nature Areas And Their Application in Life-Nature Projects, Baltic Environmental Forum, Latvia.
- Scott D.A., Jones T.A. (1995). Classification And Inventory Of Wetlands: A Global Overview”, Vegetatio, 118, 3-16
- Stocks, B.J., Fosberg, M.A., Lynham, T.J. Et Al. 1998. Climate Change And Forest Fire Potential in Russian and Canadian Boreal Forests. Climatic Change. January 1998, Volume 38, Issue 1, Pp 1–13.
- Watt S.C.L., Garcia-Bertho E., Vilar L. (2007). The Influence of Water Level and Salinity on Plant Assemblages of Seasonally Flooded Mediterranean Wetland, Plant Ecology, 189,71-85
- Yeni E. (2005). Subasar Orman Ekosistemlerinin Karakteristikleri. Antalya: 1. Çevre ve Ormancılık Şurası.



Analysis of Climate Change Issues in Uganda's Forestry

¹Henry Eric MAGEZI, ¹Taner OKAN

¹Department of Forestry Economics, Faculty of Forestry of Istanbul University-Cerrahpaşa, 34473, Bahçeköy-Istanbul, Turkey

Abstract

There is growing evidence that climate change, specifically higher temperatures, altered patterns of precipitation and increased frequency of extreme events such as drought and floods, is likely to stress forest resources and increase detrimental impacts in many world regions.

In Uganda particularly, human induced climate change is likely to increase average temperatures by up to 1.5 °C in the next 20 years and by up to 4.3 °C by the 2080s. Such rates of increase are unprecedented. Although there is some information and studies conducted to highlight climate change issues in Uganda in general and on some specific sectors like agriculture, and water resources, the focus on the forest sector and climate change is not widely addressed.

The objective of this paper is to highlight the progress and challenges Uganda has in addressing climate change with respect to the forest sector. It sheds light on the policies, priorities, and commitments of the government in responding to climate change and important climate-relevant activities implemented, including activities internationally financed in the forest sector. The paper used secondary information from differ-

ent sources to provide a background analysis on Uganda's forestry and climate change, and put together climate change adaptation and mitigation issues in perspective of the forest sector in Uganda.

Climate change affects current forests through magnified disturbance regimes and future forests through changes in growth rates, mortality rates, and seed production. Although Climate change adaptation and mitigation are, in large part, integrated into forest sector activities; however, it is important to strengthen the interlinkages. There is a need to ensure adequate reflection of forestry concerns in national climate change policies and strategies.

The paper also observes that although there is progress made on the development of policies and strategies, a well-defined institutional setup with appropriate capacity to implement them especially in the forest sector is still missing. This is not only the case at the national level but also at local levels, where the implementation challenge is most acute.

Keywords: Uganda, Forests, Climate Change, Adaptation, and Mitigation

INTRODUCTION

There is growing evidence that climate change, specifically higher temperatures, altered patterns of precipitation and increased frequency of extreme events such as drought and floods, is likely to stress forest resources and increase detrimental impacts in many world regions (IPCC, 2001).

Although there is information and studies conducted to highlight the effects of climate change in Uganda in general and some specific sectors like agriculture, and water resources, the focus on the forest sector and climate change is not widely addressed. Given the importance of forests to climate change, both as carbon sinks and sources of emissions, the forest sector should be at the foremost priority of all climate change initiatives. In climate change mitigation, forests absorb the carbon dioxide emitted into the atmosphere from human activities into terrestrial carbon sinks. Conversely, the destruction of forests contributes to climate change as it causes the release of the stock of carbon accumulated both in the trees themselves and in the forest soil (Duncan, 2019).

There are 2.4 million ha of forest cover in Uganda (12% of the total land area). Woodlands are the dominant forest type, accounting for 62% of the forest area, THF for 21% and plantations for 17% (MWE, 2017). However, Uganda's forests decreased from 3.12 million ha in 2000 to 2.42 million ha (15.3% of land area) in 2015 yet the forest cover in 1990 was 24% of total area in Uganda (MWE, 2017). This mainly due to the increasing demand for agricultural land and fuelwood by the rapidly growing population.

In 2004, the estimate of the total economic value of Uganda's forests was \$304 million or 5.2 percent of GDP (NFA, 2008). In nominal prices, the forest sector recorded a value addition of UGX3,472 billion in 2017/18 and the forestry activities contributed 3.5 percent to GDP in 2017/18 (UBOS, 2018).

This paper highlights the progress and challenges in addressing climate change concerning the forest sector. This paper sheds light on the policies, priorities, and commitments of the government in responding to climate change and relevant climate activities implemented, including activities internationally financed in the forest sector in Uganda.

The paper used secondary information from different sources like sectoral reports, and national plans to provide a background analysis on Uganda's forestry and climate change, and put together climate change adaptation and mitigation issues in perspective of the forest sector in Uganda. The paper also reviews the policies and institutional capacity of Uganda's forestry to adapt and mitigate climate change. We tried to analyze the features and inadequacies of these policies in integrating climate change and forestry issues.

CLIMATE CHANGE IN UGANDA

Evidence of climate change and its impacts in Uganda

In recent decades, trends show that the climate is changing in Uganda. Average annual temperatures increased noticeably by 1.3°C between 1960 and 2010. The frequency of hot days in the country increased significantly (by 20%) between 1960 and 2003, while the frequency of cold days decreased across all months, except December, January, and February. At the same time, people living in low-lying lands are experiencing floods. Prolonged dry seasons are also frequent, leading to loss of crops and livestock (Anonymous, 2014).

The trend of increasing frequency of drought events and increased rainfall variability in recent years is due to climate change (NAPA, 2007). The prediction is that Uganda will continue to experience rising temperatures, which will increase by more than 2 °C by 2030 and by up to 4.3° C by the 2080s (FAO, 2017). Annually, hot days are projected to occur in 15% to 43% of the days by 2060.

Overall, Uganda is a low GHG emission country, ranking 171 of 181 countries in per capita emissions as of 2016 (Knoema, 2019) and contributing 0.07% to global GHG emissions. However, Uganda is the 14th most vulnerable country and the 48th least ready country. Thus, Uganda is very vulnerable to climate change, yet unready to address its effects (Anonymous, 2018).

Impacts of climate change on Uganda's forestry

Forests are subject to several natural disturbances irrespective of climate change, like fires, insect infestation, and disease. However, climate change has the potential to increase both the frequency and intensity of these disturbances; possibly exceeding forest ecological resilience and resulting in permanently altered forests or shifts to non-forest ecosystems (Duncan, 2019).

Shugart et. al, (2003) expect climate change to affect current forests through magnified disturbance regimes and future forests through changes in growth rates, mortality rates, and seed production. US-AID (2012) noted the potential climate change impacts on Uganda's forestry to among others include extensive tree loss due to extreme events (e.g., windstorms and flooding), and changes in growth rates, species composition, and regeneration.

ADAPTATION ISSUES

The Uganda National Climate Change Policy (NCCP 2015) sets a forestry sector specific adaptation policy priority to ensure sustainable management of forestry resources.

It sets out the following forestry sector specific adaptation actions:

- Strengthening the existing national forestry policy to reduce deforestation and forest degradation.
- Promoting intensified and sustained afforestation and reforestation programs implemented by the government, institutions, households and individuals, the private sector, civil society, and multilateral organizations.
- Promoting and encouraging efficient biomass energy production and utilization technologies to reduce biomass consumption.
- Encouraging agro-forestry, which will enable poor rural households to meet their subsistence and energy needs.

In practice, tree planting is the most popular adaptation measure made. However, the sale of charcoal/ firewood is a frequently employed strategy to cope with climate shocks and although recognized by communities to degrade the environment, they have no alternatives (WFP Uganda, 2016).

Uganda also developed the National Climate Change Communication Strategy (UNCCCS 2017-2021). The UNCCCS allows exploring ways to reach out effectively to all stakeholders in Uganda about adaptation to and mitigation of climate change. The strategy outlines forestry specific adaptation messages to the different stakeholders in the country.

However, adaptation challenges remain, including mainstreaming adaptation into the country's medium term development framework. Accomplishing these will require addressing challenges regarding data availability and accessibility, as well as a need for strengthened capacity to predict future climate change and measure sector impacts.

MITIGATION ISSUES

If well planned and implemented, forest management practices and approaches especially those aimed to mitigate deforestation and degradation can be major avenues towards enhancing carbon stocks in forest ecosystems (FAO 2017).

The NCCP 2015 outlines the following specific mitigation strategies to tackle forestry sector issues

- Ensuring that the forest sector continues providing global services in mitigation of climate change while supporting sustainable development needs of the country.
- Provide financial support, technology transfer and provision for capacity building, especially to forest-dependent communities.
- Provide incentives for farmers to establish commercial woodlot plantations, including peri urban plantations.

- Implement a system for supporting research and regular data collection and monitoring the status of the forests in terms of areal extent, distribution, plantation species introductions, and biodiversity.

The NCCP also includes the Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation+ (REDD+). This calls, in particular, for the following measures:

- the mainstreaming of climate change concerns in the relevant sectoral, national and local policies, plans and budgets;
- communicating effectively and promoting participatory approaches in climate change management;
- promoting community-based approaches to adaptation;
- devoting adequate attention to capacity development and institutional set-ups;
- devoting adequate attention to technology needs, development and transfer in climate-change management;
- identifying, developing and influencing financing mechanisms; and
- Providing a credible delivery structure for climate change mitigation (NCCP, 2015).

As with the case of adaptation, the NCCCS outlines specific mitigation messages relating to the forest sector and REDD+ to the different stakeholders in the country.

Till to date, adaptation and mitigation have been treated separately, even though the adaptation measures undertaken by some countries have both adaptation and mitigation components. It is important to develop measures synergizing adaptation and mitigation (FAO, 2017). The REDD+ options provide a good example of both mitigation and adaptation.

In Uganda, actions with both adaptation and mitigation benefits in the forest sector include; promoting intensified and sustained forest restoration efforts (afforestation and reforestation programs, including in urban areas); promoting biodiversity and watershed conservation (including restoration of wildlife corridors); encouraging agroforestry; and encouraging efficient biomass energy production and utilization technologies.

CLIMATE-CHANGE GOVERNANCE AND FINANCE

Integration of climate change issues into forest policies

The NCCP (2015) recognizes the need for broader analysis regarding the legislative and regulatory framework to come up with an enabling Legislative and Institutional Framework for Climate Change Response in Uganda.

Regarding the forest sector in Uganda, in the last decades, Uganda has carried out several Policies, Legal and Institutional Reforms to promote conservation and sustainable use of forest resources. These include putting in place of the National Forestry Policy 2001, the National Forest Plan (NFP) of 2002, enactment of the National Forestry and Tree Planting Act 2003, new institutional arrangements including the Forest Sector Support Department, the National Forestry Authority and the establishment of the District Forestry Services.

In 1993, Uganda carried out a National Inventory of Sources and Sinks of Greenhouse Gases, partly updated in 1995. The emission categories covered in this inventory are energy, industrial processes, agriculture, solvents, land-use change and forestry, and waste. The inventory gives a complete list of emissions of GHG by source, and removals by sinks, in Uganda (FAO, 2017).

In 2011, Uganda submitted a Readiness Preparation Proposal (R-PP) to the Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) to develop strategies addressing the drivers of deforestation and forest degradation. Uganda submitted an acceptable and updated R-PP in May 2012. The Readiness Preparation Grant Agreement was signed on 10 July 2013.

Mabasi (2008) observes that in respect to mitigation measures, Uganda has emphasized “no-regrets” mitigation option measures through the Uganda Enabling Project and the East African power study, which carried out a GHG mitigation assessment in the energy sector. Forestry and land use are among the major sectors given particular consideration when it comes to the Kyoto Protocol mitigation measures of afforestation/reforestation; renewable forms of energy; enhancement of sinks; CO₂ sequestration; and promotion of sustainable forest management practices (the REDD+ aspects).

Global forest-related processes that are underway in Uganda and have an impact on land-use and forest cover change include the Clean Development Mechanism (CDM); Payments for Ecosystem Services (PES); and Forest Law Enforcement, Governance and Trade (FLEGT) Support Program for African, Caribbean and Pacific countries. These all influence the domestic policy environment and the behavior of actors in the forestry sector (Banana et al., 2014).

A Climate Change Unit (CCU) in the Ministry of Water and Environment together with the Forest Sector Support Department (FSSD), a Focal Point for REDD+ interventions, and a REDD working group have been established. These are responsible for coordination, monitoring, and supervision in the forest sector, and for stimulating policy discussions on measures that might contribute to the mitigation of climate change, including sustainable forest management.

Institutional capacity in relation to forest adaptation and mitigation

Uganda was the first country in Africa to develop and endorse its Nationally Determined Contribution Partnership Plan (NDC-PP) in June 2018. It made key commitments in this regard, including, reducing national GHGs emissions by 22% by 2030, reducing climate vulnerability of climate sensitive sectors since the economy is natural resource based, and building climate resilience of key sectors and managing disaster risks. The government has prioritized forest restoration as envisaged in existing targets provided in vision 2040 from the current 12% of total land area to 24%.

Compared to other countries, Uganda ranks high in its number of commitments regarding climate change mitigation and environmental protection. The country launched its National Climate Change Policy (NCCP 2015), submitted Nationally Determined Contributions to the UNFCCC in 2018, has a Green Growth Strategy in place, and has signed up to meet the Bonn Challenge (World Bank, 2019). A Green Growth Strategy guides the implementation of NDPII and supports the implementation of Uganda's NDC.

In addition to the NCCP 2015 is a costed implementation strategy, which contains further detailed provisions. These include a roadmap to early policy implementation, an elaboration of the institutional framework (including on the Focal Climate Change institution and the National Climate Change Commission), and an overview of resources/funding required for implementation of the policy.

While the NCCP 2015 provides direction for key sectors to implement climate change adaptation and mitigation actions, it lacks an enforcement mechanism. In March 2019, the cabinet approved the Climate Change Bill 2018 that among others aims, seeks to enable Uganda to pursue its voluntary mitigation targets of reducing national GHGs emissions. When passed into law, should provide a regulatory framework for monitoring, reporting, and verification of the implementation and impacts.

Financing

The estimated total cost of adaptation and mitigation measures mentioned in the NDC are \$5.3 billion (\$2.9 billion for mitigation and \$2.4 billion for adaptation) of which 70% is conditional upon international support and 30% covered by national sources (Anonymous 2018).

National government expenditures on climate change are relatively low. Between 2008/09 and 2011/12, they were on average 0.2% of GDP, which is significantly lower than the 1.6%, indicated as the necessary investment in the NCCP 2015 Implementation Strategy. These expenditures were around 1% of total government expenditures in these years (FAO, 2017).

Uganda's largest share of financial resources for climate related expenditure comes from donors. Since 2013, Uganda has received additional international climate finance for both adaptation and

mitigation. For adaptation, Uganda is a pilot country of the CIF/Pilot Program for Climate Resilience (PPCR). For mitigation, the UN-REDD national program for Uganda was launched in November 2015. It includes the set-up of a National Forest Monitoring System (NFSM) with appropriate Monitoring Reporting and Verification functions (MRV) with support from the Forest Carbon Partnership Facility of the World Bank and Austrian Cooperation. An investment plan is under preparation for the World Bank Climate Invest Fund (CIF) Forest Investment Program (FIP).

Uganda is also a pilot country for funding under the Scaling up Renewable Energy in Low Income Countries Program (SREP) of Climate Investment Funds (CIF). Uganda also received a grant by the Green Climate Fund (GCF) focusing on wetlands and climate adaptation.

The World Bank supported three carbon finance projects in 2005 in an attempt to seed the Ugandan carbon Market: the National Forestry Authority's Nile Basin reforestation project, the West Nile electrification project, and the Kakira co-generation project. Two of these projects were registered, but the cost and time associated with them served as disincentives in replicating the experience.

CHALLENGES AND RECOMMENDATIONS

Although the Government of Uganda has put in place several climate change policies and strategies as well as institutional coordination mechanisms, there are still challenges and gaps that need immediate attention.

The central government does not allocate enough resources for climate change adaptation at the sub national levels, so all the interventions currently implemented are through donors working with Government and civil society organizations. The challenge however, is that when the projects close, interactions between central and local governments also end and there is no sustainability plan for the completed project. Therefore, mainstreaming climate finance into the Local Governments will be very vital to spur climate action.

Local government institutions are also not functioning adequately. The District Disaster Management Committees and Environment committees are dormant and only activated when there is an officially declared emergency. This undermines planning for emergencies and uncertainties caused by climate change. Strengthening of these committees and availing financial and human resource support will be key for better preparedness and early warning at local levels.

The poor performance by other sectors also affects the NCCP implementation. For example, the government has failed to stop encroachment and issuance of illegal titles in both Central Forest Reserves and Local forest reserves, encroachment of wetlands, curtail charcoal burning among others (MWE, 2016).

Given the fact that REDD+ is a relatively new initiative, Uganda has not yet seen any real benefits apart from bilateral and multilateral support to prepare the countries for REDD+ activities that are underway (and at different stages in the various countries) (FAO, 2017).

Since 70 percent of Uganda forests are under private ownership, there is a need for more support from the private sector to stop or greatly reduce deforestation and degradation. It is necessary to converge the ambition of the private sector with the ambition of governments. This would address the challenges when REDD+ programs and voluntary market-based initiatives usually done independently of one another (WWF, 2015). The success of this combination will ensure a significant increase in funding for saving Uganda's forests, and millions of dollars of pay-for-performance funds available via REDD+ would be unlocked.

CONCLUSION

Forestry is crucial to the lives of millions of Ugandans especially the poorest sections of society. Despite the numerous economic and environmental benefits, Uganda's forests are faced with continuously worsening trends through encroachment, deforestation and forest degradation through conversion of forestland to other land uses.

Climate change impacts on forests are likely to accelerate in the medium and long term if mitigation and abatement efforts are not undertaken. Besides, these climate change impacts on forests are di-

verse and widespread. Understanding their nature and consequences will require further research and assessments, particularly at the level of individual species.

Although Climate change adaptation and mitigation are, in large part, integrated into forest sector activities; however, it is important to strengthen the interlinkages. There is a need to ensure that forestry concerns are adequately reflected in national climate change policies and strategies.

Despite the government committing to actions to mitigate and adapt to climate change, the resources are still meagre given the magnitude of the problem and the level of effort required.

The paper also observes that although there is progress made on the development of policies and strategies, a well-defined institutional setup with appropriate capacity to implement them is still missing. This is not only the case at the national level but also perhaps more at local levels, where the implementation challenge is most acute.

Therefore, there is a need for more efforts to speed up the enactment of the Climate Change law, which will ease the implementation of the National Climate Change Policy 2015.

REFERENCES

- Banana, A.Y., Byakagaba, P., Russell, A.J.M., Waiswa, D. & Bomuhangi, A. 2014. A review of Uganda's national policies relevant to climate change adaptation and mitigation. Insights from Mount Elgon. Working Paper 157. Bongor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Anonymous, 2018. Climate Change Profile: Uganda, 2018. Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands | April 2018 17BUZ108158/E.
- Duncan, B., 2019. Forests and Climate Change. Background Analytical Study prepared for the fourteenth session of the United Nations Forum on Forests March 2019.
- FAO, 2017, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Analysis of forests and climate change in Eastern Africa, Forests and Climate Change Working Paper 16. Rome.
- IPCC, 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contributions of the Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Knoema, 2019. <https://knoema.com/atlas/ranks/CO2-emissions-per-capita> [Accessed: 10/06/2019]
- Mabasi, T. 2008. Assessing the Impacts, Vulnerability, Mitigation and Adaptation to Climate Change in Kampala City. Fifth Urban Research Symposium 2009. Uganda Pentecostal University Fort Portal Uganda. 15pp.
- MWE, 2016. Sector Performance Report 2016, Ministry of Water and Environment. The Republic of Uganda.
- MWE, 2017. Proposed Forest Reference Level for Uganda, Preliminary Document Jan 2017. Ministry of Water and Environment. The Republic of Uganda.
- NAPA, 2007. National Adaptation Program of Action (NAPA), 2007. RoU, Kampala.
- NFA, 2008. National Forestry Authority. Strategic action plan for the period 2008/9 to 2012/13 with priorities for the first five years. Government of Uganda, Kampala.
- NCCP, 2015. Uganda National Climate Change Policy. Transformation through Climate Change Mitigation and Adaptation. Ministry of Water and Environment. The Republic of Uganda.
- Anonymous, 2014. Uganda Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Kampala.
- Shugart, H., Sedjo, R.; Sohngen, B. 2003. Forests and global climate change: potential impacts on U.S. forest resources. Washington, DC: Pew Center on Global Climate Change. p.52



- UBOS (2018). 2018 Statistical Abstract. Uganda Bureau of Statistics, Republic of Uganda
- USAID 2012. Climate Change Adaptation in Uganda. Uganda adaptation fact sheet Jan 2012.
- WFP Uganda, 2016. The Impacts of Climate Change on Food Security and Livelihoods in Karamoja. 2016. Climate Change Department, Uganda National Meteorological Authority (UNMA), the CGIAR program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) and World Food Program (WFP).
- World Bank, 2019. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/05/31/ugandan-government-steps-up-efforts-to-mitigate-and-adapt-to-climate-change> [Accessed: 5/06/2019]
- WWF, 2015. Forests at UNFCCC-COP21: Brief. Bring deforestation-free commitments to life. WWF forest and climate program 2015.



Job Satisfaction of Poplar Producers and Its Effects on Climate Change (Example of SAR)

¹Aşkın BOZKURT, ²İsmet DAŞDEMİR

1. Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, Kocaeli, Turkey, E-mail: askinbozkurt@hotmail.com

2. Bartın University, Faculty of Forestry, Bartın, Turkey, E-mail: isdasedmir@hotmail.com

Abstract

As in natural forests, plantations with fast growing species, especially poplar, contributes significantly to carbon sequestration, and therefore poplar culture is an important sector to be considered within the Kyoto Protocol. Poplar, which has a short rotation age (10-12 years), rapid increment and growth, is a widely used species in industrial plantations to close the supply deficit of wood. Additionally, poplar plantations have great potential for carbon sequestration, reduction of carbon dioxide from the atmosphere, and improvement of carbon cycle and environmental conditions. The aim of this study is to determine the job satisfaction of poplar producers in the Southeastern Anatolia Region (SAR), to include potential poplar production areas by taking measures to increase job satisfaction in the region that is weak in terms of natural forests, and thus to

close the supply deficit of wood, to increase the carbon sequestration, to make positive contribution to preventing global warming and regulating climate change. In this study, the data obtained from the interview conducted with poplar producers in the Adiyaman province selected as representative of the Southeast Anatolia Region and from secondary data sources were used as material. In the first part of the questionnaire, which consists of two parts, the questions related to the socioeconomic features of poplar producers, and the second part of the questionnaire, which was developed in 5-point Likert Scale to determine the job satisfaction of poplar producers were included. The questionnaires were applied to 50 poplar producers in the full area by face-to-face interview method in 2018. Descriptive statistics, the Kruskal-Wallis H-Test and Factor Analysis

were used to evaluate the data. As a result of the analysis and evaluations, it was determined that the most important factors affecting the total job satisfaction of poplar producers were; 1) Freedom and motivation at work, 2) Proving self and benefit, but job satisfaction was not different according to age, education, occupation, poplar area/scale, experience and income. It was also revealed that getting satisfaction of poplar producers from their works and making willingly production activities contributed to the increase of poplar production areas, therefore, job satisfaction was the focal point of the motivation of poplar producers, as job satisfaction increases poplar plantation would increase in the region. It was detected that the area of poplar cultivation in the region was 7,000 ha, but based on the FAO's data, the potential poplar plantations area would be 85,000 ha under the assumption that 5% of the irrigable agricultural land in the region would be allocated to poplar cultivation. As a result of increasing job satisfaction, poplar cultivation in potential areas in the region will contribute to

closing the supply gap of wood by increasing the production of wood; besides, it will have a positive effect on preventing global warming and regulating climate change by capturing carbon during the rotation period. According to the calculations; using the annual carbon sequestration amount of 1 ha poplar area ($173.9 / 11 = 15.81$ tons) in the literature, it is estimated that an average of 1,343,850 tons ($15.81 \times 85,000$) carbon stocks will be realized per year, that is approximately 12 times ($85,000 / 7,000 = 12$) more carbon will be stored as a result of the increase of job satisfaction and the participation of the entire poplar potential area (85,000 ha) to production. According to the results, some suggestions were developed for increasing the job satisfaction of poplar producers and thus the positive effects of poplar afforestation on carbon sequestration and global climate change.

Keywords: Poplar Cultivation, Poplar Producer, Job Satisfaction, Carbon Sequestration, Global Climate Change, Southeastern Anatolia Region, Turkey.

INTRODUCTION

Poplar culture is carried out by farmers in the agriculture land of Turkey. It is estimated that 77,000 hectares (ha) hybrid poplar and 68,000 ha black poplar in Turkey. In Marmara, Central and Western Black Sea Region hybrid poplar is usually grown; in Central, Eastern and Southeastern Anatolia, black poplar is grown. It is stated that in the Southeastern Anatolia Region, approximately in 7,000 ha of area black poplar is grown and 120,000 m³ poplar wood is produced annually (Özkahraman, 1987). Apart from state forests, a significant part of the wood production is obtained from poplar culture. Poplar culture also plays a role in supporting the rural economy. Therefore, the satisfaction of the poplar producer from his work is of great importance in terms of continuity of poplar culture, future and closing of supply gap of wood raw materials (Bozkurt et al., 2018). On the other hand, poplar-based agricultural forestry was adopted by the people due to the reasons such as the incentives of private firms, the great demands of the wood sector, the carbon sequestration, the fast growth of the poplar (20-25 m³/ha /year), the short rotation period (6-8 years), the many uses of wood such as packaging of the wood, timber etc. (Wani and Malik, 2014).

Concerns such as global warming and climate change have changed the cause of interest in forests all over the world. For this reason, the contribution of forests to the world balances as well as the ability to produce wood raw materials for human beings has become a remarkable benefit of all humanity. As in all the world's forests, trees, soils, litter and dead wood in Turkey's forests is stored carbon and the stored carbon has a function of absorbing emissions causing global warming. Therefore, the change in the amount of carbon stored in forests is interpreted as the country's global contributions. Carbon stocks stored in trees in forest of Turkey was calculated in the year 2010 as 575,926,433 tons C (2.1 billion tons CO₂ equivalent), it increased to 642,768,241 tons C (2.4 billion tons CO₂ equivalent) in 2015. According to these values, 13.4 million tons of C/year (49.0 million tons of CO₂ equivalent) carbon is stored in the trees in Turkey forests (TOD, 2019).

Research on job satisfaction is generally related to the measurement of job satisfaction, to determine the factors affecting job satisfaction and whether job satisfaction is different according to personal characteristics (Daşdemir and Ağdaş Okul, 2019). Although there are some studies on job satisfaction in forestry (Yılmaz and Koçak, 2008; Yılmaz et al., 2009; Akyüz et al., 2011; Çok et al., 2017; Bozkurt et

al., 2018; Daşdemir and Ağdaş Okul, 2019), there is no study on job satisfaction of poplar producers and its effects on climate change in the Gölbaşı district of Adıyaman selected representing the South-eastern Anatolia Region.

As in natural forests, plantations with fast growing species, especially poplar, contributes significantly to carbon sequestration, and therefore poplar culture is an important sector to be considered within the Kyoto Protocol. Poplar plantations have great potential for carbon sequestration, reduction of carbon dioxide from the atmosphere and improvement of carbon cycle and environmental conditions. In this study, it is aimed to determine the job satisfaction of poplar producers in the Southeastern Anatolia Region (SAR), to take the necessary measures to increase job satisfaction and to include potential poplar production areas in the region which is weak in terms of natural forests in production and thus to close the wood supply gap and increase the carbon sequestration to make a positive contribution to prevent global warming and regulate climate change.

MATERIAL AND METHOD

The Gölbaşı district of Adıyaman province, where intensive poplar activities were carried out, was chosen as a study area as the representative of the SAR. The province of Adıyaman is located at the junction of the Mediterranean Region to the West of the Southeastern Anatolia Region. There are 9 districts including the central district (Figure 1). These districts are Merkez, Besni, Çelikhan, Gerger, Gölbaşı, Kahta, Samsat, Sincik and Tut. The Gölbaşı district is 63 km away from Adıyaman. It was founded in the southwest of Lake Gölbaşı. In the district, as well as the title deeds on the rivers and lakes, poplar culture activities are carried out in the treasury areas.

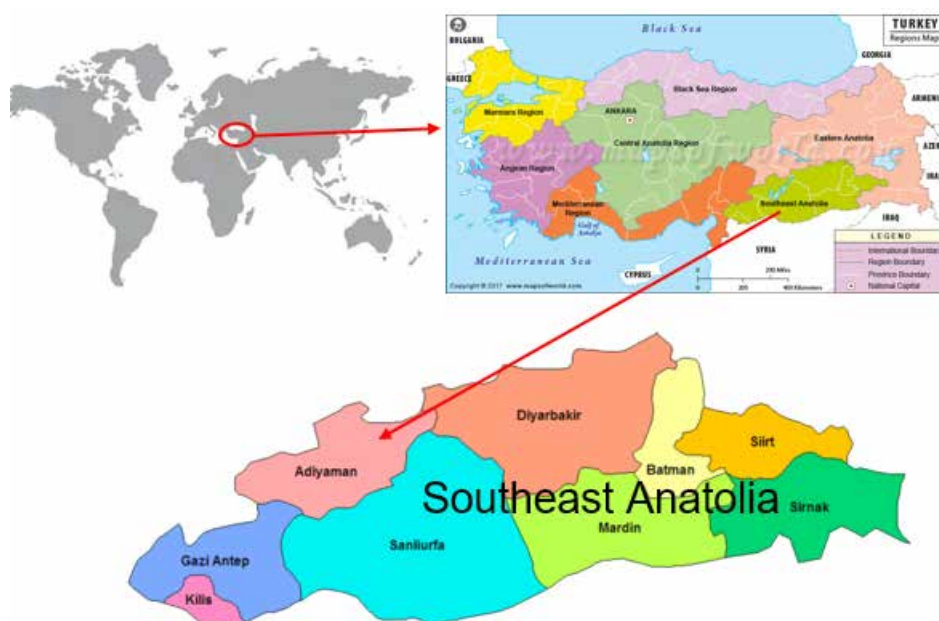


Figure 1. Study Area.

In this study, a survey conducted with poplar producers in the Gölbaşı district and secondary data sources were used as material. In the first part of the questionnaire, which consists of two parts, questions about the socioeconomic characteristics of poplar producers and in the second part, 5-point "Likert Scale" type (1-I am not satisfied, 2-I am less satisfied, 3-I am satisfied at medium level, 4-I am very satisfied 5-I am over satisfied) questions were developed to determine the job satisfaction of poplar producers. The questionnaires were applied to 50 poplar producers in full field by face-to-face interview method in 2018.

In order to evaluate the research data, each question and answer in the job satisfaction questionnaire having 31 questions, which is thought to affect job satisfaction, were accepted as one variable and thus a total of 31 variables were defined. Arithmetic mean, percentage method, tables and figures were used for descriptive evaluation of the data. Factor analysis was applied to determine the factors

affecting the job satisfaction of poplar producers. Kruskal-Wallis H-Test was used to check the differences in job satisfaction of poplar producers according to some socioeconomic characteristics (age, education, occupation, poplar area/scale, experience, income). Data were analyzed using Excel-2010 and SPSS (24.0 version) programs.

RESULTS

Results Related to Socioeconomic Characteristics of Poplar Producers

At the end of the study, the results of some socioeconomic characteristics of 50 poplar producers are shown in Table 1. As a result of the evaluation of socioeconomic characteristics of poplar producers, almost all of the producers were male (98%). It was defined that they are farmers (52%) and they are primary school graduates (58%). Half of the producers produce poplar on an area of 1-10 decares (da). 48% of the producers are in the 41-50 age range. In terms of experience in poplar production, 38% had 25+ years of experience and 36% had 12-24 years of experience.

Table 1. Socioeconomic Characteristics of Poplar Producers.

Features		Number	%	Mean	Features		Number	%	Mean
Age	30-40 year	6	12.0	50.7	Education	Primary school	29	58.0	-
	41-50 year	24	48.0			Secondary school	9	18.0	
	51-60 year	51	22.0			High school	8	16.0	
	≥61 year	9	18.0			University	4	8.0	
Occupation	Farmer	26	52.0	-	Poplar Area/ Scale	1-10 da	25	50.0	26
	Artisan	8	16.0			11-20 da	12	24.0	
	Retired	5	10.0			21-50 da	6	12.0	
	Working	11	22.0			≥51 da	7	14.0	
Income (TL)	≤2,107	34	68.0	2,870	Experience (Year)	0-11	13	26.0	21.4
	2,108-6,862	12	24.0			12-24	18	36.0	
	≥6,863	4	8.0			≥25	19	38.0	
Gender	Male	1	98.0	-					
	Female	49	2.0						

General Results on Job Satisfaction of Poplar Producers

According to the total of the average scores of 1-5 given to each of the 31 questions in the job satisfaction survey developed to determine the job satisfaction of poplar producers, job satisfaction was measured as 116.28 ± 11.17 points (mean $\pm$ standard deviation). The average of all questions was 3.75 ± 0.36 . Considering all 31 questions, the expected job satisfaction score between 31-155 is as follows;

1. Low Job Satisfaction: Score between 31-72,
2. Intermediate Job Satisfaction: Score between 73-113,
3. High Job Satisfaction: Score between 114-155

divided into three level classification and accordingly, the employees had a high level of job satisfaction (116.28 scores). The first three questions with the highest average scores are as follows;

- 1) Having experience in my job ($\bar{x} = 4.26$),

- 2) Being able to work independently in my job ($\bar{x} = 4.18$),
- 3) The poplar clone I preferred for my job ($\bar{x} = 4.14$).

The questions with the lowest average score from the answers given by poplar producers;

- 1) The high demand for buyers for the wood I produce in my job ($\bar{x} = 2.36$),
- 2) Production costs ($\bar{x} = 2.50$) and
- 3) Income from my job ($\bar{x} = 2.76$).

Therefore, maintaining the satisfaction level of the highest rated questions in increasing job satisfaction and for the questions with the lowest scores, measures should be taken to increase the level of satisfaction.

Determination of Factors Affecting Job Satisfaction of Poplar Producers

Factor analysis was applied to determine the factors affecting the job satisfaction of poplar producers. For this purpose, a total of 31 variables were defined as questions/answers related to job satisfaction obtained from the questionnaires applied to a total of 50 poplar producers. Factor analysis was performed with these 31 variables. By using the Principal Component and the Varimax rotation method, factors with a factor load greater than 1 were derived (Kaiser's criterion). According to this, 2 common factors that account for 78.59% of the total variance were derived. The most important factors affecting job satisfaction after rotation, variables that make up each factor, factor loads and the amount of variance explained by each factor is given in Table 2. Common factors to be named and interpreted, factor loads greater than 0.5 were considered as absolute values (Bennet and Bowers, 1977; Mucuk, 1978; Daşdemir, 1996) and factor loads less than this value are not shown in Table 2.

Table 2. Factors Affecting Job Satisfaction of Producers.

Question No.	Factors/Variables	Factor Weight	Explained Variance	
			Quantity	%
	Factor 1: Freedom and Motivation at Work		6.06	46.61
S9	The chance to do things for other people	0.90		
S6	The freedom to use my own judgment	0.86		
S11	To be able to implement the decisions I make about my job	0.86		
S7	Conscientious responsibility in my job	0.84		
S30	Having experience in my job	0.76		
S29	The possibility of irrigation in my job	0.72		
S14	To be able to say my ideas and opinions about my job comfortably	0.71		
S15	Freedom to use my own methods while doing my job	0.71		
S21	Doing my job on my land	0.67		
	Factor 2: Proving Self and Benefit		4.16	31.98
S18	The feeling of success on my job	0.93		
S17	The praise I get for doing a good job	0.92		
S5	That I'm the manager of my own job	0.74		
S2	Being able to work independently in my job	0.72		
TOTAL			10.22	78.59

In Table 2, each factor obtained as a result of factor analysis is named and interpreted as follows considering the variables and factor loads it contains;

In the structure of Factor 1; there are variables S9, S6, S11, S7, S30, S29, S14, S15 and S21 which have significant positive factor loads. These variables are related to the fact that the poplar producer is free in his job, can apply his decisions, use his own methods, and work in his own land. When these variables are evaluated collectively, their common characteristics are related to the freedom and motivation of poplar producers. Therefore, based on the explanations, this factor was named and interpreted as "freedom and motivation at work".

Factor 2, consists of variables S18, S17, S5, S2 with significant positive factor loads. The characteristics of these variables are related to that poplar producers work independently in their job, they are appreciated and they feel successful. Therefore, according to the common characteristic of these four variables, this factor was named and interpreted as "proving self and benefit".

Testing Differences of Job Satisfaction According to Some Socioeconomic Characteristics of Poplar Producers

Whether the job satisfaction of poplar producers is different according to some socioeconomic characteristics (age, education, occupation, poplar area / scale, experience, income) was tested by Kruskal-Wallis H-Test (Kalıpsız, 1988; Özdamar, 2002) (Table 3).

Table 3. Testing Differences of Job Satisfaction According to Some Socioeconomic Characteristics of Poplar Producers.

Features	Kruskal-Wallis H-Test		Description	Mean	N
	Chi-square value	Degree of freedom			
1. Age	5.31	3	Job satisfaction is not different according to age groups.	26.16	50
2. Education	0.38	3	Job satisfaction is not different according to education level.	25.06	50
3. Occupation	2.71	3	Job satisfaction is not different according to the occupation.	26.48	50
4. Poplar Area/Scale	1.89	3	Job satisfaction is not different according to the size of poplar area.	26.89	50
5. Experience	5.57	2	Job satisfaction is not different according to experience.	25.06	50
6. Income	4.57	2	Job satisfaction is not different according to income.	23.74	50

According to these results; 95% confidence level of job satisfaction is not different according to age, education, occupation, poplar area/scale, experience and income.

The Effect of Job Satisfaction of Poplar Producers on Carbon Sequestration

It was stated that poplar producers' satisfaction with the work they do, lovingly and willingly to make production activities contributed to the increase of poplar production areas, so that the job satisfaction is the focal point of the motivation of poplar producer, as the job satisfaction increases, poplar plantations will increase in the region.

There are a total of 1,300 da poplar areas belonging to 50 poplar producers in the Gölbaşı district of Adıyaman province, representing the Southeastern Anatolia Region. According to the calculations made by using literature data (Arora et al., 2014); using the annual carbon sequestration amount of 1 ha poplar area ($173.9/11=15.81$ tons-Mg), it is estimated that an average of 2,055 tons ($1,300 \times 1.581$) carbon stocks will be realized per year in actual production of 1,300 da of poplar area.

It was detected that the area of poplar cultivation in the region was 7,000 ha, but based on the FAO's data, the potential poplar plantation area would be 85,000 ha under the assumption that 5% of the

irrigable agricultural land in the region would be allocated to poplar cultivation. As a result of increasing job satisfaction, making poplar cultivation in potential areas of the region will increase wood production and contribute to close the supply gap of wood raw materials. It will also have a positive effect on preventing global warming and regulating climate change by holding carbon during the production period.

According to the calculations made by using literature data (Arora et al., 2014); using the annual carbon sequestration amount of 1 ha poplar area ($173.9/11 = 15.81$ tons) it is estimated that as a result of increasing job satisfaction, the entire poplar potential area (85,000 ha) will be added to production and an average annual carbon stock of 1,343,850 tons ($15.81 \times 85,000$) will be realized and approximately 12 times ($85,000/7,000 = 12$) more carbon will be stored and it will have a positive effect on preventing global warming and regulating climate change on this ratio.

DISCUSSION

In this study, the most important factors affecting the job satisfaction of poplar producers in the Southeastern Anatolia Region were determined. By taking measures to increase the job satisfaction of poplar producers, it is expected that the potential poplar production areas in the region, where is weak in terms of natural forests, will be included into production, and thus positive contributions will be made to close the supply gap on the one hand, to increase the carbon sequestration to prevent global warming and to regulate climate change on the other hand.

Taking into consideration the average scores of poplar producers' answers to 31 questions in job satisfaction questionnaire; it was determined that the job satisfaction level of poplar producers was generally high. The participants are mostly satisfied about their opinions on job satisfaction, "having experience in my job", "being able to work independently in my job", and "the poplar clone I preferred for my job". In addition, poplar producers stated that they are not satisfied with the production costs and the income they earn in their job, the high demand for wood buyers. Therefore, it is considered important to consider these issues in increasing job satisfaction.

Each question in the job satisfaction questionnaire was defined as a variable and as a result of factor analysis with 31 variables; it was determined that the most important factors affecting the job satisfaction of poplar producers were; 1) Freedom and motivation at work, 2) Proving self and benefit. Approximately 79% of job satisfaction depends on these factors. Paying attention to these factors in developing and expanding poplar cultivation will increase both the success of production and job satisfaction.

According to the calculations made using the literature data; it was estimated that 2,055 tons ($1,300 \times 1.581$) of carbon was stored in the poplar area of 1,300 da where 50 producers actually produced, the average annual carbon stock of 1,343,850 tons ($=15.81 \times 85,000$) would be realized as a result of adding all poplar potential area (85,000 ha) into production due to increasing job satisfaction. In other words, it was predicted that carbon capture would be about 12 times higher than that of the 7,000 ha of poplar in the region, and to this extent, a positive impact would be made on preventing global warming and regulating climate change.

CONCLUSION

Poplar, which has a short rotation age (10-12 years), rapid increment and growth, is a widely used species in industrial plantation to close the supply deficit of wood. Additionally, poplar plantation has great potential for carbon capture, reduction of carbon dioxide from the atmosphere, and improvement of carbon cycle and environmental conditions. By developing measures to increase job satisfaction of poplar producers in the Southeastern Anatolia Region, which is weak in terms of natural forests and introducing potential poplar production areas (85,000 ha) into production, it is possible to make positive contributions to closing the supply gap of wood on the one hand, to increasing carbon sequestration, to preventing global warming and to regulating climate change on the other hand. For this purpose, poplar producers need to get satisfaction from the work they do, to perform production activities with pleasure and willingness, to have experience and to be able to work independently. Additionally, the state should provide consultancy in choosing the best poplar clone, financial support

to producers, take measures to encourage producers, reduce costs and increase their income, and purchase support for poplar wood if necessary.

REFERENCES

- Akyüz, K. C., Koçak, S., Balaban, Y., Yıldırım, İ., Gedik, T. 2011. Investigating Job Satisfaction Level of Employees (The Case of Muğla Forest District Directorate). SDU Faculty of Forestry Journal, 12: 20-26, Isparta.
- Arora, G., Chaturvedi, S., Kaushal, R., Nain, A., Tewari, S., Alam, N.M. 2014. Growth, Biomass, Carbon Stocks, and Sequestration in Age Series of *Populus deltoides* Plantations in Tarai Region of Central Himalaya. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38: 550-560.
- Bennet, S., Bowers, D. 1977. An Introduction to Multivariate Techniques for Social and Behavioral Sciences. ISBN 0 333 18277 4. The MacMillan Press, London, 149 pp. 8.
- Bozkurt, A., Daşdemir, İ., Karakaya, S., Şahin, H. A. 2018. Factors Affecting Job Satisfaction of Poplar Producers in the Sakarya Province. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 20 (3): 609-617. DOI: 10.24011/barofd.461799.
- Çok, N., Göksu, E., Doğaner, A., Kalkan, B., Güneş, Ö. 2017. The Effect of Job Satisfaction and Some Individual Characteristics of the Employees of Elazığ Forestry District Directorate on Job Satisfaction. Turkish Journal of Forest Science, 1(2) 2017: 155-168.
- Daşdemir, İ. 1996. Determination of Success Levels of Forest Enterprises (Example of Northeast Anatolia and Eastern Black Sea Region). Ministry of Forestry, Eastern Anatolia Forestry Research Directorate, Technical Bulletin No: 1, 162 p., Erzurum.
- Daşdemir, İ., Ağdaş Okul, A. 2019. Factors Affecting Job Satisfaction of Employees in the Zonguldak Regional Directorate of Forestry. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 21 (3): 1-11, DOI: 10.24011/barofd.597473, Bartın.
- Kalıpsız, A. 1988. Statistical Methods. İstanbul University, Faculty of Forestry Publication No: 3522/394, İstanbul, 558 p.
- Mucuk, İ. 1978. Factor Analysis as a Modern Research Technique in Business. İstanbul University, Associate Professor Thesis, İstanbul.
- Özdamar, K. 2002. Statistical Data Analysis with Package Programs (4th Edition). ISBN 975-6786-00-7, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 p.
- Özkahraman, İ. 1987. SAR and Indispensable Place of Forestry. GDF. Publication, Ankara.
- TOD, 2019. Turkey Forestry: 2019. TOD Publication No: 47, ISBN: 978-975-93478-4-0, Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara, 164 + 20 p.
- Wani, N. R., Malik, T. H. 2014. Role of Poplars in Agroforestry System in India. http://www.sciencepub.net/newyork/ny0702/006_22978ny070214_50_56.pdf/25.05.2016
- Yılmaz, E., Koçak, Z. 2008. A Study on the Level of Job Satisfaction of the Personnel within the Eastern Mediterranean Forestry Research Directorate. Ministry of Environment and Forestry Publication No: 364, DOA Publication No: 48, Various Publication No: 8, 56 p.
- Yılmaz, E., Daşdemir, İ., Karabulut, S., Koçak, Z., Polat O. 2009. Factors Affecting Job Satisfaction of Personnel Working at the Provincial Organization of Forestry General Directorate: The Case Study of Mersin Forestry Regional Directorate and its Forestry Enterprises. Ministry of Environment and Forestry Publication No: 387, DOA Publication No: 52, Technical Bulletin No: 30, 65 p.



Session Chair: Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ • Co-Chair: Dr. Türkay TÜRKOĞLU

CHAPTER TEN



Greening Urban Resilient Landscapes; Planting Design and Plant Selection Approaches for Adapting in Climate Change

¹Cengiz ACAR, ¹Habibe ACAR, ²Norbert KUHN

1. Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orman Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon, TÜRKİYE

2. Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Berlin / GERMANY

Abstract

Recent research shows that urban settlements around the world have accelerated in the last fifty years. As a result, climate change and unplanned development of urban areas pose problems for human beings and other living things. In cities where droughts, water shortages and demolitions want to play a leading role, they should adopt the integration of natural solutions into global climate change, which should prevent the decline of the quality of urban life, health and biodiversity. For this purpose, in "fourth nature" cities, urban plants should be redefined in terms of urban nature and ecosystem services beyond being seen as romantic and aesthetic elements of space. However, there are many other negative stress factors for plants in urban areas. Sudden changes in climatic factors, especially vegetation temperature and precipitation irregularities,

specifically affect the design and sustainability of species selection in large cities, and need to address species and designs that minimize the need for water-organic-organic matter. Based on these problems, this research focuses on the sustainable design of urban plants and vegetation and resistant cities. Accordingly, the selection criteria and design strains of trees, shrubs, perennials and similar plant species compatible with climate change were emphasized. Rain water management, rain gardens, drought planting applications are examined in terms of ecological and biophilic design.

Keywords: climate change, urban greening, ecosystem services, urban planting design, sustainable solutions

Kentsel Dirençli Peyzajların Bitkilendirilmesi; İklim Değişikliğine Uyumlu Bitkisel Tasarım ve Tür Seçimi Yaklaşımları

¹Cengiz ACAR, ¹Habibe ACAR, ²Norbert KUHN

1. Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orman Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon, TÜRKİYE

2. Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Berlin / GERMANY

Özet

Son araştırmalar, dünyada kentsel yerleşim yerlerinin son elli yılda hız kazandığını göstermektedir. Bunun bir sonucu olarak, iklim değişikliği ve kentsel alanların plansız halde gelişmesi insan ve diğer canlılar için sorunlar oluşturmaktadır. Kuraklıkların, su kıtlıklarının ve yıkımların öncü bir rol oynamak istediği kentlerde, doğal çözümlerin küresel iklim değişikliğine entegrasyonunu benimsemeli, bu da kentsel yaşamın, sağlık ve biyolojik çeşitliliğin kalitesinin azalmasını önlemelidir. Bu amaçla, "dördüncü doğa" kentlerinde, kent bitkileri mekanın romantik ve estetik unsurları olarak görülmesinin ötesinde kentsel doğa ve ekosistem hizmetleri açısından yeniden tanımlanmalıdır. Bununla birlikte, kentsel alanlarda bitkiler için daha birçok olumsuz stres faktörü vardır. İklim faktörleri arasında özellikle bitki örtüsü sıcaklık, yağış düzensizliklerindeki ani değişiklikler spesifik olarak,

büyük kentlerde tür seçiminin tasarımı ve sürdürülebilirliğini etkilemekte, ve su-organik-organik madde ihtiyacını en aza indiren tür ve tasarımların ele alınması gerekmektedir. Bu problemlere dayanarak, bu araştırma kentsel bitkiler ve bitkilendirme ile dirençli kentlerin sürdürülebilir tasarımının ne olması gerektiğine odaklanmaktadır. Buna göre iklim değişikliğine uyumlu ağaçlar, çalılar, çok yıllık ve benzeri bitki türlerinin seçim kriterleri ve tasarım strejileri üzerinde durulmuştur. Yağmur suyu yönetimi, yağmur bahçeleri, kurakçıl bitkilendirme uygulamaları ekolojik ve biyofilik tasarım açısından irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: iklim değişikliği, kentsel yeşilendirme, ekosistem hizmetleri, kentsel bitki tasarımı, sürdürülebilir çözümler

GİRİŞ

"İklim değişikliği sadece acil bir çevre sorunu değil, aynı zamanda modern çağın en büyük sosyal sorunudur."

H. Welzer

Günümüzde kentler; doğal ekosistemlerin parçalandığı, doğal alan kullanımlarından kompleks ve yeni habitatların ortaya çıkardığı, çevresel etmenlerin yaşam üzerinde olumsuz izler bıraktığı alanlar olma yönündedir. Şu anda dünya nüfusunun yarısından fazlası şehirlerde yaşamakta ve 2050 yılına kadar kentleşmeyle birlikte 2,5 milyar insanın dünya nüfusuna katılacağı beklenmektedir. Böylelikle dünya nüfusu, kırsal kesimden kent yaşamına dramatik bir kayma yaşamaktadır. 2007 yılında dünya tarihinde ilk kez kentlerde yaşayan insan nüfusunun kırsalda yaşayan nüfusun üzerine çıkmıştır. 1900 yılında, insanların yalnızca % 10'u şehirlerde ikamet ederken, bu rakamın şimdi % 54'ü geçmesi ve 2050'ye kadar % 66'ya yükselmesi beklenmektedir. Bu durum kentlerde sağlıklı ekosistem hizmetleri talebini gün geçtikçe daha fazla gereksinim haline gelmesine yolaçmaktadır. (BM, 2013).

İklim değişikliği, doğal değişkenlik veya insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklimde zaman içinde meydana gelen herhangi bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır. Küresel ölçekte kentlerde yaşayan nüfusu artması yapılaşmayı tetikleyen bir unsur olarak, yeşil alanları da giderek azaltan bir etken olarak ön plana çıkmaktadır. Yoğunlaşan kent dokusunun giderek doğal alanlara doğru olumsuz yayılması ile kent içinde kalan yeşil alanlar ve bunların çeperlerdeki ve daha da ötesindeki doğal alanlar ile birlikte yeşil alanların nitelikleri ve bağlılıklarının önemi konusunda yeşil altyapı kavramı dünya gündeminde daha fazla konuşulmaya başlanmıştır. Kentleşme probleminin ve çevresel sorunlarının çözümü olarak da peyzajı bir altyapı olarak ele almanın önemi öne çıkmıştır durumdadır.

Küresel iklim değişiminin plansız kentleşme üzerinde daha etkin sorunlar oluşturacağı ve bu yönde "dirençli kent" özleminin gelecek yıllarda dünya insanı ve özellikle ülkemizde daha arzulanabilir olacağı kaçınılmazdır. Yapılaşmanın artması ile doğal alanlardan kent merkezlerine doğru giderek hem sayıca hem de nitelik olarak yeşil alanların azaldığını görmekteyiz. Ekolojik denge ve sürdürülebilirlik için kentsel alanlarda doğadan referans alan yaklaşımları benimsemek önemlidir. Bu noktada kent ve yeşil alan ilişkileri ile bu yeşil alanların doğal elemanlar ile küresel iklim değişikliğine uyum yönünde nasıl planlayacağımız önem kazanmış durumdadır.

Bu nedenlerle bu bildirinin amacı, küresel iklim değişikliğinin etkilerinin görüldüğü kentlerimizde yeşil altyapıya bağlı bitki tür seçimleri ve bitkisel tasarım stratejilerine yönelik yaklaşımlarda ve değerlendirmelerde bulunmaktır.

Kentsel peyzajda iklim değişikliğinin etkileri

Geçen yüzyıldan bu yana dünyanın çoğu yerinde sıcaklığın arttığına dair evrensel bir fikir birliği vardır (Alizadeh, 2016). Yirminci yüzyılın başından bu yana, 1970'lerden beri tanınan 0,4 °C'lik bir artışla, dünya sıcaklığında tahmini 0,6 °C'lik bir artış olmuştur. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2007 Değerlendirme Raporu, 1970-2004 döneminde, sera gazı emisyonlarında yüzde 70'lik bir artış olduğunu göstermiştir (IPCC, 2007). İklim değişikliğinin fiziksel ve biyolojik olaylar üzerinde ve mekansal ve zamansal ölçekler üzerinde önemli bir etkisi olacaktır. Biyoçeşitlilik değişiklikleri, hava kalitesi, doğal bitki örtüsünün dağılımı ve dayanıklılığı, su, toprak kokusu, deniz seviyesi ve ormanların çoğalması ve ölçeğinde olumsuz etkiler hissedilecektir (Bigler et al., 2006).

Küresel bir tehdit olarak karşımıza çıkan iklim değişikliği, dünya kentlerinin diğer doğal veya yarı doğal peyzaj alanlarında olduğu gibi en problemlili konulardandır. Kentler, dünya yüzeyinin % 2'sinden daha azını kapsadığı halde dünya enerjisinin % 78'ini tüketip, tüm karbondioksitin % 60'ından fazlasını üreterek iklim değişikliğini hızlandırıcı bir etkide bulunurken; iklim değişikliğinin küresel boyutundan en fazla etkilenen alanlardır.

Kentlerde iklim değişikliğinin olumsuz etkileri farklı şekillerde görülmektedir. Fosil yakıtların kullanılması, yeşil alanların ve buharlaşma yüzeylerinin azalması; beton ve asfaltla kaplanmış yüzeylerin, yapısal alanların artması ve dolayısıyla geçirimsiz yüzeylerdeki olağanüstü artış ve yüzeysel akışların artması (Wang ve ark. 2001; Dietz ve Clausen, 2005), meteorolojik parametreleri değiştirerek başta kentsel ısı

adalarının belirgin düzeyde yükselmesi yerel ve bölgesel ölçekte iklim değişimine neden olmaktadır (Yuan ve Bauer, 2007). Kentlerde görülecek daha sıcak, daha kuru yazlar, sıcak kışlar, bazı aşırı hava olaylarının sıklığında bir artış, yükselen deniz seviyesi insanların sağlığını etkileyen sıcak hava dalgaları ve yerel su baskınlarına neden olan yağmur fırtınalarla birlikte beklenen bu senaryolar; kentsel iklimi (sıcaklık, yağmur vb.), kent hidrolojisini, kentsel yaşam alanları ve biyoçeşitliliğini (McKinney, 2002; Miller, 1997); artan sayıda ısı dalgası, kuraklık ve taşkın olayı kentsel ekosistem hizmetlerinde olumsuz etkiler ve azalmada rol oynayacaktır. Bu noktada kentsel çevredeki başta insan olmak üzere diğer canlıların ekolojik sağlığı etkilenecek, kent ve kent yakın çevresindeki doğada görülecek habitat kaybı ve ekosistem kırılganlıkları olumsuz ısı, kuraklık, artan yağış yoğunluğu ve giderek artan fırtına olayları ile istenmeyen taşkınların olumsuz sonuçları ile karşı karşıya kalacaktır. Yapılan araştırmalar ve gelecekle ilgili senaryolara göre kentsel ısı adası etkisinin yüksek sıcaklıklar nedeniyle yoğunlaşması ve özellikle yaz aylarında yapıları çevrede insan sağlığına yönelik tehditler kent insanında ciddi sağlık problemlerine işaret etmektedir. 60 yaşın üzerindeki nüfusun, 2010'da% 11'den 2050'ye kadar% 22'ye çıkması ve bunun dünya için ciddi bir zorluk oluşturması beklenmektedir (BM, 2013).

Kentsel dirençli peyzajlar ve önemi

Son elli yılda yapılan araştırmalar kentsel mekanlarda ve kent planlamalarında açık/yeşil alanların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltabileceği ve kent insanının korunabileceğini ortaya koymaktadır. Kentsel ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğe yönelik kentlerin geleceğini güvence altına alabilmenin yolu kentlerin dirençliliğini arttırabilmektir. Dirençli kent; gelecekteki beklenmeyen olaylara karşı (ekonomik, çevresel/ekolojik, sosyal ve kurumsal) karşı absorbe, geri kazanma ve hazırlık yapma kapasitesine sahip kentlerdir. Aynı zamanda dirençli kentler sürdürülebilir kalkınmayı, refahı ve kapsayıcı büyümeyi de kent insanına sağlayan yerlerdir. Bisgrove ve Hadley (2002), "her durumda, bahçeleri yönetmek, insani değişim arzusu da dahil olmak üzere doğal süreçleri yönetmekle ilgilidir." diyerek aslında doğaya uyumlu bir yapıda tasarlanan daha yaşanabilir dirençli kentler için ana unsurun kentin yeşil altyapısının kenti koruyacak biçimde doğayla barışık olması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, insanlar tarafından yönetilen kentsel peyzajları iklim değişikliğine adapte etmede ilk adım yaşadığımız mekanları dirençli yaşam alanlarına ve kentlerine dönüştürmektir.

İklim değişikliğinin kent bitkilerine etkileri

Kent bitkileri, kent peyzajının ana elemanlarından (Pauleit, 2003). Alan kullanımlarına göre çok değişik bitkiler için yaşam ortamları sağlayan kentlerde bitkilerin sahip olduğu ekosistem hizmetleri kent insanına önemli yararlar sağlamaktadır. Ancak, iklim değişikliği ve küreselleşme birbirine bağlı ve etkileri birbirinden kolay kolay ayrılmayan sonuçları pek ayırt edilmemekle birlikte, kentsel peyzajın doğal elemanı bitkiler üzerinde önemli değişimler yaratacağı beklenmektedir. Kentlerdeki bitkisel örüntü açısından istilacı türlerin baskısı ve artışı, yağışların azalması ve artan evapotranspirasyon sonucu su sıkıntısı kentsel bitki örtüsünün canlılığını ve verimliliğini etkileyecektir. Buna karşın bilimsel literatürde bitkiler için önemli olan parametrelerin (geç don, sıcak ve kurak dönemler, büyüme mevsiminin uzunluğu, mevsimsel yağış yer değişimleri, fırtınalar, dolu, don gibi mevsimsel yağışların yüksekliği ve zamanı) iklim senaryosu modellerinde nasıl etki göstereceği çok kesin değildir.

Kentlerde bitkiler birçok olumsuz faktör altında gelişimlerini sürdürmektedirler. Küresel iklim değişikliği ortalama sıcaklık değişimi ve yaz aylarında artan kuraklık, özellikle kentsel alanlarda yükselen aşırı sıcaklıklar, yağış miktarlarındaki değişim ve aşırı olaylarda artan yağış (kış/ilkbahar) ile karbondioksit değişimleri bitkiler üzerinde morfolojik, fizyolojik, ve hatta estetik olarak değişimleri bereberinde getirecektir. Genel olarak denilebilir ki kentlerdeki iklimin tüm faktörleri için (sıcaklık, nem, yağış, bulutluluk, rüzgar hareketi) bitkilerde değişiklikler öngörülmektedir.

Genel olarak bitki örtüsü için aşağıdaki değişiklikler öngörülmektedir:

- Stresörlerin artması,
- Değişen fenoloji (büyümenin erken başlangıcı, daha uzun büyüme periyotları),
- Bitkiyle kaplı alan değişiklikleri,
- Kendiliğinden ortaya çıkan türlerin göç ve çekilme durumları,

- Biyolojik istilalar - Yerel biyosinozları etkileyen türler,
- Ekosistemlerdeki ekolojik etkileşimlerdeki değişiklikler, ayrıca rekabetçi, durumların değişmesi.

Bitkiler iklim değişikliğine nasıl uyum sağlayacak? Bunu kesin olarak bilmek olanaksız olmakla birlikte karşı karşıya kalabilecekleri şartlar hakkında bazı varsayımlar yapabiliriz. Hava sıcaklığı açısından; iklimin değişimiyle daha az soğuk günler, daha uzun büyüme süresi, daha yüksek ortalama sıcaklıklar, daha yüksek maksimum sıcaklıklar ve ısı dalgalarının sayısında, yoğunluğunda ve uzunluğunda artış beklenmektedir. Özellikle yüksek ortalama yıllık sıcaklıklarda; daha yüksek net birincil üretim ve canlılıklardaki değişim, yeni türlerin yayılması ve işgali, yaprak ve iğne yiyen böceklerdeki artış (Bolte ve diğerleri, 2012), geç donma risklerindeki artışlar (Augspurger, 2013), 40 ° C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yangınlar, ozon oluşumunun artması nedeniyle yaprak hasarları, fotosentez performansının azalması ve erken yaprak dökümleri olasıdır (Fenner & Gillner 2017). Özellikle yaz aylarındaki kuraklıklar bitkilerde stoma kapanması, erken yaprak dökülmesi, dalların ölmesi (Korn, 2016), takip eden yılda daha az sayıda yapraklar, orman yangını riski, toprağın hidrolojisindeki farklılaşma (hidrofobiklik); daha az infiltrasyona neden olabilir (Fenner & Gillner 2017). İlkbaharda kuraklığın etkileri ise fidelerin çimlenmesini, zarar görmesini ve ölümünü (Bolte ve ark. 2009) tetikleyecek, yaprak oluşumu için elverişsiz koşullar ortaya çıkacak ve bu nedenle depolanan toprak suyu ve toprak koşulları kışın daha da önem kazanacaktır (Fenner & Gillner 2017).

Yağış projeksiyonlarına göre; toplam yağışın % 20'ye kadar artması, zaman dizisinin değişmesi: yağışın sonbahar ve kış aylarında nadiren ilkbaharda olması, yağış periyodlarındaki anormallikler, daha uzun kuruluk dönemleri daha uzun yağış dönemleriyle değişebilecek ve daha aşırı yağış olayları daha sıklıkla görülecektir. Katastrofik durumlarda ise öngörülen iklim değişikliğinde fırtına olaylarında artış, rüzgar hızlarında artış, şiddetli yağış ve şehirlerde su baskınlarında artış bitkilere karşı olumsuz etkilerde bulunabilecektir. Tüm bunlar kentsel alanlarda sorunlu zararlı türlerin yayılması ile patojenler, küfler, mantarlar ve virüsler gibi hastalıkları planlayarak artan risk seviyesi ortaya çıkaracaktır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUMLU KENTSEL BİTKİ TÜR SEÇİMİ YAKLAŞIMLARI

Bitkiler sürdürülebilir kentsel peyzajlar için anahtar taşlarıdır. Kentsel mekanlarda bitkilerin seçimi ve kullanımı ekolojik olarak duyarlı bir peyzajı teşvik etmenin en kolay yollarından biridir. İklim değişikliği sorunu ile doğal kaynakların dikkatli kullanılmasına duyulan ihtiyaç, aynı zamanda kentsel alanların maliyet açısından tasarruf etmenin bir başka yoludur. İşlevsel, sürdürülebilir ve dirençli ekosistemler oluşturmada, yağmur suyunu engellemede, soluduğumuz havanın temizlenmesine yardımcı olmada, mikro iklimler sağlamada, bal arıları ve diğer faunaya habitat sağlamada ve özellikle yapılı çevrenin neden olduğu "ısı adası" (binaları, yolları ve otoparkları yansıtan ısı) etkilerini yumuşatmada kent bitkileri önemli ekosistem hizmetlerine sahiptir. Bu nedenle kentsel bağlamda bitkilerin kullanımı giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Sağlıklı kentsel yeşil alanlar, sağlıklı bitki türlerinin varlığına bağlıdır (Cushing 2009). Kentsel mekanlarda bitki tür seçimi, bitkilerin karşılaşacakları streslere iyi yanıt vermelerini ve gelecekteki durumlara iyi adapte olmalarını sağlamak için önemli bir adımdır. İyi adapte olmayan bitkiler, en az agresif zararlılardan ve patojenlerden olumsuz olarak etkilenebilir (Konijnendijk ve ark. 2005, Saebo ve ark. 2003). Bitki tür seçimi, bitkilerin karşılaştığı stres miktarının doğal olarak meydana gelenden daha fazla olduğu kentsel yeşil alanlarda özellikle önemlidir. Bitki fizyolojisini bilmek, bitkilere ait büyümeme en çok neyin etkilendiğini ve bitkilerin kentsel koşullara nasıl tepki verdiğini anlamamıza yardımcı olacaktır (Cushing 2009). Isıya, kirlenmeye ve zararlılara dayanıklı bitkiler iyi bir bitki türü seçiminin ana kriterlerinden sadece birkaçıdır (Ligeti ve ark. 2007). Bu şekilde, uygun şekilde dikilen ve optimum büyümeye sahip olan bitkiler, kentsel yeşil alanların kentlerde sahip olduğu birçok faydayı sağlayabilecektir (Roloff ve ark. 2009).

USDA (2004), kent ağaçlarının enerji tasarrufu, kentsel sıcak adaların azaltılması ve küçük boy ağaçlara kıyasla şehri soğutması, yağmursuyu su akışını azaltmak, asfalt kaplamaların ömrünü uzatmak, yerel hava kalitesini iyileştirmek, suyu ve toprağı iyileştirmek, CO₂'i azaltmak, doğal yaşam habitatı sağlamak, mülk değerlerini artırmak, kent estetiğini arttırmak ve insan sağlığını/refahını arttırmada daha etkili olduğu yönünde bulgular sunmaktadır.

Cushing (2009), Miller (1997), Saebo ve diğ. (2003) dünyada bazı kentlerdeki ağaç seçim yöntemleri üzerinde özellikle kültürel kısıtlamalar, sosyal faktörler, çevresel kısıtlamalar, zararlı böcekler, patojenler, topraklar ve mikro iklimlere göre araştırma bulguları vermektedir. Kısıtlı olmakla birlikte kentsel alanlarda yapılan çalışmalarda bitki tür seçimi üzerinde iklim adaptasyonu, hastalıklara direnç ve plastisite en önemli kriterler olarak ortaya çıkmaktadır. Saebo ve ark. (2003) sokak ağaçlarını seçmek için temel özellikler olarak bitkilere ait estetik özellikler, sosyal faktörler, kök kalitesi, büyüme potansiyeli ve şekli, rüzgar direnci, kuraklık direnci, dal/gövde kırılmasına karşı direnç ve hava kirliliğinin toleransına işaret etmektedir. Park ağaçları için kullandıkları kriterler, estetik özellikler, sosyal faktörler, kök kalitesi, büyüme potansiyeli ve şekli, rüzgar direnci ve uzuv kırılmalarına dayanan sokak ağaçları için kullanılan kriterlere yakın benzerlikler sunmaktadır.

İklim ile ilgili kentlerde ana unsur ağaç türleri seçiminde en önemli kriter, türlerin iklimsel toleranslarını incelemektir. İklim toleransı, bitki ve hayvanların yaşadığı bölgelerde yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık ve yağış verilerini gösterir; bitki ve hayvan dağılımının iklimle ilişkisini incelemek ve her bir türün uyduğunu bulmak için yaygın olarak kullanılır (Bartlein ve ark. 1996, Busby 1998, Brereton ve diğerleri 1995). McKenney ve arkadaşları (2007) Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusundaki 130 ağaç türü üzerinde iklim-tür araştırmasında Philadelphia'da 60 ağaç türü için mevcut ve gelecekteki iklim ilişkilerini incelemiştir. Araştırmaya göre Philadelphia'daki bu ağaçların başlıca zararlılarını ve hastalıklarını değerlendirmiş, zararlılara ve hastalıklara iklim değişikliğinin etkileri ortaya konmuştur.

Kentsel mekanlardaki bitki tür seçimlerinde bitkilerin yetiştirme ortamlarına göre davranışları, ekolojik süreçleri ve ekosistemlerine bağlı olarak bilimsel literatürde sınırlı olmakla birlikte başlıca üç yöntem dikkat çekmektedir. Bunlar; Ellenberg gösterge değerleri analizi, iklim-tür-matrisi ve i-Tree Ecomodeli. Bunlardan özellikle iklim-tür-matrisi iklimsel değişkenlerin esnekliğine göre geliştirilebilir ve kentlere uyarlanabilir bir yöntemdir. Buna göre Ruloff vd (2009), Orta Avrupa park ve bahçelerinde iki yüz elli kentsel odunsu türü kapsamlı bir şekilde sınıflandırmaya ve değerlendirmeye çalışmıştır. İki boyutlu bir değerlendirmede, dört derecelik kuraklık direnci ve kışa dayanıklılık belirleyici kriterlerdir. Odunsu türler (potansiyel yükseklikte 10 metreden fazla ağaçlara ve 10 m yüksekliğe kadar ağaç / çalılar), toleransı düşürülerek 1-1 (çok uygun) ile 4-4 (çok sınırlı) arasında değişen 16 kategoriye ayrılmıştır. Bu sınıflandırma, odunsu türlerin kentlerde kullanımını planlamadaki kararlar için sağlam bir temel sağlar. Bu planlama süreci ayrıca toprak parametreleri, gölge direnci, estetik vb. gibi bireysel gereksinimlere bağlı olarak ek kriterler içermelidir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE KENTSEL BİTKİLENDİRME TASARIM STRATEJİLERİ

Kentsel mekanlarda tasarlanmış ve doğal bitki örtüsünün ekosistem hizmetleri oldukça çeşitlidir. Bir önceki bölümde kentsel alanlarda tür seçimine yönelik araştırmalar sunulmuştur. Bitkilerin kentsel alanlarda kullanımında iklim değişikliğine yönelik ekolojik hizmetleri gözönüne alındığında; karbon tutumu, kirlilik kontrolü, iklim düzenleme, mikroklima kontrolü ve ısı adalarında doğal klima oluşturma, taşkın önleme fonksiyonları kentsel bitkilendirmede başlıca tasarım strejilerine temel oluşturmaktadır.

Yapılan araştırmalar ve kentsel alanlardaki bitkilendirme yaklaşımlarına genel olarak bakıldığında ekolojik bitkilendirme yaklaşımları ve biyofilik yaklaşımlar iklim değişikliğine adaptasyonda önem kazanmış durumdadır.

Ekolojik bitkilendirme yaklaşımları ekolojik adaptasyonu ana kriter alan yaklaşımlardır. Bunun için yapılacak bitkilendirmelerde tür kompozisyonlarının iklime ve değişime dirençli olmaları beklenir. Bu noktada iki ekolojik kavram, uyum stratejisi için temeldir: tür çeşitliliğini içerecek plastisite ve dirençlilik.

Plastisite, bir türün bir dizi çevresel koşulda hangi seviyede performans gösterdiğini tanımlar (Hunter 2011). Plastisite arttıkça, türler daha fazla çevresel koşul çeşitliliği altında kalabilir ve çevresel değişimi daha iyi yönetebilir (Hunter 2011). Plastisiteyi ifade eden çeşitli özellikler vardır; sıcaklık, ışık, toprak tipi, toprak nemi koşulları ve çiçeklenme dönemi gibi. Ekolojik direnç ise, ekosistem işlevini, çevresel hasara karşı zarar görmeye karşı koruyarak sürdürme yeteneği olup; hızlıca yeniden düzenleme, yeniden yapılanma ve yenileme yeteneğini ifade eder. Dirençlilik, uyum sağlama kapasitesi, rahatsızlıkları emme yeteneği ve bu rahatsızlıkları öğrenme yeteneği olarak da anlaşılmalıdır.

Biyofilik bitkilendirme yaklaşımları ise ekolojik kriterleri de içerecek şekilde doğayı en iyi yansıtan kompozisyonlardan oluşur. İnsan-ekosistem-yapı ilişkisinde tıpkı doğadaki aura ve bitki davranışları ortaya

konur. Bunun en güzel örneklerini Singapur kentinde görebiliriz. Biyofilik tasarım yaklaşımları iklim değişikliğinin artan riskleri ve etkileri ile nüfus baskısının artmasından kaynaklanan tehditler açısından son derece önemlidir. Sürdürülebilir ve akıllı biyofilik şehirler diğerlerine göre daha yüksek bir yaşam standardı yakaladığını ve sürdürdüğünü ve faaliyet süreleri arttıkça daha yüksek yaşam standartları öngördüğünü göstermektedir. Ayrıca biyofilik yaklaşımlar; hava kalitesi, CO₂ azaltma, mikro iklimlendirme faydaları, taşkın kontrolü ve su kalitesi, gıda üretimi ve ekonomik faydalar olmak üzere çok çeşitli ekosistem hizmetleri sunabilir.

Bu amaçla kentlerde kurakçıl peyzaj, yağmur bahçeleri, çatı bahçeleri, düşey bahçeler, step bahçeleri, çayır ve otlak bahçeleri ile minimum çim alanı içeren çakıl bahçeleri tarzları kentler için yenilikçi bitkisel tasarım ortamları olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Bunlardan yağmur bahçeleri bitkilerle birlikte yağmur suyunu tutarak yüzeysel akışı önlerler ve doğal toprağın kapasitesine bağlı olarak sızıntıya da izin verebilirler. Çayır ve otlak bahçeler, içerdiği biyoçeşitlilik, estetik değeri ile birlikte toprağın korunmasında ve mekanın dirençliğinde önem kazanır. Step bahçeleri özellikle kış soğukları ve yaz kuraklığına dayanıklı türler içermesi açısından kentlere oldukça değerler kazandıracaktır.

ÖNERİLER VE SONUÇ

Gelecekteki iklimi deneysel olarak kesin bilinmemesinden ötürü, bitkilerin ve ekosistemlerin iklim değişikliğine nasıl tepki vereceğini tam olarak anlayamıyoruz. Ancak, kentsel yeşil alanlar ve bitkilendirmeler sadece “kentsel bitki fizyolojisini” anlamak için değerli kaynaklar değil aynı zamanda iklim değişikliğine karşı bitki tepkilerini anlamak için “yaşayan laboratuvarlar”dır. Bu nedenle, şu anda doğal ekosistemlerde çalışan araştırmacılar, kent bitkilerinin değişen bir iklime karşı bitki fizyolojik tepkileri konusundaki araştırmalarını nasıl artırabileceğini düşünmeleri için teşvik etmeliyiz. Kentler birçok bitki türü için “gelecekteki iklim”i sağladığını ve bitki türlerinin iklim değişikliğine nasıl tepki verebileceğini araştırmak için yararlı olacaktır.

Günümüzdeki kentlerde az veya çok yeşilalan ve bu yeşil alanlarda mevcut yada tasarlanan birçok bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Hastalık ve zararlılara dayanıklı, kuraklıktan etkilenmeyen, üretim değeri yüksek, az bakım isteyen ve uzun yaşayan sürdürülebilir bitkilendirmeler kentler için elzem olmuştur. Buna yönelik tür araştırmaları yanısıra kentlerde alan kullanımlarına bağlı mekânsal konumlamalar, mevcut yeşil alanlardaki bitkilerin canlılığını güçlendirmek, doğal süreçlere mümkün olduğunca izin vermek, bakım süreçlerinde ekolojik süreçlerin yönlendirilmesi de önemlidir. Ayrıca doğal olarak yetişen bitki türlerinin seçimi, bu tür peyzaj ve ekosistemler oluşturmada pratik bir anahtardır. Çabalarımız, yerel toprak ve iklime uygun olmayan ürünler yetiştirmek için koşulları değiştirmeye çalışmak yerine, koşullarımızda başarılı olan bitkileri bulmak olmalıdır. Öncelikle bitki gelişimini etkileyen faktörleri göz önünde bulundurmalıyız. Bu, bitkilerin onlara sunabileceğimiz koşullarda nasıl davrandığını görmemize yardımcı olacaktır. Bu tutum doğadan dersler çıkarmayı içerir.

Sonuç olarak;

- Kentsel peyzajlarda iklim senaryoları ve analizi,
- Kentsel peyzaj bitkilerinin detaylı ölçüm, analiz ve olanakları,
- Kentsel peyzajlarda hassas alanlar ve öncelikler-sıcak nokta analizi,
- Kentsel gelişimde iklime hazır bitki türlerinin ve bitkilendirme stratejilerinin kentsel imar planlarının entegre ettiği stratejik, akılcı ve detay/uygulama planları ile belirlenmesi

gibi genel öneriler ile birlikte özelde uygulanabilecek;

- Kentsel yetiştirme ortam ve toprakların rejenerasyonu,
- Su koruma ve yönetimi,
- Dirençli, biyoçeşitlilik değeri yüksek ve kuraklığa toleranslı bitkilendirme,
- Çimden kaçınma,
- Uyarlanabilir esnek peyzaj yönetimi

gibi stratejiler geliştirmeliyiz.

KAYNAKLAR

- Alizadeh, B. 2016. The impacts of climate change on designing sustainable urban landscapes (Doctoral dissertation), University of Sheffield.
- Augspurger, C. K. 2013. Reconstructing patterns of temperature, phenology, and frost damage over 124 years: spring damage risk is increasing. *Ecology* 94: 41–50.
- Bartlein, P.J., K.H. Anderson, P.M. Anderson, M.E. Edwards, C.J. Mock, R.S. Thompson, R.S. Webb, T.W. Webb, C. Whitlock, 1998. Paleoclimate simulations for North America over the past 21,000 years: Features of the simulated climate and comparisons with paleoenvironmental data, *Quat. Sci. Rev.*, 17, 549-586.
- Bigler, C., Braker, O.U., Bugmann, H., Dobbertin, M., Rigling, A., 2006. Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland. *Ecosystems* 9, 330–343.
- BM. 2013. Birleşmiş Milletler Çevre Programı, “Emissions Gap Report”, UNEP, 2013, <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentId=2755&ArticleId=9683>
- Bisgrove, R. and Hadley, P. 2002 Gardening in the Global Greenhouse: The Impacts of Climate Change on Gardens in the UK. Technical Report, UKCIP, Oxford.
- Bolte, A., Beck, W. & Rock, J. 2012. Klimawandel und Klimaschutz erfordern eine Anpassung der Forstwirtschaft. In: C. M. Müller, Monika & M. Hirschmann (eds.): Wald - mehr als Holz. Nutzungsoptionen und Gestaltung unserer Wälder. Loccumer Protokolle 54/11. Rehburg-Loccum: Evangelische Akademie Loccum, pp. 71–89.
- Brereton R, Bennett S, Mansergh I. 1995. Enhanced greenhouse climate change and its potential effect on selected fauna of south-eastern Australia: a trend analysis. *Biol Conserv* 72:339–354.
- Busby, G.W. 1998. Possible effects of climate change on wildlife in western Australia. In Pearman, G.I. (Editor), *Greenhouse: Planning for Climate Change* (pp. 375-386). Melbourne, Australia: CSIRO.
- Cushing, S.P. 2009. Urban tree selection based on environmental stresses and plant responses: development of a selection guide (Unpublished master's thesis). University of Guelph, Canada.
- vDietz, M. E., Clausen, J. C. 2005. A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatment.” *Water, Air, Soil Pollut.*, 167(1–4), 123–138.
- Fenner, D., Gillner, S. 2017. Das Klima in der Region Berlin-Brandenburg - Rückblick, Trends und Auswirkungen auf die Gehölzvegetation. In: Kühn, N., S. Gillner, A. Schmidt-Wiegang (Eds.), *Gehölze in historischen Gärten im Klimawandel - Transdisziplinäre Ansätze zur Erhaltung eines Kulturguts*, Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin. DOI: 10.14279/depositonce-6067.
- Hunter, M. C. 2011. Using ecological theory to guide urban planting design: an adaptation strategy for climate change. *Landscape Journal* 30 (2): 173-193.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change 2007. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., & Schipperijn, J. 2005. *Urban forests and trees*. New York: Springer.
- Korn, S. 2016. Urban tree roots: Problems and peculiarities. In Roloff, A. and Auch, E., editors, *Urban tree management*, pages 36–46. John Wiley & Sons Blackwell, Oxford and Chichester and Hoboken, NJ.
- Ligeti, E., Wieditz, I., Penney, J. 2007. *Climate change adaptation options for Toronto's urban forest*. Ontario, Canada: Clean Air Partnership.
- McKenney, D. W., Pedlar, J.H., Lawrence, K., Campbell, K., Hutchinson, M.F. 2007. Beyond traditional hardiness zones: using climate envelopes to map plant range limits. *Bioscience*, 57(11), 929-937.

- McKinney, M.L. 2002 Urbanization, Biodiversity, and Conservation October 2002 / Vol. 52 No. 10 BioScience 883-890
- Miller, R.W. 1997. Urban forestry- planning and managing urban greenspaces (2nd edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Pauleit, S. 2003. Urban street tree plantings: identifying the key requirements. Proceedings of the ICE - Municipal Engineer, 156 (1), pp. 43–50.
- Roloff, A., Korn, S., Gillner, S. 2009. The climate-species-matrix to select tree species for urban habitats considering climate change. Urban Forestry & Urban Greening, 8, 295-308.
- Saebo, A., Benedikz, T., Randrup, T.B. 2003. Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. Urban Forestry & Urban Greening, 2, 101-114.
- USDA United States Department of Agriculture, 2004. The large tree argument, the case for large-stature trees vs. small-stature trees. Athens, Georgia: Southern Center for Urban Forestry Research and Information.
- Wang, B., Wu, R., Lau, K.M. 2001. Interannual variability of the Asian summer monsoon: contrasts between the Indian and the western North Pacific-East Asian monsoon J. Clim., 14: 4073-4090.
- Yuan, F. & Bauer, M. E. 2007. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. Remote Sensing of Environment, 106 (3), 375–386.



Green Infrastructure Systems in the Context of Sustainable Urban Development and Climate Change

¹Banu Cicek Kurdoglu, ²Sultan Sevinc Kurt Konakoglu, ³Oguz Kurdoglu

1. Assoc. Prof. Dr., Department of Landscape Architecture, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey, banukurdoglu@gmail.com
2. Assist. Prof. Dr., Department of Urban Design and Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Amasya University, 05100, Amasya, Turkey, sultansevinckurt@gmail.com
3. Assoc. Prof. Dr., Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey, oguzkurdoglu@gmail.com

Abstract

Today, with the increase in population, urbanization movements and the development of technology, the environment and atmosphere are polluted. This situation adversely affects the living life and human health. In particular, unplanned construction and consequent destruction of green areas cause ecological problems such as air-water and noise pollution. For this reason, climate changes occurring in urban areas are defined as 'urban heat islands. Urban heat islands mean climate change as people change their cities according to their own lifestyles and increase the concretization by destroying green spaces in cities. Therefore, it has become inevitable to concentrate on cities in efforts to combat climate change. Urban green spaces are consid-

ered as a sub-system of urban infrastructure in order to provide climate control, create livable cities and sustainable cities. Urban green spaces offer many opportunities (recreation, clean air, clean water, climate control etc.) for urban people and urban ecosystems. In fact, the green spaces in cities are the veins of the city. Green areas, which have many contributions to ecological, economic and cultural sustainability, can also be a living environment for other living things, such as humans. The new urbanization concept refers to the concept of green infrastructure other than gray infrastructure to ensure the sustainable development of cities. According to this; sustainability of cultural-historical-natural areas, the use of renewable energy sources, the use of

non-motorized transport system, the reduction of waste consumption, the use of vertical gardens, the use of green roofs, the use of green roads and the continuity of green spaces for the readability of the city is important. Green infrastructure systems are systems that integrate sustainable ecological functions and cultural values in a holistic way. Green infrastructure systems are interconnected with centers, links and areas. In this direction, urban parks, urban forests, green roofs, vertical gardens, green roads and streams in the cities are part of the green infrastructure. Green infrastructure systems in cities contribute to protecting biodiversity, adapting to climate change, providing climate control, establishing

green area networks and supporting the green economy.

The aim of this study is to examine the green infrastructure systems of New York, Boston, Prague and London which have historical, cultural and green continuity. Within the scope of the study, urban parks, urban forests, green roofs, vertical gardens, greenways and rivers that have contributed to the green infrastructure of these cities have been identified and explained.

Keywords: climate change, green areas, green infrastructure systems, sustainable urban development.

INTRODUCTION

Today with the increase in population, urbanization movements and the development of technology, the environment and atmosphere are polluted. This situation adversely affects the living life and human health. In particular, unplanned construction and consequent destruction of green areas cause ecological problems such as air-water and noise pollution. For this reason, climate changes occurring in urban areas are defined as 'urban heat islands'. Urban heat islands mean climate change as people change their cities according to their own lifestyles and increase the concretization by destroying green spaces in cities. Therefore, it has become inevitable to concentrate on cities in efforts to combat climate change.

The functions of the green areas in the cities are as follows (Ahern, 1995; Flink and Searns, 1993; Kurdoğlu et al., 2010; Kurdoğlu et al., 2012):

- Providing air-noise-landscape-climate and pollution control,
- Providing vehicle and pedestrian traffic,
- Social, physical and psychological relief and stress relief of people,
- In the development of nature consciousness in humans,
- Separation of different regions in terms of character,
- In meeting the desire of recreation and aesthetics of the city,
- In the physical balance of the whole city,
- Providing quality life to city people,
- To gain the identity of the city.

The new urbanization concept refers to the concept of green infrastructure other than gray infrastructure to ensure the sustainable development of cities. According to this sustainability of cultural-historical-natural areas, the use of renewable energy sources, the use of non-motorized transport system, the reduction of waste consumption, the use of vertical gardens, the use of green roofs, the use of green roads and the continuity of green spaces for the readability of the city is important (Neal, 2013).

Green infrastructure systems are systems that integrate sustainable ecological functions and cultural values in a holistic way. Green infrastructure systems are interconnected with centers, links and areas. In this direction, urban parks, urban forests, green roofs, vertical gardens, greenways and streams in the cities are part of the green infrastructure. Green infrastructure systems in cities contribute to protecting biodiversity, adapting to climate change, providing climate control, establishing green area networks and supporting the green economy.

Sustainability as a word, diversity and productivity, as well as maintaining the ability of people to be permanent (Holmberg and Sandbrook, 1992). The concept of 'Sustainability' was adopted and signed in 1972 at the Stockholm Conference, the first global assessment of the environment. In the report of the United Nations Brundtland Commission, Our Common Future, sustainable development is defined as, 'development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs'. Sustainable development implies sustainable urbanization. In order to provide sustainability in urbanization, developments that cause minimal environmental harm should be encouraged. By means of ecological sustainability, social-cultural sustainability and economical sustainability, sustainable urbanization recoverable (WCED, 1987; Costanza, 1999; Aklanoğlu, 2009).

The aim of this study is to determine the green infrastructure systems of New York, Boston, Prague and London which have blue-historical-green continuity. Within the scope of the study urban parks, urban forests, green roofs, vertical gardens, greenways and rivers that have contributed to the green infrastructure of these cities have been identified and explained.

MATERIALS AND METHODS

A comprehensive literature review was conducted on the subject, as well as an analysis of national and international examples. This information was then used to analyze photographs of the contributions of blue-historical-green continuity. The subject of blue-historical-green continuity was elaborated and clarified with identity cards that were created for each city (Figure 1). New York, Boston, Prague and London were chosen as study area, which are cities that are associated with their historic urban fabric-culture that possess enlivening water elements (Figure 2-5).

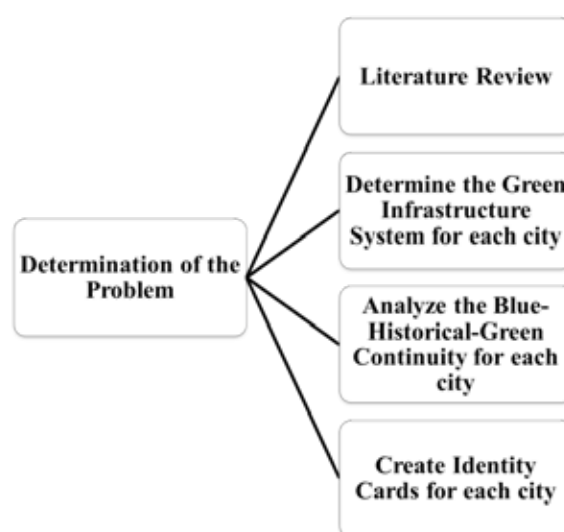


Figure 1. Work-flow chart of study



Figure 2. Study area New York



Figure 3. Study area Boston



Figure 4. Study area Prague



Figure 5. Study area London

RESULTS AND DISCUSSION

Identity cards were created for each city for the elements defining the green infrastructure systems (blue-historical-green continuity) of the cities New York, Boston, Prague and London are given in Table 1-4.

Table 1. New York city's green infrastructure

NEW YORK		
Green Infrastructure	Blue continuity	Hudson River
	Historical continuity	Brooklyn Bridge, 9/11 Memorial Plaza and World Trade Center
	Green continuity	Central Park, Bryant Park, Hudson River Park, Diaroma Park, Teardrop Park, 9/11 Memorial Park, Brooklyn Bridge Park, Paley Park

When the green infrastructure system of the city of New York mentioned in Table 1 are examined, the parks that are lined up within the Hudson River continuity section provide access to the rows of buildings and spaces in the historical continuity section, rendering important elements of urban identity more legible with the contribution of green infrastructure. This route also provides important economic contributions in the form of urban tourism. This route contributes blue-historical-green-continuity for sustainable urban development.

Table 2. Boston city's green infrastructure

BOSTON		
	Blue continuity	Charles River
Green Infrastructure	Historical continuity	Longfellow Bridge, Hatch Memorial Shel
	Green continuity	Charles River Greenway

When the green infrastructure system of the city of Boston mentioned in Table 2 are examined, the recreational value of the green continuity alongside the Charles River is a great contribution to the city. This route also adds significantly to its urban identity. Providing access to the cultural structures Longfellow Bridge and Hatch Memorial Shell, the route renders this section of the city more legible. This route contributes blue-historical-green-continuity for sustainable urban development.

Table 3. Prague city's green infrastructure

PRAGUE		
	Blue continuity	Vitava River
Green Infrastructure	Historical continuity	Old Town Square, Astronomical Clock, Rococo Kinsky Palace, Tyn Cathedral, St. Nicholas Church, Charles Bridge, Prague Castle, St. Salvador Church
	Green continuity	Old Town Square, Governmental Building Garden

When the green infrastructure system of the city of Prague mentioned in Table 3 are examined, the Charles Bridge on the Vitava River connects Old Town Square, Old Town Hall Tower, the Astronomical Clock, Kinsky Palace and Tyn Cathedral on one side to the St. Nicholas Church, Prague Castle, St. Salvador Church and the Governmental Building Garden on the other side. The greenery on these routes contributes to the legibility of these structures. However, the main emphasis in terms of identity is created by the Vitava River and historical structures. This route could provide stronger identity for sustainable urban development by adding greenery to create blue-historical-green continuity.

Table 4. London city's green infrastructure

LONDON		
	Blue continuity	Thames River
Green Infrastructure	Historical continuity	Big Ben, Buckingham Palace, Kensington Palace, Westminster Bridge, Westminster Palace, Lambeth Palace, London Eye, London Bridge, Tower Bridge
	Green continuity	St. James' Park, Green Park, Hyde Park, Kensington Gardens, Inner Temple Gardens, Victoria Embankment Gardens, Whitehall Gardens, Victoria Tower Gardens, Lambeth Palace Garden, Archbishop's Park, Jubilee Gardens, Bernie Spain Gardens

When the green infrastructure system of the city of London mentioned in Table 4 are examined, the historical continuity structures alongside the Thames River are important elements in London's urban identity and green infrastructure. These elements are more legible with the help of the green elements the green continuity section. Meanwhile these elements contribute to sustainable urban development and conserve natural and cultural values. Important elements for urban identity are highlighted by the green continuity section. In this context, the city of London is one of the most important tourism centers in the world thanks to its blue-historical-green continuity.

When the data in Table 1-4 are evaluated, it is seen that the cultural-historical-natural areas are sustainable, and the urban green areas discussed in the green continuity section are accepted as a sub-system of urban infrastructure to create livable cities and sustainable cities.

CONCLUSION

The results of the study can be summarized as follows:

The cities in these identity cards (New York, Boston, Prague and London) owe their identity to natural and cultural elements.

These elements contribute to the green infrastructure systems of cities by creating identity, readable and sustainable cities as long as they are associated with blue-historical-green continuity.

It has been observed that the impacts are higher in these cities where the blue-historical-green continuity creates together.

In today's understanding of urbanization, it is important for cultural, historical and natural elements to be sustainable, and it is important to create green continuity in order to make these elements accessible.

Urban parks, urban forests, green roofs, vertical gardens, greenways and rivers, which are a part of green infrastructure in cities, have positive contributions to urban climate and ecosystem.

REFERENCES

- Ahern, J. 1995. Greenways as a Planning Strategy. *Journal of Landscape Urban Planning* 33: 131-155.
- Aklanoğlu, F. 2009. Sustainability of Traditional Settlements and Ecological Design: A case Study on Sille, Konya. PhD Thesis. Turkey: Ankara University.
- Costanza R. 1999. The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics* 31: 199-213.
- Flink, C., Searns, R. 1993. *Greenways: A Guide to Planning Design and Development*. Washington: The Conservation Fund.
- Holmberg J., Sandbrook R. 1992. Sustainable development: what is to be done. In *Making Development Sustainable*, ed. Holmberg J., 46. USA: International Institute for Environment and Development.
- Kurdoğlu B.Ç., Demir S., Kurt S.S. 2012. Green Continuity: Contribution of Greenways To City and Urban Life, in 6th EFLA Regional Congress, *Green Infrastructure: From Global to Local*, St. Petersburg, pp. 80-81.
- Kurdoğlu, B. Ç., Düzgüneş, E., Cındık, Y. 2010. Greenway approaches making out the missing green structure and historical values in rapid urbanization process, in 1st Japan&Turkey International Symposium Proceeding, Trabzon, pp. 1324-1340.
- Neal, P. 2003. *Urban Villages and the Making of Communities*. London-New York: Spon Press.
- WCED. 1987. *World Commission on Environment and Development, Our Common Future*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>, (accessed on 9 October, 1987).



Role of the Forest Management Certification in Mitigating Climate Change

¹Turkey TURKOGLU, ²Ahmet TOLUNAY

1. Department of Forestry, Koycegiz Vocational School, Mugla Sitki Kocman University, Koyceğiz, Mugla, Turkey
2. Department of Forest Economics, Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Science, Isparta, Turkey

Abstract

Forests have indispensable role in climate regulation. Trees and forest soils in the world store Carbon as much as our atmosphere contains nearly. Climate change harms the natural ecosystems on which we depend on such as food, health and many of the products that we are benefited from forests. The forest certification calls climate change as a very serious threat to the world. The forest management certificates, control and monitor performance, demand corrective actions where necessary, and withdraw certificates when companies no longer comply with certification requirements. Global framework for forest management certification standards has been giving special attention to protecting the function of forests in order to mitigate climate

change since 2015. This study aims to investigate the role of the forest management certification in mitigating climate change in forests. As a result, certification scheme for forest management outreaches to consumers with its labels, contributes to mitigating climate change by promoting sustainable forest management. Sustainable forest management and the sustainable use of forest products are essential elements in climate change mitigation and adaptation policies. The use of some part of the forest as a carbon bank supports climate change mitigation. The certification also contributes to use of the recycling of wood materials in climate change mitigation.

Keywords: Climate change, Forestry, Forest management certification



Özet

Ormanların iklimin düzenlenmesinde vazgeçilmez bir rolü vardır. Dünyadaki ağaçlar ve orman toprakları, atmosferimizde olduğu kadar karbonu depolar. İklim değişikliği, gıda, sağlığımız gibi ormanlardan faydalandığımız ürünlerin ve hizmetlerin çoğunun bağlı olduğu doğal ekosistemlere zarar vermektedir. Orman yönetim sertifikası iklim değişikliğini dünya için çok ciddi bir tehdit olarak nitelendirmektedir. Orman yönetimi sertifikaları, orman idarelerinin performansı kontrol etmek, izlemekte ve sertifika kullanımına izin vermesi dolayısıyla gerektiğinde düzeltici eylemler talep ederek küresel ölçekte bir birliktelik sağlamaktadır. Orman yönetimi sertifikaları ile özellikle 2015 yılından itibaren küresel iklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik küresel ölçekte önlemler alınmasını zorlamaktadır. Bu çalışma, orman yönetim sertifikasyonunun ormanlardaki iklim değişikliğini azaltmadaki rolünü araştırmayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, ormancılıkta sertifikasyon süreçleri ile sürdürülebilir orman yönetimini teşvik etmekte ve orman ürünlerindeki sertifika etiketi ile tüketicilere ulaşarak iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Sürdürülebilir orman yönetimi ve orman ürünlerinin sürdürülebilir kullanımı, iklim değişikliğinin azaltılması ve uyum politikalarında temel unsurlar arasındadır. Ormanların bir kısmının karbon bankası olarak kullanılması iklim değişikliğinin azaltılmasını desteklemektedir. Ayrıca, sertifika sistemi, geri dönüşümlü ahşap malzemelerin kullanımını teşvik ederek iklim değişikliğinin azaltılmasına önemli katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Ormancılık, Orman yönetim sertifikası

GİRİŞ

İklim sistemi, Yerküre'nin yaklaşık 4.5 milyar yıllık tarihi boyunca milyonlarca yıldan bu güne kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal olarak değişme eğilimi göstermiştir. Etkileri jeomorfolojik ve klimatolojik olarak iyi bilinen en son ve en önemli doğal iklim değişiklikleri, 4. Zaman'daki (Kuvaterner'deki) buzul ve buzularası dönemlerde oluşmuştur (Türkeş et al., 2000). Fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, arazi kullanımı değişiklikleri ve sanayi süreçleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısı ile dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır (Türkeş et al., 2008).

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Türkiye'nin üç tarafından denizlerle çevrili olması, arızalı bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkileneceği belirtilmektedir (Öztürk, 2002).

Ormanlar, odun ve odun dışı orman ürünlerinin üretildiği önemli bir hammadde kaynağı olmasının yanında önemli ekolojik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir. Ormanların hem çevresel koşullara uygun hem de sosyal ve ekonomik açılardan topluma fayda sağlayıcı bir şekilde yönetilmesi, günümüz orman yönetim felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Bu sebeple, bazı uluslararası çevreci sivil toplum kuruluşları tarafından dünya ormanlarının sosyal, çevresel ve ekonomik olarak iyi yönetilmesini sağlamak amacıyla çeşitli sertifika sistemleri oluşturulmuştur (Türkoğlu, 2011).

Orman kaynaklarının sürdürülebilir, doğayla barışık işletilebilmesini hedefleyen orman sertifikasyon işlemleri, gerek dünyada gerek ülkemizde her geçen gün önemini arttırmaktadır. Bunun yanında sertifikalı orman ürünlerinin, uluslararası ticarette her geçen gün artan oranda aranan unsurlardan birisi haline gelmiştir (Koçak, 2016). Sertifikasyonun amacı dünya ormanlarının yönetimi ve uygulamalarının iyileştirilmesi ve yasal olmayan yollarla elde edilen orman kaynaklarının işletmeler tarafından kullanılmasının önlenmesidir (Tolunay and Türkoğlu, 2011). Uluslararası kabul görmüş en uygun standartlar çerçevesinde yönetilen ormanlara, orman yönetim sertifikası verilerek, bu sayede, çevreci bilince sahip kuruluşlar ve tüketiciler tarafından bu ormanlardan üretilen hammaddelerin kullanılması teşvik edilmektedir (Türkoğlu and Tolunay, 2013).

Orman Yönetim Konseyi (Forest Stewardship Council, FSC) Orman Yönetim Konseyi (Forest Stewardship Council, FSC) ve Orman Sertifikasyon Onay Programı (The Programme for the Endorsement of Forest Certification, PEFC) en çok tanınan orman yönetim sertifika sistemi bulunan iki uluslararası kuruluştur. FSC orman yönetim sertifikası, FSC tarafından geliştirilmiş prensip ve kriterlerin sağlanması ile orman işletmelerin yönetimini sertifikalandırmaktadır. Orman yönetim sertifikası iklim değişikliğini dünya için çok ciddi bir tehdit olarak nitelendirmektedir. Orman yönetimi sertifikaları, orman idarelerinin performansı kontrol etmekte, izlemekte ve sertifika kullanımına izin vermesi dolayısıyla gerektiğinde düzeltici eylemler talep ederek küresel ölçekte bir birliktelik sağlamaktadır. Orman yönetimi sertifikaları ile özellikle 2015 yılından itibaren küresel iklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik için küresel ölçekte önlemler alınmasını zorlamaktadır. Bu çalışma, orman yönetim sertifikasyonunun ormanlardaki iklim değişikliğini azaltmadaki rolünü araştırmayı amaçlamaktadır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANLAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği yeryüzündeki canlıların yaşam alanını tehdit edebilecek en büyük tehlikeler arasındadır. Bu nedenle de, şüphesiz son zamanların önemli gündem maddelerinden birisidir. Bu tehlikeye karşı insanoğlunun duyarsız kalmamakta ve bu konuda duyarlılığını küresel çözümlerin sağlanması, bilimsel araştırmaların sonuçlarına göre önleyici tedbirlerin alınması önemlidir (Sağlam et al., 2008).

Ormanlar iklimsel değişikliklere oldukça duyarlıdır. Ormanların, olası bir iklim değişikliğinde (sıcaklık, yağış uç olaylar, zararlıların yayılışı ve yangınlar), değişeceği ön görülmektedir. Ekolojik dengenin temel unsurlarından biri olan ormanlar ile çayır ve meraların tahrip edilmesi, korunan alanların yeterince korunamaması, iklim değişikliği açısından büyük sorunlar ortaya çıkarmaktadır (Görmez, 1991). Türkiye'de, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır.

Ormanların iklim düzenlemesinde vazgeçilmez bir rolü vardır. Dünyadaki ağaçlar ve orman toprakları, atmosferimizde olduğu kadar karbonu depo etmektedir. İklim değişikliği, ormanlardan faydalandığımız birçok ürün ve hizmetleri etkileyerek doğal ekosistemlere zarar vermektedir. İklim değişikliğinin ormanlara olan etkisini dört başlık altında toplayabiliriz;

- Sıcaklıkların değişimi
- Artan Karbondioksit miktarının olumsuz etkileri
- Habitat uygunluğundaki değişiklikler
- Beklenmedik olaylar (yoğun yağış, buz fırtınası, sıcak hava dalgaları, rüzgar fırtınaları)
- Etkileşimler (orman zararlıları ve hastalıkları; orman yangını potansiyeli)

Her bitkinin yaşamını sürdürebildiği bir sıcaklık aralığı ve en iyi gelişme gösterdiği bir sıcaklık noktası bulunmaktadır. Küresel ısınmanın lokal sıcaklıkları değiştireceği düşünülürse birçok orman türünün, yaşam faaliyetlerini sürdürebileceği sıcaklık aralığının dışındaki ortam nedeniyle yaşamını sürdüremeyeceği öngörülmektedir (Canlı, 2010). Küresel ısınma ve iklim değişikliği, kurak sezonları arttıracığı, yağışları dengesizleştireceği, daha kısa kış mevsimi oluşturacağı için bitkilerin ve ağaçların büyüme mevsimini doğrudan etkileyebilir. Yaban hayatını da olumsuz etkilemektedir. Özellikle belirli yaşamsal aktiviteleri başlatmada zamansal uyarılara ihtiyaç duyan birçok canlı için mevsim değişiklikleri önemli problemler yaratabilir. Kuşların göçleri, üreme mevsimleri, günlük beslenme aktiviteleri karışabilir veya mevsimlerin kısalması ya da uzamasıyla karmaşık bir hale gelebilir (Sağlam et al., 2008). İklim, coğrafi dağılım, ormanların bileşimi ve üretkenliği, tür popülasyonları ve göç, evcil hayvan ve hastalıkların oluşumu ve orman rejenerasyonunun önemli bir belirleyicisidir. Küresel iklimde meydana gelecek değişimler, böcekler de dâhil pek çok hayvanın davranışını ve yaşam tarzını etkileyecektir. Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan kuraklık nedeniyle yangınların başlama ve yayılma oranında bir artış beklenmektedir. Orman formasyonunu oluşturan bitki türleri belirli su isteklerine sahiptir, ancak adaptasyon yetenekleri oranında kuraklığa ve yoğun yağmura dayanabilirler. Bu adaptasyon yeteneği türler arasında değişim göstermekle birlikte belirli bir limiti olan ve bu limit aşıldığında bitkinin ölümüne engel olmayan bir özelliktir. Kar örtüsü özellikle ormanın yeni gelişen genç bitki türlerini soğuktan izole etme özelliği ile yeni bir jenerasyon oluşturarak devamlılığını sağlamasına olanak verir (Canlı, 2010).

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ AZALTMADA ORMAN YÖNETİMİ SERTİFİKASININ ROLÜ

Bu çalışmada, FSC Orman Yönetimi Sertifikası kriter ve göstergelerinden hareketle iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına ilişkin uyguladığı yaptırımlar ve izlediği politikalardan bahsedilmiştir. Orman yönetimi için uygulanan FSC sertifikasyon programı ve orman ürünleri için uygulanan gözetim kontrol zinciri sertifikası (CoC) çeşitli kriter ve göstergelerle iklim değişikliğini azaltmaya yönelik küresel ölçekte önlemler almak için çeşitli araçlar geliştirmiştir.

Özellikle orman endüstri işletmelerinde CO₂ salınımı üzerinde ve ahşap malzemelerin geri dönüşümünü teşvik ederek iklim değişikliğini azaltmaya katkıda bulunur. Önümüzdeki yıllarda, orman ürünlerine olan talep, kısmen iklimden ilham alan politikalar nedeniyle önemli ölçüde artacaktır. İnşaat sektöründe, odun'un nispeten düşük enerjili ayak izi, onu giderek yaygın şekilde kullanılan bir yapı malzemesi haline getirmektedir. Ayrıca, fosil yakıtlar yerine biyokütlelerden faydalanılması önemli gelişmeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak ormanlar üzerindeki en büyük etki, fosil yakıtlara alternatif olarak biyo-enerjinin tanıtımının kısmen orman kaynaklarına dayandığı enerji sektöründeki politikalardan oluşabilir. Biyokütle şu anda, çoğunlukla yakacak odun ve odun kömürü şeklinde küresel birincil enerji arzının yüzde dokuzunu sağlamaktadır. Bu tür gelişmeler, ahşabı yenilenebilir ve sürdürülebilir bir malzeme ve enerji kaynağı olarak kullanılmasını yaygınlaştırabilir. (FSC, 2019). FSC tarafından Orman yönetim sertifikası için uygulanan prensipler şu şekildedir (FSC, 2019);

Prensip 1: Yasalara Uyum

Prensip 2: İşçi Hakları ve İstihdam Koşulları

Prensip 3: Yerli Halkların Hakları

Prensip 4: Topluluk İlişkileri

Prensips 5: Ormandan Yararları

Prensip 6: Çevresel Değerler ve Etkiler

Prensip 7: Yönetim Planlama

Prensip 8: İzleme ve Değerlendirme

Prensip 9: Yüksek Koruma Değerleri

Prensip 10: Yönetim Faaliyetlerinin Uygulanması

İklim değişikliğinin azaltılmasında rol oynayacak önemli yaptırımlar bu temel 10 prensipte ve bu prensiplere bağlı göstergelerde mevcuttur. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz;

• Sürdürülebilir orman yönetimi ilkelerinin benimsenmesi ve uygulanması

Sürdürülebilir bir şekilde yönetildiğinde ormanlar, iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonunda önemli bir role sahip olabilir. Sürdürülebilir orman yönetimi, insan kaynakları için orman kaynaklarının toplanması ile doğal döngülerin bozulmadan kalması ihtiyacı arasında doğru dengeyi kurarak orman kalitesinin ve ekosisteminin bozulmasını önlemeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Sürdürülebilir orman yönetimi süreçleri, orman toplulukları ve ormancılık çalışanları için sosyal güvenceler ve teşvikler içerdiğinden dolayı başarıyı yakalamak olanaklıdır. Sürdürülebilir orman yönetimi, sürdürülebilir kalkınma bağlamında gıda güvenliğine, yoksulluğun azaltılmasına, ekonomik kalkınmaya ve sürdürülebilir arazi kullanımına katkıda bulunur. İyi orman yönetimi, orman ekosistemlerinin hayatta kalmasını sağlar ve çevresel, sosyo-kültürel ve ekonomik işlevlerini geliştirmektedir. Son 20 yılda, FSC sertifikası sürdürülebilir orman yönetimini teşvik etmek için dünya çapında tanınan bir araç haline gelmiştir. 2015 yılında, 80 ülkede ve 185 milyon hektarlık ormanlık alan sürdürülebilir yönetiliği tescil edilen FSC sertifikasına sahiptir. Bu ormanların dünyada toplanan tüm endüstriyel yuvarlak odunların yaklaşık yüzde 17'sini ürettiği tahmin edilmektedir.

• Ormansızlaşmayı azaltmak

Orman alanlarının yasal olmayan ve plansız şekilde tahrip edilerek ormansız alanlara dönüşmesini engellemekte önemli rol oynar. Ormansızlaşma, temel bir ekosistem işleyişine müdahale etmenin yanı sıra, yaban hayatı habitatı ve biyolojik çeşitliliğin yaygın şekilde kaybına neden olan yerleşik bir küresel çevre sorunudur. Ağaçlar aynı zamanda küresel ısınmayı körükleyen sera gazlarının emiliminde kritik rol oynarlar. Daha az orman, daha fazla sera gazının atmosfere girmesi ve küresel ısınmanın daha hızlı ve şiddetli olması anlamına gelir. Ormansızlaşmaya en hızlı ve basit çözüm plansız ve illegal ağaçların kesilmesini önlemek olmaktadır. Son yıllarda ormansızlaşma hızı nispeten düşmüştür.

• Ormandaki hasat uygulamalarının verimliliğini artırmak

Verimsiz ve gelişigüzel yapılan hasat uygulamaları aşırı toprak bozulmasına, odun atıklarının artmasına, kalan ağaçların hasar görmesine ve çeşitli habitatların zarar görmesine neden olur. Sertifikasyon hasat işlerindeki kontrol yaptırımları ve çizelgeleri ile bu durumun düzeltilmesine, ve eğitimleri zorunlu kılarak bu işlerde çalışanların bilinçlendirilmesine katkı sağlanmaktadır.

• Doğal ormanların yönetimi ve korunması

Doğal ormanların sürdürülebilir yönetimi, iklim değişikliğinin hafifletilmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, mevcut doğal ormanların verimliliğini arttırmak bu ormanların karbon tutma miktarını artırabilir. Bir ormanın karbon birikme potansiyeli, ağaç büyümesini hızlandırmak, optimum stoklama seviyelerini korumak ve yangından, böcek ve hastalıklardan veya istilacı yabancı otlardan korumak için orman yönetimi uygulamalarını değiştirerek artırılabilir.

• Orman ve orman ürünlerinin uzun süreli kullanımı

Karbon depolama açısından bakıldığında, ormanların ve orman ürünlerinin en çok tercih edilen kullanımları, kullanım ömürlerini uzatan modifikasyonların yapılması ile dayanıklı ve uzun ömürlü malların üretimidir. Bunun yanında bu ürünlerin atıklarının tekrar kullanılmasına olanak sağlanması önemli bir katkıdır.

• Ağaçlandırma ve bozuk alanların iyileştirilmesi

Ağaçlandırmaya büyük önem verilmektedir. Özellikle yeni kurulacak endüstriyel ormanların hızlı büyüyen ağaç türleri ile kurulmasıyla birlikte küresel iklim değişikliğini hafifletmek için sunulacak diğer bir katkıdır. Ağaçlandırma, yeniden ağaçlandırma ve bozuk ormanların iyileştirilmesi yoluyla orman alanını ve yoğunluğunu artırmak, atmosferdeki karbondioksit absorpsiyonunu arttırmaktadır.

Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması gibi küresel yaptırımlara önem vermesi

Kyoto Protokolü, ortak uygulama hükümleri ve ülkelerin diğer ülkelerle işbirliği içinde yürütülen karbon tutumu projeleri için kredi talep etmelerine olanak sağlayan temiz kalkınma mekanizması, ormanların karbon tutumu bir çok projeleri barındıran birçok hüküm içermektedir. Yine, Paris Antlaşmasında iklim değişikliğinin azaltılması açısından önemlidir.

• Tarımsal Ormancılık (Agroforestry)

Tarımsal ormancılık, orman ve tarımsal üretimi aynı alanda birlikte yürütmesi sebebiyle iklim değişikliğinin azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. Bu yöntem, tarımsal ve orman üretimini artıracak şekillerde ağaçları, çalıları, canlı hayvanları birleştirmektedir. Bu arazi kullanım şekli, çevre korumasını sürdürürken yerel halk için mal ve hizmetler sağlayabilir ve aynı zamanda odun ürünlerinin ölçeğine ve nihai kullanımına bağlı olarak karbon tutumu sağlayabilmektedir.

• Entegre yangın yönetimi

Orman yangınları önemli bir sera gazı emisyonu kaynağıdır ve iklim değişikliğinden dolayı görülme sıklığının artması muhtemeldir. Entegre yangın yönetimi orman koruma ve iklim değişikliğine uyum stratejilerinin bir parçası olarak şarttır.

Orman biyoçeşitliliğinin yönetimi

Biyoçeşitlilik, orman ekosistemlerinin iklim değişikliğine karşı direncinin ve dolayısıyla orman karbon stoklarının korunmasının anahtarıdır. Ormanlar, karasal biyolojik çeşitliliğin en önemli depoları arasındadır. Bununla birlikte ormanlar, bitkiler, hayvanlar ve mikro organizmalar için çok çeşitli habitatlar sunar.

• Korunan alanların ve yaban hayatı yönetimi

Korunan alanların ve yaban hayatının sürdürülebilir ve planlar dahilinde yönetimi, habitatların zarar görmesine, yangın gibi etkilerin azaltılmasına, yasa dışı avcılık ve ticaret gibi insan kaynaklı baskıları azaltarak iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunur. Ayrıca, Yabani hayvanların ve korunan alanların akıllıca yönetimi, değişen iklim beklentilerinde vahşi hayvanların başarılı bir şekilde korunması ve sürdürülebilir kullanımı için çok önemlidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman yönetim sertifika sistemi ve sertifika kurumu olan Orman İdare Konseyi (FSC) iklim değişikliğini insanlık için küresel manada ciddi bir tehdit olarak görmektedir. Bu sebeple sertifikasyon uygulamalarında bu duruma büyük önem vermektedir. Genel olarak orman yönetim sertifika sistemi, sürdürülebilir arazi kullanımı, ağaçlandırma, orman kaynaklarının kademeli kullanımı, enerji üretimi için biyokütle kullanımı, ormanların biyolojik çeşitliliğini koruması ve orman ekosistem hizmetlerinin kamu politikaları ve piyasa mekanizmaları dikkate alınacak eylemlere aktif destek vererek iklim değişikliğini azaltmaya yönelik çözümler üretmektedir. Bunun yanında, iklim değişikliğini azaltmada yerel toplulukların ve yerli halkların temel rolü için aktif destek vermektedir. Ormanların sürdürülebilir yönetimini geliştirmek için etkili bir araç ve hükümetlere, bağışçılara ve özel sektöre güven verebilecek bir güvence sistemi kurmaktadır. Orman yönetiminin karbon tutumu ve depolanması, biyolojik çeşitliliğin korunması, su havzası hizmetleri, toprakların korunması ve rekreasyon hizmetleri dahil tüm ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için yeni araçlar sunmaktadır. Bu çalışmada, orman yönetim sertifika sisteminin iklim değişikliğini azaltmadaki rolü aşağıda verilen 11 başlıkta açıklanmıştır.

- Sürdürülebilir Orman Yönetimi İlkelerinin benimsenmesi ve uygulanması
- Ormansızlaşmayı azaltma

- Ormandaki hasat uygulamalarının verimliliğini artırmak
- Doğal ormanların yönetimi ve korunması
- Orman ve orman ürünlerinin uzun süreli kullanımı
- Ağaçlandırma ve bozuk alanların iyileştirilmesi
- Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması gibi küresel yaptırımlara önem vermesi
- Tarımsal Ormancılık (Agroforestry)
- Orman biyoçeşitliliğinin yönetimi
- Entegre yangın yönetimi
- Korunan alanların ve yaban hayatı yönetimidir.

KAYNAKLAR

- Canlı, K. 2010. Küresel ısınmanın orman ekosistemine etkisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2): 86-96.
- FSC, 2019. Forest Stewardship Council (FSC). www.fsc.org, (accessed on 20 September, 2019).
- Görmez, K. 1991. Türkiye’de Çevre Politikaları. Gazi Yayınevi. Ankara
- Koçak, S. 2016. Türkiye’de orman sertifikasyonu uygulamalarının orman kaynaklarının yönetimine getirdiği etkiler. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E., Balık, İ. 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Su Ürünleri Dergisi 25(1): 89-94.
- Öztürk, K. 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 22(1): 47-65.
- Tolunay A. ve Türkoğlu, T., 2011. Orman ürünleri sertifikasyonu, amacı, uygulamalar ve tüketici üzerine etkileri. Orman ve Av Dergisi 6: 26-27.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. 2000. Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Türkeş M., (2008), Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. İklim Değişikliği ve Çevre 1: 26-37
- Türkoğlu, T., 2011. Türkiye’deki orman endüstrisi işletmelerine sürdürülebilir orman yönetimi çerçevesinde odun hammaddesi tedariki ve orman ürünlerinin sertifikasyonu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Türkoğlu, T., Tolunay, A., 2013. Türkiye’deki orman ürünleri ithalatçısı işletmelerin sertifikalı orman ürünlerine ilişkin görüşleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi 14 (2): 95-101.



The Perception of Urban People on Climate Change and Its Effects: The Case Study of Isparta Province in Turkey

¹Ahmet TOLUNAY, ²Mustafa İlker SÜRER, ²Mehmet ÖZMIŞ, ^{3*}Türkay TÜRKOĞLU

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

² Isparta University of Applied Sciences, Graduate Education Institute, Isparta, Turkey

^{3*} Mugla Sıtkı Kocman University, Department of Forestry, Koycegiz Vocational School, Mugla, Turkey

* Corresponding author: turkayturkoglu@mu.edu.tr

Abstract

The aim of this study to investigate the perspectives of urban people on climate change and its effects in Isparta Province of Turkey. Climate change is one of the biggest environmental problems humanity has ever confronted. Urban areas have critical importance while combating with climate change. This is because urban people can contribute to reducing the impact of climate change by taking some precautions. In this context, the socio-economic and demographic characteristics and the information levels related to climate change of the 200 inhabitants living in Isparta Province were obtained through the survey technique. SPSS 20 statistical package program was used for the evaluation of data and a statistical significance level of 0.05 was taken as the crite-

tion. Data were evaluated using the descriptive analysis, the Kruskal Wallis Test and Spearman Rho Correlation coefficient, since data were not normally distributed. As a result, it was determined that individuals living in Isparta noticed the effects of climate change. The activities of local administrations come to the forefront while combating with climate change which is one of the most important environmental problems. It has been determined that individuals living in Isparta tend to pay for the establishment of new forests to combat climate change.

Keywords: Climate change, effects of climate change, Urban people, Isparta, Turkey.

İklim Değişikliği ve Etkileri Üzerine Kentlerde Yaşayan Bireylerin Algıları: Isparta İli Örneği, Türkiye

¹Ahmet TOLUNAY, ²Mustafa İlker SÜRER, ²Mehmet ÖZMIŞ, ^{3*}Türkay TÜRKOĞLU

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

² Isparta University of Applied Sciences, Graduate Education Institute, Isparta, Turkey

^{3*} Mugla Sıtkı Kocman University, Department of Forestry, Koycegiz Vocational School, Mugla, Turkey

* Corresponding author: turkayturkoglu@mu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Isparta ilinde yaşayan kent halkının iklim değişikliğine bakış açılarını ve etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. İklim değişikliği insanlığın şimdiye karşılaştığı en büyük çevre sorunlarından biridir. İklim değişikliği ile mücadelede kentsel bölgeler kritik öneme sahiptir. Çünkü kentlerde yaşayanlar, bazı önlemler olarak iklim değişikliğinin etkisini azaltmaya katkıda bulunabilir. Bu kapsamda, Isparta ilinde yaşayan 200 bireyin, sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri ile iklim değişikliğine yönelik bilgi düzeyleri anket tekniği vasıtasıyla elde edilerek konu araştırılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20 istatistiksel paket programı kullanılmış ve 0,05 istatistiksel anlamlılık düzeyi temel alınmıştır. Veriler, normal dağılım göstermediğinden, verilerin

değerlendirilmesinde betimleyici analiz, Kruskal Wallis Testi ve Spearman Rho Korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Sonuç olarak Isparta ilinde yaşayan bireylerin iklim değişikliğinin etkilerini hissettikleri gözlemlenmiştir. Çevre sorunlarının başında gelen iklim değişikliği ile mücadelede yerel yönetimlerin faaliyetleri öne çıkmaktadır.

Anahtar Sözcükler: İklim değişikliği, iklim değişikliğinin etkileri, şehir halkı, Isparta, Türkiye.

GİRİŞ

Belirli bir alandaki hava koşullarının, atmosferik değişkenlikler gibi olayların uzun süreli istatistiklerinin bir araya getirilip birleştirilmesi iklim olarak tanımlanır. Atmosfer, hidrosfer, buz küre, arazi yüzeyi, biyosfer bu beş ana bileşende iklim sistemini oluşturmaktadır (Türkeş, 2013; Sertel ve Örmeci, 2009). İklim değişikliği sorunu son zamanlarda canlı yaşamına olumsuz etkileriyle ciddi bir sorun olarak daha fazla dikkatleri üzerine çekmektedir. İklim değişikliği mevsimlerin ısınma ve soğumasının normalin dışında gelişmesiyle birlikte son 30-40 yıllık süre içerisinde aşırı ısınma şeklinde küresel tehdit haline gelmiştir, bu durum küresel denge üzerinde hissedilebilen problemlere sebep olmaya başlamıştır. Bu problemler insan hayatı, diğer canlı türleri ve tüm canlı organizmalar üzerinde ciddi bir tehdit olduğu bildirilmektedir (Gülsoy, 2018). Küresel ısınma ile birlikte küresel iklim değişikliğinin daha belirgin bir şekilde başladığı 1980'li yıllar sonrası su kaynaklarının azalması, kuraklık, çölleşme, ekosistemler ve benzeri konular olumsuz etkilemiş, ısınmaya bağlı olarak su ekosistemindeki canlı türlerinin daha serin sulara göç ettiği veya üretkenliklerini yitirdikleri bildirilmiştir (Demir, 2009).

İklim değişikliği ile kentleşmenin bir ilişki içinde olduğu kabul edilmekte, bununla ilgili araştırmaların en çok küresel boyutta etkileneceği kentsel ve bölgesel alanların iklim değişikliğinin hızlandırıcı bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Kahraman, 2018). Sanayileşme ve nüfus artışıyla birlikte insan faaliyetlerinin artması sonucu doğanın tahrip olmasıyla çevre sorunları, sera gazlarının atmosferdeki emisyon artışı ile iklim değişimine yol açmaktadır (Polat, 2017). Dünyada üretim arttıkça bu sürecin en büyük girdisi olan enerji ihtiyacı da artmış ve fosil yakıt kullanıldıkça sera gazları atmosferde birikmeye başlamıştır. 1990'li yıllardan itibaren özellikle çevresel sorunlar belirgin hale gelmiş, iklim değişikliği sorunu çok daha geniş kesimlerde yankı bulmaya başlamıştır (Karakaya ve Sofuoğlu, 2015).

İklim değişikliğinin önlenmesi için gelecekte önemli rol alacak teknolojiye bağlı olarak ortaya çıkan yenilikler ve insan alışkanlıklarındaki değişiklikler olacaktır. Sera gazlarının insan kaynaklı önemli bir bölümü enerji üretimi ve kullanma ile olduğu, yenilikçi teknolojilerin fosil yakıtını verimli kullanma ve enerji tasarrufu ile verimliliğin artırılması ve sıfır karbonlu enerji kaynaklarına yönlendirilmesi (Türkeş, 2003). İklim değişikliğinin önlenmesinde bir başka faktör sera gazı salınımlarının azaltılması için karasal ekosistem içerisinde yer alan orman alanlarının artırılması bu sürece önemli katkı sağlayacağı bildirilmiştir (Güloğlu ve Bulut, 2016).

Dünya üzerinde nüfusun artışı ve gün geçtikçe artan refah seviyesi ile birlikte orman, tarım ve hayvan ürünlerine talep arttığı bildirilmektedir. Buna ek olarak orman alanların daralması, toprak erozyonu, toprak veriminin azalması bunlara bağlı olarak daha birçok olumsuz gelişme iklim değişikliğinde gündən güne artan sorunlar haline gelmektedir (Özmiş ve Tolunay, 2017). Halk arasında iklim değişikliği konusunda çeşitli farkındalık düzeyleri bulunmaktadır ve bu nedenle bilgi düzeylerini artırmak için medya tarafından desteklenen kamu spotları düzenlenmektedir. Özellikle son zamanlarda, iklim değişikliği ile ilgili bilgi edinme yeteneklerini geliştirmesi ve bilinçlendirme faaliyetleri kurumların, halkın daha büyük bir oranına ulaşması için gerekli olduğu herkes tarafından kabul görmüştür (Korkmaz, 2018).

Bu çalışma, Isparta ilinde yaşayan bireylerin iklim değişikliği üzerine bilgi düzeylerini ve algılarını araştırmak üzere hazırlanmıştır. Çalışmada, iklim değişikliğinin bireyler tarafından hissedilen ve gözlemlenen etkilerini tespit etmek ve olumsuz etkilerin azaltılması konusunda alınabilecek önlemler konusundaki görüşlerinin belirlenmesini içermektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Isparta ili Akdeniz Bölgesi'nin batı bölümünün iç kesiminde, Göller Bölgesi'nin merkezi konumunda ve 30° 20' ile 31° 33' doğu boylamları ile 37° 18' ile 38° 30' kuzey enlemleri arasındadır. Dağlar, alüvyal ovalar, göller havzaya asıl görünümünü veren fizyografik unsurlardır. Ayrıca hafif ve orta eğimli etek araziler ile kaplı havza alüvyonları da mevcuttur. Yörenin önemli dağları Torosların kuzey uzantısı olan Kuyucak Dağları, Dedegöl Dağı, Amanos Dağları, Davraz Dağı, Gelincik (Barla) Dağı, Karakuş Dağları ve ilin doğusu ve kuzey doğusunda yer alan Sultan Dağları'dır. Dağlar dik yamaçlı uzun sırtlar halindedir. Şehrin rakımı ortalama 1050 metredir. Volkanik ve tektonik hareketlerle oluşan çukurların

zaman içerisinde suyla dolmasıyla göller oluşmuştur. Bu yolla oluşan su birikintilerinin çok sayıda olmasından dolayı bölgeye " Göller Bölgesi" adı verilmiştir. Alüviyal ovaları; Gelendost, Yalvaç, Senirkent, Atabey ve Şarkikaraağaç Ovalarıdır. Göller yöresinde yer alan Eğirdir Gölü' nün denizden yükseltisi 924 m olup, yüzölçümü 486 km'dir (Türkmenoğlu, 2015).

Materyal

Çalışmada kullanılan başlıca veriler anket tekniği vasıtasıyla elde edilmiştir. Anket formu, iklim değişikliği üzerine algıları, hissedilen ve gözlemlenen etkileri, sonuçları ve bireysel olarak iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için alınabilecek önlemleri içermektedir. Anket formu katılımcıların demografik özelliklerine ait bilgiler, iklim değişikliğinin etkileri ve sonuçları hakkında birden fazla şıkkın işaretlemelerini istenen 5 soru ve iklim değişikliği üzerine algılarına ait 6'lı likert ölçeğine göre hazırlanmış sorulardan oluşmaktadır. 6'lı likert ölçeği kullanılan sorularda katılımcıların "Kesinlikle katılmıyorum, Katılmıyorum, Ne katılıyorum ne katılmıyorum, Katılıyorum, Kesinlikle katılıyorum, Fikrim yok" seçeneklerinin arasından birini işaretlemesi istenmiştir. Anket uygulamasında örnek büyüklüğü eşitliğinden hesaplanmıştır (Baş, 2005). (Formül 1);

$$n \geq [N * t^2 * p * q] / [d^2 * (N-1) + t^2 * p * q] \quad (1)$$

Burada örnekleme alınacak sayı (n), ana kütle büyüklüğü (N), güven kat sayısı (t: %95'lik güven için bu katsayı 1,96 alınmaktadır), ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma ihtimali (p), ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama ihtimali (q) ve kabul edilen örnekleme hatası (d: % 10)'dur. Örnek büyüklüğünün tespit edilebilmesi amacıyla, Isparta ili 2018 yılı il ve ilçelerin şehir merkezi nüfusları Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı (TÜİK) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerinden alınmış olup Isparta ili nüfusu 441.412 kişidir (TÜİK, 2018). Seçilen il ve ilçelerin şehir merkezlerinin nüfus sayısına göre %95 güven düzeyinde uygulanması gereken anket formu miktarı örnek büyüklüğü formülü ile 96 olarak hesaplanmıştır. Anket uygulamaları çevrimiçi olarak mail ve sosyal medya aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Isparta da yaşayan 200 tane bireye anket uygulama imkânı yakalanmıştır.

Yöntem

Anket çalışmaları ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi için SPSS 20.0 istatistik paket programından yararlanılmış ve istatistiksel analizlerde 0,05 anlamlılık düzeyi ölçüt alınmıştır. İlk aşama olarak yanıtlar frekans ve yüzdelik oranlara dönüştürülmüştür. İklim değişikliği üzerine algılara ait oluşturulan ölçeğinin iç tutarlılık (Cronbach alfa) katsayısı 0,765 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik katsayısının 0,60 ile 0,80 arasında olması ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir (Akgül ve Çevik, 2005). Anket tekniği ile elde edilen verilerin değerlendirilmesinde (Parametrik veya Parametrik olmayan testler) kullanılacak testlerden hangisinin uygun olduğunu belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile normallik testi yapılmıştır. Gerek Shapiro-Wilk gerekse Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarında değerlerinin 0.05'den küçük olduğu için % 95 güven aralığında veriler normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu sebeple görüş farklılıklarının tespitinde Kruskal Wallis-H Testinden faydalanılmıştır. Kruskal Wallis-H Testi normal dağılım göstermeyen gruplar arasındaki farklılığın anlamlılığını test amacıyla kullanılan bir teknik olması ve One-Way ANOVA'nın non-parametrik karşılığı olması bakımından tercih edilmiştir (Orhunbilge, 2010). Kruskal Wallis testinde varyansların eşit olması durumunda farklılığın hangi gruptan kaynaklı olduğunu tespit etmek içinde çoklu karşılaştırma (Crosstabs Testi) yönteminden faydalanılmıştır. İki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi veya bir değişkenin iki veya daha çok değişken ile olan ilişkisini belirlemek amacıyla korelasyon analizine başvurulmuştur. Veriler normal dağılıma uygunluk göstermediği durumlarda değişkenler arasındaki ilişkilerin tespitinde Spearman's rho korelasyon analizi yapıldığı açıklanmaktadır (Özdamar, 2013).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada Yer Alan Bireylerin Demografik ve Sosyoekonomik Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırmaya katılan 200 bireyin bazı demografik ve sosyoekonomik özelliklerine ilişkin bilgilere ait frekans ve yüzdesel değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

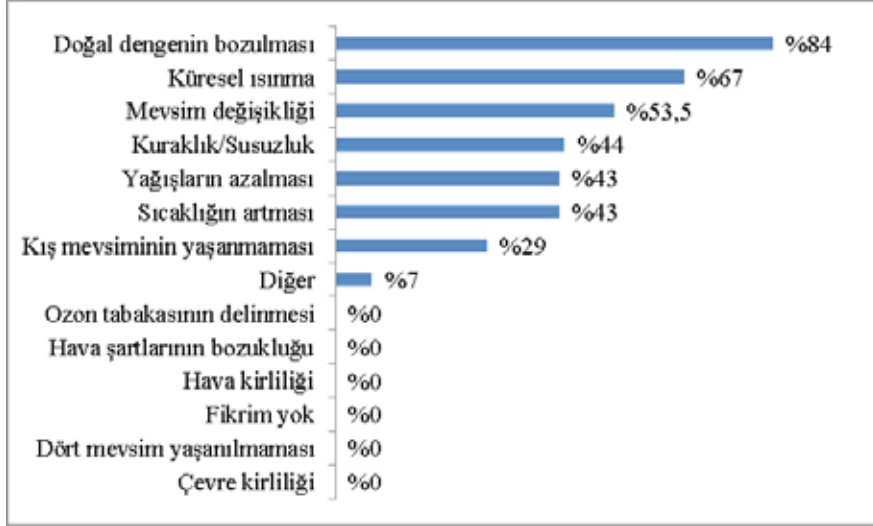
Tablo 1. Bireylerin bazı demografik ve sosyoekonomik özellikleri

Demografik ve Sosyoekonomik özellikler	Değer	Sayı	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	104	52
	Erkek	96	48
Yaş	18-30	129	64,5
	31-40	45	22,5
	41-50	17	8,5
	51-60	9	4,5
	61 ve üstü	0	0
	İlköğretim	1	0,5
Eğitim durumu	Lise	28	14
	Lisans	73	36,5
	Lisansüstü	98	49
Yaşadığınız yer	Köy	4	2
	Kasaba	1	0,5
	Belde	1	0,5
	İlçe	14	7
	İl	180	90
Medeni hal	Bekar	120	60
	Evli	80	40
Meslek grubu	Memur	27	13,5
	İşçi	3	1,5
	Esnaf	4	2
	Çiftçi	1	0,5
	Ev hanımı	2	1
	Emekli	4	2
	Öğrenci	78	39
	Serbest meslek	4	2
	Akademisyen	36	18
	Özel sektör	20	10
	Çalışmıyor	13	6,5
	Diğer	8	4
Geliriniz ne kadardır (t)	0-2020	76	38
	2021-3000	36	18
	3001-4500	30	15
	4501-6000	41	20,5
	6001 ve üstü	17	8,5

Tablo 1’de görüldüğü üzere, araştırmaya katılanların %90’ı Isparta il merkezinde yaşamaktadır. Ankete katılanların %52’si kadın, %48’i erkektir. Araştırmaya katılan bireylerin %60’ı bekârdır ve %64,5’i 18-30 yaş aralığında iken, % 22,5’i 31-40 yaş aralığındadır. Katılımcıların %85,5’i lisans ve lisansüstü eğitim mezunudur. Katılımcıların %39’u öğrenci, %18’i akademisyen, %13,5’i memur ve %10’u özel sektör meslek gruplarındadır. Ankete katılanların %38’i 0-2020 (t) ile 1. sırada, %20,5’i 4501-6000 (t) ile 2. sırada, %20,5’i 2021-3000 (t) ile 3. Sırada, %15’i 3001-4500 (t) ile 4. sırada, %8,5’i 6001 ve üstü ile son sırada yer almaktadır.

Bireylerin İklim Değişikliğine Yönelik Bilgi Düzeyleri ve Bilgi Kaynaklarına Ait Bulgular

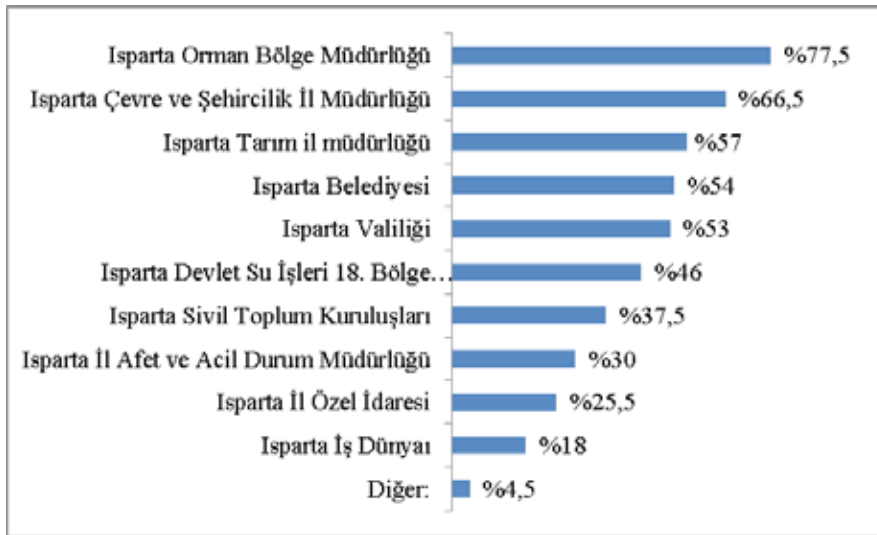
Bireylerin iklim değişikliğine yönelik bilgi düzeyleri ve bilgi kaynaklarına ait bulgular Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İklim değişikliğine yönelik bilgi düzeyi

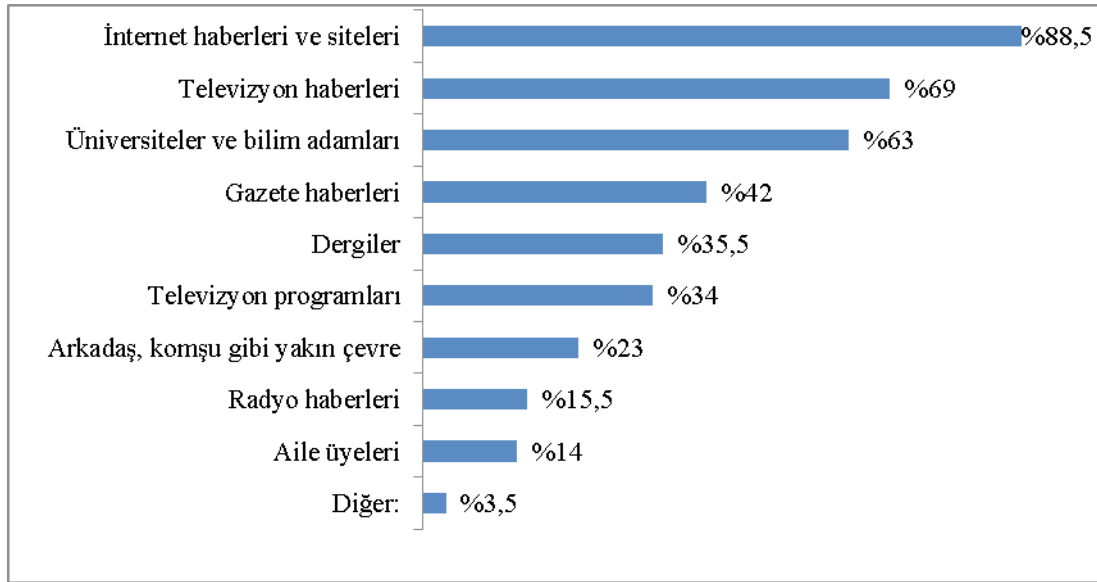
Isparta ilinde yaşayan bireylerin "iklim değişikliği" kavramından ne anladıklarının araştırıldığı soruda, %84 oranla "doğal dengenin bozulması", ikinci sırada %67 oranla "küresel ısınma" ve üçüncü sırada %53,5 oranla "mevsim değişikliği" gelirken onu %44 oranla "kuraklık/susuzluk", %43 oranla "yağışların azalması" ve "sıcaklığın artması" olarak ifade edildi.

İklim değişikliği ile mücadelede en önemli gördüğünüz kurum ve kuruluşlara ait bulgular Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İklim değişikliği ile mücadelede ilgili gördüğünüz kurum ve kuruluşlara ait bulgular

Araştırmaya katılan bireylerin, iklim değişikliği ile mücadelede önemli gördüğü kurum ve kuruluşların en başında %77,5 oranla "Isparta Orman Bölge Müdürlüğü", ikinci sırada %66,5 oranla "Isparta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü", üçüncü sırada %57 oranla "Isparta Tarım İl Müdürlüğü" ve onu % 54 oranla Isparta Belediyesi ve Isparta Valiliği takip etmiştir. İklim değişikliği hakkında bilgi edinilen kaynaklar hakkındaki bulgular Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. İklim değişikliği hakkında bilgi edinilen kaynaklar

Araştırmaya katılan bireylerin iklim değişikliği hakkında bilgileri nereden sağladıklarının bilgi düzeylerinin nasıl arttığının araştırıldığı soruya, en çok %88,5 oranla "internet haberleri ve siteleri", %69 oranla "televizyon haberleri", %63 oranla "üniversiteler ve bilim adamları" ve gazete haberleri ve çeşitli dergiler cevapları verilmiştir.

Isparta İlinde İklim Değişikliğinin Hissedilen ve Gözlemlenen Etkileri ve Gelecekte Olması İhtimal Olaylara Ait Bulgular

Isparta İlinde iklim değişikliğinin etkili olduğu alanlara ait bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. İklim değişikliğinin etkili olduğu alanlara ait bulgular

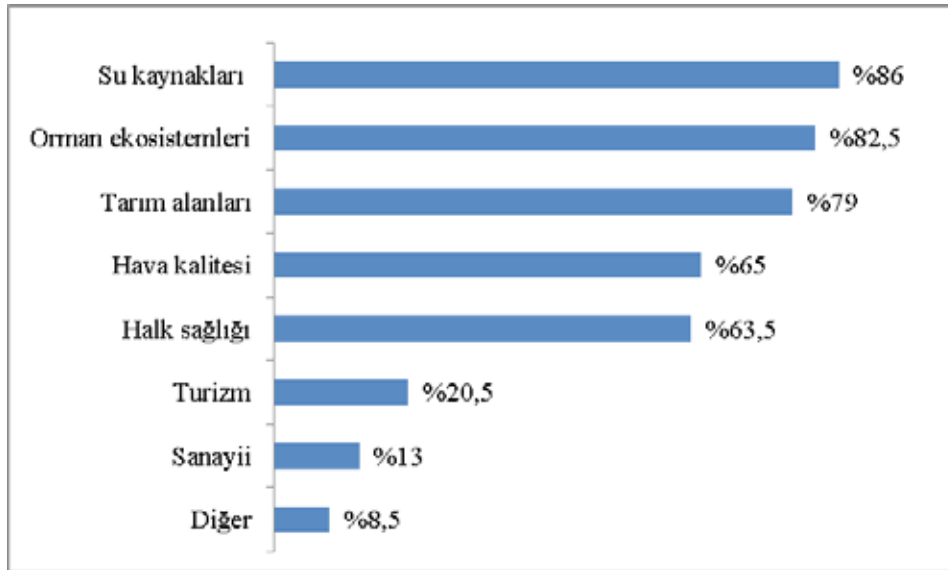
Önergeler	Çok etkilidir (%)	Biraz etkilidir (%)	Ne etkilidir ne etkili değildir (%)	Etkili değildir (%)	Hiç etkili değildir (%)	Fikrim yok (%)
Kuraklıkların artması	79,5	19,5	1,5	0	0	0
Orman yangınlarının artması	65	21	11,5	1,5	0	1
Şiddetli yağışların sıklığının artması	64	28,5	4,5	0,5	1	1,5
Su havzalarının suyunun azalması	74	21,5	3	0	1	0,5
Ormansızlaşma ve ekosistemlerin bozulması	77,5	19	1	0,5	2	0
Biyolojik çeşitliliğin azalması	75,5	20	2	1	1	0,5
Tarımsal üretimin kalitesi ve miktarı	66,5	23,5	7,5	1	1	0,5
Sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi	81,5	16	2	0	0	0,5

Tablo 2’de görüldüğü üzere, Isparta ilinde yaşayan bireyler iklim değişikliğinin etkili olduğu alanları %79,5 oranla “Kuraklıkların artması”, %65 oranla “Orman yangınlarının artması”, %64 oranla “Şiddetli yağışların sıklığının artması”, %74 oranla “Su havzalarının suyunun azalması”, %77,5 oranla “Orman-sızlaşma ve ekosistemlerin bozulması”, %75,5 oranla “Biyolojik çeşitliliğin azalması”, %66,5 oranla “Tarımsal üretimin kalitesi ve miktarı” ve %81,5 oranla “Sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi gibi etkilerinin bulunduğunu beyan etmişlerdir. Çalışmaya katılan bireylerin kendi gözlemleriyle son 10 yıldır iklim değişikliğinin etkilerine yönelik bulgular Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Çalışmaya katılan bireylerin kendi gözlemleriyle son 10 yıldır iklim değişikliğinin etkilerine yönelik bulgular

	Çok arttı (%)	Biraz arttı (%)	Değişmedi (%)	Biraz azaldı (%)	Çok azaldı (%)
Kış mevsimi sıcaklığı	16,5	57	8,5	15,5	2,5
Yaz mevsimi sıcaklığı	34,5	51,5	9,5	4,5	0
Kar yağış miktarı	2,5	11,5	23,5	36,5	26
Yağmur yağış miktarı	10	25	29	31	5
Kuvvetli rüzgâr ve fırtına sayısı	26	47	22,5	2,5	2

Tablo 3’te görüldüğü üzere, Isparta ilinde yaşayan bireylere son 10 yıldır iklim değişikliğinin etkilerini kendi gözlemlerine göre % 71’i kış mevsimi sıcaklığının arttığını, yaz mevsimi sıcaklığının ise %86 oranla arttığını, kar yağış miktarının %61,5’i oranla azaldığını belirtmiştir. Yağmur yağış miktarı açısından ise %36’sı azaldığını söylerken, %29’u değişmediğini ifade etmiştir. Kuvvetli rüzgâr ve fırtına sayısının ise %73 oranla arttığını dile getirmişlerdir. Isparta ili genelinde önümüzdeki zaman diliminde iklim değişikliğinden etkilenmesi muhtemel olan alanlara ait bulgular Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Isparta ili genelinde önümüzdeki zaman diliminde iklim değişikliğinden etkilenmesi muhtemel olan alanlar

Şekil 4’te görüldüğü üzere, Isparta ilinde yaşayan bireylerin iklim değişikliğinden il genelinde önümüzdeki zaman diliminde etkilenmesi muhtemel olan alanlar olarak en çok %86 oranla su kaynakları, ikinci sırada %82,5 oranla orman ekosistemleri, üçüncü sırada %79 oranla tarım alanları ve hava kalitesi ile halk sağlığının olumsuz etkilenebileceğini işaret etmişlerdir.

İklim değişikliği ile ilgili genel sorulara ait yüzde değerleri

İklim değişikliği ile ilgili sorulara ait bulgular tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4’te görüldüğü üzere, Isparta İlinde iklim değişikliği etkisinin olduğunu düşünenlerin oranı %91,5’i bulmaktadır. İklim değişikliği sebebiyle olması muhtemel olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olduğunu düşüncesine ise %44’ü katılmamaktadır. Isparta’da iklim değişikliği etkilerine yönelik önlem alınması gerektiğine ise %92,5’i inanmaktadır. İklim değişikliğinin tarımsal ürünlerin miktar ve kalitesinde azalma olacağını düşünenlerin sayısının oranı ise %93’ü bulmaktadır.

Tablo 4. İklim değişikliği ile ilgili sorulara ait bulgular

Öneriler	Kesinlikle Katılıyor (%)	Katılıyor (%)	Ne katılıyor ne katılmıyor (%)	Katılmıyor (%)	Kesinlikle Katılmıyor (%)	Fikrim Yok (%)
Isparta’da bir “ İklim Değişikliği ” etkisinin olduğunu düşünüyorum.	46	45,5	6	2	0	0,5
İklim Değişikliği sebebiyle olması muhtemel olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olduğunu düşünüyorum.	11,5	21,5	24	29	13,5	0,5
Isparta’da İklim değişikliği ile ilgili Kamu Kurum/Kuruluşları tarafından yapılan uygulamalar hakkında bilgim vardır.	8	28	23	19	7	15
Isparta’da iklim değişikliği etkilerine yönelik önlem alınması gerektiğini düşünüyorum.	57	35,5	5,5	2	0	0
İklim değişikliğinin tarımsal ürünlerin miktar ve kalitesinde azalma olacağını düşünüyorum.	59,5	33,5	4	0,5	1	1,5
İklim değişikliği ile mücadele etmek için Isparta’da daha çok ağaçlandırma yapmak gereklidir.	58	32,5	6,5	1,5	0	1,5
Isparta da iklim Değişikliğine fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaşma, çarpık kentleşme, endüstrileşme vb. gibi insan etkileri neden olmaktadır.	53	36	7	2,5	1	0,5
İklim değişikliği; orman yangınları mevsimini erken başlatıp orman yangını sayısını arttırmaktadır.	47	37,5	9,5	3	0,5	2,5
Ormanların korunması, iyileştirilmesi ve yeni ormanların kurulması için para harcanması önemlidir	60,5	31,5	6	1,5	0,5	0
Isparta’da ki kamu kurum ve kuruluşları iklim değişikliği ile ilgili halkı bilinçlendirmek için seminerler/toplantılar ve reklamlar yapılmalıdır.	67,5	27,5	3,5	1	0,5	0

İklim değişikliği ile mücadele etmek için Isparta’da daha çok ağaçlandırma yapmak gerekli olduğu düşüncesine %90 oranında bir katılım tespit edilmiştir. Isparta İlinde iklim değişikliğine fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaşma, çarpık kentleşme, endüstrileşme vb. gibi insan etkileri neden olduğu belirtilmektedir. İklim değişikliği; orman yangınları mevsimini erken başlatıp orman yangını sayısını arttırdığını %84’ü düşünmektedir. Özellikle sanayi, ulaştırma, enerji üretimi için kullanılan fosil yakıtlar (kömürler, petrol, doğal gaz vs.) küresel ölçekli sıcaklık artışına sebep olduğu belirtilmektedir (Öztürk, 2002). Ormanların korunması, iyileştirilmesi ve yeni ormanların kurulması için para harcanması önemlidir fikrine ise %82’si katılmaktadır. Isparta’da ki kamu kurum ve kuruluşları iklim değişikliği ile ilgili halkı bilinçlendirmek için seminer/toplantılar gibi bilgilendirme faaliyetleri yapmaları gerektiği fikrine %95’i

katılmaktadır. Türkiye iklim değişikliğinden en fazla etkilenebilecek ülkeler arasındadır. Bunun yanında, iklimde meydana gelebilecek bir çok değişiklikten en fazla etkilenecek ve büyük sorunlar yaşayabilecek bir ülke konumundadır (Öztürk, 2002). Türkiye’de, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkileneceği belirtilmektedir (Türkeş ve ark., 2000). Yerel iklim değişikliği yönetimi açısından tüm dünyada kentlerin başlangıçtan beri azaltım politikalarına ağırlık verdiği görülmektedir. Azaltım politikaları açısından kentlerde enerji, ulaşım, atık, kent planlama ve arazi kullanımı gibi alanlar ön plana çıkmaktadır (Demirci, 2015).

Araştırmaya Katılanların Bireylerin Eğitim Durumlarına Göre Yapılan Kruskal Wallis Testi Sonuçları

Araştırmaya katılan bireylerin eğitim durumlarının farklılığına göre yapılan kruskal wallis testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Araştırmaya katılan bireylerin eğitim durumlarının farklılığına göre yapılan kruskal wallis testi sonuçları

Önermeler	Ki kare değeri	P değeri
1 Isparta ilinde bir "İklim Değişikliği" etkisinin olduğunu düşünüyorum.	2,972	0,396
2 İklim Değişikliği sebebiyle olması muhtemel olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olduğunu düşünüyorum.	9,205	0,027*
3 Isparta’da İklim değişikliği ile ilgili Kamu Kurum/Kuruluşları tarafından yapılan uygulamalar hakkında bilgim vardır.	1,056	0,788
4 Isparta’da iklim değişikliği etkilerine yönelik önlem alınması gerektiğini düşünüyorum.	3,077	0,380
5 İklim değişikliğinin tarımsal ürünlerin miktar ve kalitesinde azalma olacağını düşünüyorum.	1,424	0,700
6 İklim değişikliği ile mücadele etmek için Isparta’da daha çok ağaçlandırma yapmak gereklidir.	4,997	0,173
7 Isparta da iklim Değişikliğine fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaşma, çarpık kentleşme, endüstrileşme vb. gibi insan etkileri neden olmaktadır.	2,916	0,405
8 İklim değişikliği; orman yangınları mevsimini erken başlatıp orman yangını sayısını arttırmaktadır.	2,884	0,410
9 Ormanların korunması, iyileştirilmesi ve yeni ormanların kurulması için para harcanması önemlidir..	0,904	0,824
10 Isparta'da ki kamu kurum ve kuruluşları iklim değişikliği ile ilgili halkı bilinçlendirmek için seminerler/toplantılar ve reklamlar yapılmalıdır.	1,215	0,750

Araştırmaya katılan bireylerin eğitim durumlarına göre yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre sadece "İklim Değişikliği sebebiyle olması muhtemel olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olduğunu düşünüyorum." önermesine verilen cevaplardan istatistiksel olarak anlamlı görüş farklılıklarının olduğu ortaya konulmuştur. Bu farklılığın oluşmasında, eğitim seviyesi lisans ve üstü olan bireyler kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olmadığı düşüncesine sahip olmasından kaynakladığı görüşmüştür. Sorulan diğer önermelerde eğitim durumlarına göre verilen cevaplarda istatistiksel olarak anlamlı görüş farklılıkları bulunamamıştır.

Tablo 6. Görüş farklılıklarına yönelik yapılan çapraz tablo bulguları

	Kesinlikle katılmıyorum (Sayı) (%)	Katılmıyorum (Sayı) (%)	Ne katılıyorum Ne katılmıyorum (Sayı) (%)	Katılıyorum (Sayı) (%)	Kesinlikle katılıyorum (Sayı) (%)	Fikrim yok (Sayı) (%)
İlkokul	1 %0,5	0 %0	0 %0	0 %0	0 %0	0 %0
Lise	6 %3,0	9 %4,5	7 %3,5	5 %2,5	2 %1	0 %0
Lisans	4 %2	17 %8,5	18 %9	26 %13	7 %3,5	1 %0,5
Lisansüstü	12 %6	17 %8,5	23 %11,5	27 %13,5	18 %9	0 %0
Toplam	23 %11,5	43 %21,5	48 %24	58 %29	27 %13,5	1 %0,5

Tablo 6'ya göre "İklim Değişikliği sebebiyle olması muhtemel olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olduğunu düşünüyorum." önermesine Lisansüstü mezunları % 9 oranla ile "kesinlikle katılmıyorum" diyerek diğer gruplardan ayrılmışlardır.

İklim değişikliğiyle mücadele etmek için para ödeme eğilimine göre korelasyon analizine ait bulgular

Yeni ormanların kurulması için yörede yaşayanların ödeme eğilimi ile diğer faktörler arasındaki ilişkinin tespiti için kullanılan Spearman's rho Korelasyon analizi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Spearman's rho Korelasyon analizinde kullanılan değişkenler

Değişkenler	Korelasyon Katsayıları
1 İsparta'da bir " İklim Değişikliği " etkisinin olduğunu düşünüyorum.	0,340**
2 İklim Değişikliği sebebiyle olması muhtem7'el olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanımına sahip olduğunu düşünüyorum.	0,055
3 İsparta'da İklim değişikliği ile ilgili Kamu Kurum/Kuruluşları tarafından yapılan uygulamalar hakkında bilgim vardır.	0,101
4 İsparta'da iklim değişikliği etkilerine yönelik önlem alınması gerektiğini düşünüyorum.	0,510**
5 İklim değişikliğinin tarımsal ürünlerin miktar ve kalitesinde azalma olacağını düşünüyorum.	0,566**
6 İklim değişikliği ile mücadele etmek için İsparta'da daha çok ağaçlandırma yapmak gereklidir.	0,474**
7 İsparta da iklim Değişikliğine fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaşma, çarpık kentleşme, endüstrileşme vb. gibi insan etkileri neden olmaktadır.	0,472**
8 İklim değişikliği; orman yangınları mevsimini erken başlatıp orman yangını sayısını arttırmaktadır.	0,564**
9 Ormanların korunması, iyileştirilmesi ve yeni ormanların kurulması için para harcanması önemlidir.	1,000
10 İsparta'da ki kamu kurum ve kuruluşları iklim değişikliği ile ilgili halkı bilinçlendirmek için seminerler/toplantılar ve reklamlar yapılmalıdır.	0,587**

** %99 güven düzeyinde anlamlı

Tablo 7’de belirlenen değişkenler ile yeni ormanların kurulması için ödeme eğilimi cevapları arasında yapılan Spearman’s rho korelasyon analizinde 1.,4.,5.,6.,7.,8., ve 10. değişkenlerinin ödeme eğilimi ile pozitif yönlü %99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişkili olduğu görülmektedir. Tüm değişkenler arasında ödeme eğilimi ile en kuvvetli ilişkisi olan değişken korelasyon katsayısının 0,587** olduğu Isparta’da ki kamu kurum ve kuruluşları iklim değişikliği ile ilgili halkı bilinçlendirmek için seminerler/toplantılar ve reklamlar yapılmalıdır önermesidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentsel alanlar, hem insana ait sera gazları salımlarının kaynağı hem de iklim etkilerinden zarar görebilir yerler olarak iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı sorunlara karşı mücadele vermede (azaltım ve uyum politikası izlemede) potansiyel olarak önemli roller oynayabilir (Demirci, 2015). Bu konuda özellikle kentlerde yaşayan bireylerin, iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri ve bilgi düzeyleri büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Isparta ilinde yaşayan bireylerin iklim değişikliği üzerine bilgi düzeylerini ve algılarını tespit etmek üzere hazırlanmıştır.

Araştırmada yer alan katılanların bazı demografik ve sosyoekonomik durumları şu şekildedir. %90’ı Isparta il merkezinde yaşamakta ve %64,5’i 18-30 yaş aralığındadır. Katılımcıların %85,5’i üniversite mezunudur. Araştırmaya katılanlar, iklim değişikliği kavramını doğal dengenin bozulması olarak tarif ederken, iklim değişikliği ile mücadelede önemli gördüğü kurum olarak da Isparta Orman Bölge Müdürlüğü’nü görmektedir. İklim değişikliği hakkında bilgileri, internet ortamındaki haberlerden edindiklerini belirtmişlerdir. İklim değişikliğinin etkili olduğu en önemli alanın kuraklık olduğu fikrine katılmaktadırlar. Son 10 yıldır iklim değişikliğinin etkilerini, mevsimsel sıcaklık ve meteoroloji durumlarının değişmesinden gözlemledikleri anlaşılmıştır. Araştırmaya katılan bireylerin eğitim durumlarına göre yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre iklim değişikliği sebebiyle olması muhtemel olaylara müdahale için kamu kurum ve kuruluşların bunu önlemek için yeterli donanıma sahip olduğunu düşüncesi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Isparta’da yaşayan bireylerin iklim değişikliği ile mücadele için yeni ormanların kurulması için ödeme eğiliminin birçok faktör için pozitif yönlü %99 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Çağımızın en önemli çevre sorunlarının başında gelen iklim değişikliği ile mücadelede, son zamanlarda yerel yönetimlerin öne çıktığı gözlemlenmektedir. Küresel iklim değişikliği sorunu ile mücadelenin sadece devletlerarasında değil, aynı zamanda uluslararası ve diğer yönetim kademeleri ile özel sektör ve sivil toplum kuruluşları arasında daha önce hiç görülmedik derecede daha fazla işbirliği yapmayı gerektirdiği anlaşılmıştır.

Çalışma ile ilgili yapılabilecek öneriler şöyledir;

- İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için televizyonlar, gazeteler ve sosyal medya gibi vb. alanlarda bilgilendirmeler yapılmalıdır.
- İklim değişikliğiyle mücadele için Orman Genel Müdürlüğü tarafından çalışmalar (etkinlikler, belgeseller reklamlar, vb.) yapılmalıdır.
- İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için yerel yönetimlerle ile Orman Bölge Müdürlükleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü gibi kurumlarla iş birlikleri yapılmalıdır.
- İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için ağaçlandırma çalışmalarına gönüllü olarak ödeme isteğinde olan insanlar olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Akgül, A., Çevik, O., (2005) İstatistiksel Analiz Teknikleri, SPSS’te İşletme Yönetimi Uygulamaları. Emek Ofset, Ankara.
- Baş, T., (2005) Anket Nasıl Hazırlanır Uygulanır Değerlendirilir. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Demirci, M., (2015) Kentsel iklim değişikliği yönetişi, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 46: 75-100.

- Güloğlu B., Bulut A., (2016) İklim Değişikliği Konusunda Orman Fakültesi Öğrencilerinin Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi (Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Örneği). Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16 (2): 640-654, Kastamonu
- Gülsoy, E., (2018) Üniversite Öğrencilerinin Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Üzerine Bilgi ve Algıları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98s, Isparta
- Kahraman, S., (2018) İklim Değişikliğinin Bölgesel ve Kentsel Alanlar Üzerinde Etki Analizi : TR61 (Antalya, Isparta, Burdur) Bölge Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 155s, Isparta
- Karakaya, E., Sofuoğlu E., (2015) İklim Değişikliği Müzakerelerine Bir Bakış: 2015 Paris İklim Zirvesi. International Symposium on Eurasia Energy Issues 28-30 May 2015, İzmir, Turkey
- Korkmaz, M., (2018) Public awareness and perceptions of climate change: differences in concern about climate change in the West Mediterranean Region of Turkey. Applied Ecology and Environmental Research 16(4):4039-4050.
- Orhunbilge, N., (2010) Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler, İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayın No:286, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4942, İstanbul.
- Özdamar, K., (2013) Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi Cilt 1. Nisan Kitabevi, Yenilenmiş 9. Baskı, Takım Numarası: 978-975-6428-50-4, ISBN: 978-975-6428-51-1.
- Özmiş, M., Tolunay A., (2017) Burdur Yöresi Erozyon Kontrolü Hizmetlerinin Ekonomik Değerinin ve Toplumun Ödeme Eğiliminin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Journal of Natural and Applied Sciences, 21 (1) 99-112.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1): 47-65.
- Polat, K., (2017) Ramsar Alanlarda İklim Değişikliği ile Mücadele ve Uyum Açısından İyi Tarım Uygulamalarının Rolü: Göksu Deltası Örneği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 172s, Ankara.
- Sertel E., Örmeci C., (2009) Uzaktan Algılama Verilerinin İklim Biliminde Kullanım Olanakları. TM-MOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- TÜİK, (2018) TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veri Tabanı Türkiye 2018 Yılı Nüfusu. Erişim Tarihi: 12.03.2018, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=istgosterge>.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri', Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Türkeş, M., (2003) Sera Gazı Salımlarının Azaltılması için Sürdürülebilir Teknolojik ve Davranışsal Seçenekler (Sustainable Technological and Behavioral Options for Reducing of Greenhouse Gas Emissions). V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: Çevre Bilim ve Teknoloji Küreselleşmenin Yansımaları, Bildiriler Kitabı, 267-285, Ankara.
- Türkeş, M., (2013) İklim Değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosen'e, Geç Holosen'den 21. Yüzyıl'a. Ege Coğrafya Dergisi, 22(1), 1-25.
- Türkmenoğlu, G., (2015) Isparta Yöresinde Doğal Yayılış Gösteren Bazı Bitki Türlerinin Kesme Ve Kuru Çiçekçilikte Kullanım Olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 78s, Isparta.



Bankruptcy of Nature Conservation Paradigm in Mountain Areas Management: Evaluation in Terms of Climate Crisis (Eastern Blacksea Case)

¹Oğuz KURDOĞLU

1. Assoc. Prof. Dr., Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey, oguzkurdoglu@gmail.com

Abstract

Management of mountainous area in Turkey has always been negligible. In forestry, most high mountain forests were formerly protected as temporarily conservation areas. Today, mountain forests are classified according to their various functions and operated.

Eastern Black Sea mountain ecosystems, which have been protected by the relevant institutions for nearly 35 years, are now facing serious environmental destruction. In other words, the conservation paradigm has been destroyed and even protected areas have been invested.

Various investments in Turkey as the pretext to developing in each country is maintained. The Eastern Black Sea is one of the target regions in this sense. Unplanned Tourism investments, HEPP, Mining, mountain road constructions (so

called yeşilyol) such as nature protection measures are applied away from all kinds.

Yaylas and forests are rapidly urbanizing for tourism. Approximately 600 km of mountain roads are being built under the pretext of Yesilyol. The resulting millions of cubic meters of excavation is poured down the slopes and forest and creek ecosystems are destroyed.

The Eastern Black Sea region is rich in mine reserves and there are many areas for gold, silver and copper mining. All of these mines, which are in montan forest areas, cause severe environmental problems.

It is also the most intensive investment area for the HEPPs in the Eastern Black Sea. High mountain forests have been destroyed due to HEPPs and many stream ecosystems have been dried.



These practices have also brought civil society and public institutions to face, and hundreds of cases have been brought to the courts. These deficiencies in nature conservation have been highlighted in the European Union progress reports in recent years.

The most critical problem of our time is the climate crisis. The consequences of climate change are often seen in the Eastern Black Sea. It is seen that mountain forests, which are an important asset to prevent or reduce flood disasters caused by excessive rainfall, are rapidly destroyed.

In this study, the importance of mountain forest areas in the fight against climate change is emphasized. In addition, the damage caused by the investments in the Eastern Black Sea to the natural ecosystems is tried to be explained and some suggestions are provided for the management of mountain areas.

Keywords: Climate Change, Mountain forests, Forest degradation.

Dağ Alanları Yönetiminde Doğa Koruma Paradigmasının İflası: İklim Krizi Açısından Değerlendirme (Doğu Karadeniz Örneği)

¹Oğuz KURDOĞLU

1. Assoc. Prof. Dr., Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey, oguzkurdoglu@gmail.com

Özet

Türkiye’de dağlık alanların yönetimi hep önemsenmiştir. Ormancılıkta çoğu yüksek dağ ormanları eskiden muhafaza karakterinde işletme sınırında bir tür koruma altına alınırdı. Dağ ormanları günümüzde çeşitli fonksiyonlarına göre sınıflandırılarak işletilmektedir.

Ülkenin ilgili kurumları tarafından yaklaşık 35 yıldır koruma altında olan Doğu Karadeniz dağ ekosistemleri, şimdi ciddi çevresel tahribatlarla karşı karşıya. Diğer deyişle koruma paradigması kimi yatırımlarla korunan alanlarda bile çökmüştür. Her ülkede olduğu gibi Türkiye de kalkınma bahanesiyle çeşitli yatırımlar yapmaktadır. Doğu Karadeniz bu anlamda hedef bölgelerden biridir. Plansız turizm yatırımları, HES, madencilik, yeşilyol gibi çalışmalar her türlü doğa koruma önleminde bağımsız uygulanmaktadır.

Yayla ve ormanlar turizm amaçlı hızla şehirleşmektedir. Dağlarda 600 km yeşilyol yapılıyor ve milyonlarca metre küp hafriyat yamaçlardan aşağı dökülerek orman ve dere ekosistemleri tahrip ediliyor. Bölge ayrıca maden (altın, gümüş ve bakır) rezervleri açısından da zengindir. Maden sahalarının hepsi dağlık alanlardadır ve ağır çevresel problemler doğurmaktadır. Yine HES’ler

açısından Türkiye’nin en fazla yatırım yapılan bölgesidir ve geniş dağlık orman ekosistemleri tahrip edilmiş çok sayıda dere kurutulmuştur.

Bu uygulamalar aynı zamanda sivil toplumla kamuyu karşı karşıya getirmiş ve yüzlerce dava mahkemelere taşınmıştır. Doğa koruma konusunda son yıllarda görülen bu eksiklikler, Avrupa birliği ilerleme raporlarında sık sık ve önemle vurgulanmaktadır.

Günümüzün en kritik sorunu iklim krizidir. İklim değişikliğinin sonuçları doğu Karadenizde de görülmektedir. Aşırı yağıştan kaynaklanan sel felaketlerini önlemek veya azaltmak için önemli bir varlık olan dağ ormanlarının hızla tahrip edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada iklim değişimi ile mücadelede dağ orman alanlarının önemi ve Doğu Karadeniz’de yapılan yatırımların doğal ekosistemlere verdiği zarar açıklanmaya çalışılmakta ve dağ alanları yönetiminde bazı öneriler sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: İklim değişimi, Dağ ormanları, Orman tahribi.

GİRİŞ

Dünyadaki dağlık alanlar yaklaşık 800 milyon insana ev sahipliği yapmaktadır. Dağlar ekosistem hizmetlerinin hayati bir kaynağıdır ve önemli bir rol oynamaktadır. En önemlisi, dağların sağladığı su her kıtada kritik öneme sahip olup, birçok yerdeki nehir akışının yüzde 40 ila 90'ı katkıda bulunmaktadır. Ancak aynı zamanda iki milyar insan için geçim kaynağı sağlarlar. Her iki fonksiyon da iklim değişikliğinden tehdit altındadır (Kohler et al, 2014). Ülkemizin de 2/3 kadarı dağlık alanlar sınıfında, ortalama yüksekliği 1132 m civarında ve en eğimli bölgesi Karadenizdir (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Ormancılıkta çoğu yüksek dağ ormanları eskiden muhafaza karakterinde işletme sınıfında bir tür koruma altına alınırdı. Dağ ormanları günümüzde de çeşitli fonksiyonlarına göre sınıflandırılarak sözde ekolojik tabanlı planlarla yönetilmekte ancak uygulamaların ekolojik yaklaşımlardan epey uzak olduğu görülmektedir.

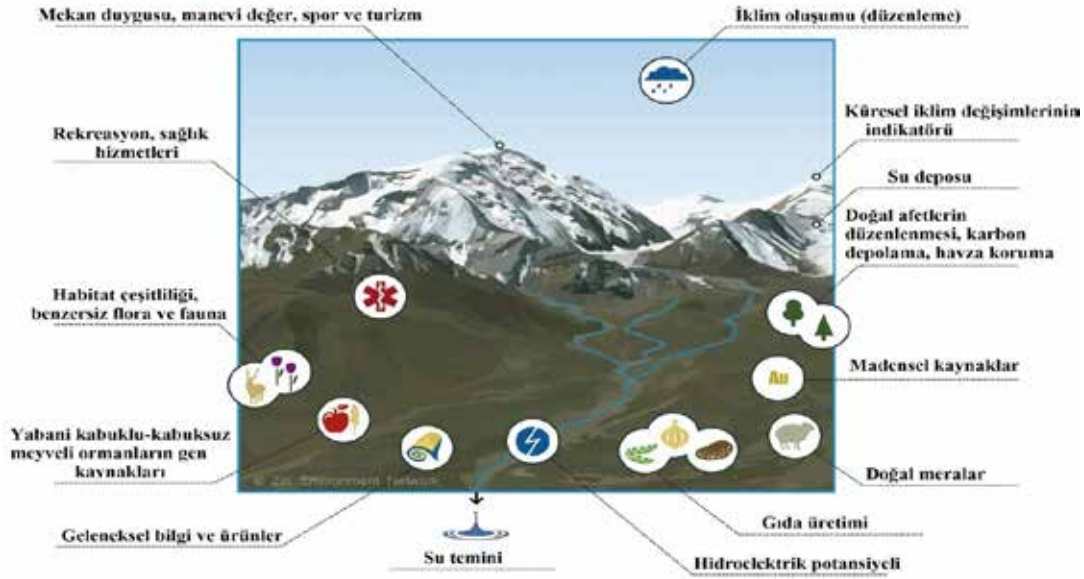
Diğer yandan Doğu Karadeniz'de biyoçeşitlilik, jeomorfolojik özellikler, orman ve su kaynaklarının görece bol olduğu dağlık alanlardan oluşan çok sayıda korunan alan vardır. Bölgede bu nedenlerden belirlenmiş 4 milli park (tamamı dağlık), 4 tabiatı koruma alanı (3'ü dağlık), 31 tabiat parkı (23'ü dağlık), 14 Tabiat Anıtı (11'i dağlık alanda) olmak üzere toplam 53 korunan alanine 41 tanesi dağlık alanlardaki orman ekosistemleri içinde bulunmaktadır. Ülkenin ilgili kurumları bir yandan doğa koruma konusunda çalışmalarını sürdürürken, aynı korunan alanların da dahil olduğu Doğu Karadeniz Dağlarının çok sayıda tehdit ile karşı karşıya olduğu görülmektedir. Bu anlamda hedef bölgelerden biri olan bölge, plansız turizm, HES, Madencilik, Yeşilyol gibi tartışmalı yatırım çalışmaları çalışmalar her türlü doğa koruma önlemlerinden bağımsız uygulanmaktadır ve bu nedenle çok ciddi ekosistem tahripleri ortaya çıkmaktadır. Orman ekosistemlerinin yok edilmesi ve azalması, sucul ekosistemlerin tahribi, yaban hayvanlarının ve habitatlarının yok edilmesi gibi olguları ve arazi dönüşümlerine yol açan çok sayıda problem saymak mümkündür. İklim değişimi bunlardan biridir ve doğurduğu sonuçlar son yıllarda Doğu Karadeniz'de yoğun olarak görülmektedir. Genelde kader olarak geçirtilirse de aşırı yağışların neden olduğu sel felaketlerini önleyecek ya da azaltacak yegane varlık olan dağ alanlarındaki ormanların çeşitli kötü uygulamalarla hızla kaybedildiği gözden kaçırılmamalıdır. İklim krizinin neredeyse tüm olumsuzluklarının görülebildiği günümüzde en önemli koruma gücü sayılabilecek dağ ormanlarının hiç endişe etmeden yoğun bir şekilde çeşitli kullanımlara kurban edilmesi şüphesiz sorunları daha da büyütecektir. Ormancılıkta yüzyıldan fazla olan, uluslararası koruma yaklaşımlarına göre 35 yıldan fazladır muhafaza edilen alanların, artık koruma değil, kullanım ağırlıklı yönetilmesi, koruma paradigmasının çöküşü anlamına gelmektedir.

DAĞLIK ALANLARIN ÖNEMİ

Tümüyle dağların bir envanteri olmasa da karasal alanların %12'si dağlardan oluşmaktadır. Muhafazakar bir tahminle dünyanın toplam bitki türünün (yakl. 260 bin) 50 bin kadarına dağlar ev sahipliği yapmaktadır (FAO 2010).

Dağlık alanlarda bulunan orman alanlarının ekosisteme sağlamış olduğu sayısız yararlar vardır. Dağ ormanları; dağdaki ve dağlara bitişik düz arazilerdeki milyonlarca kişiye ekosistem mal ve hizmetlerini sunar; aşağı havzalardaki kullanıcılar için temiz su, doğal afetlere karşı korunma, çok sayıda yaşama dair (odun, besin vb.) kaynaklar ve yüksek biyolojik çeşitlilik sağlar; rekreasyon hizmetleri ve manevi değerler barındırır (URL-1) (Şekil 1). Ancak simülasyonlar dağlarda bu yüzyılın sonuna kadar mart-nisan aylarında kar örtüsünün ortalama %10-30 arasında düşeceğine işaret ediyor (FAO 2010).

DAĞ EKOSİSTEMLERİNİN MAL VE HİZMETLERİ



Şekil 1. Dağların sunduğu mal ve hizmetler

Ülkemizin önemli dağ alanlarını oluşturan Doğu Karadeniz Dağları, dünyadaki savunmasız 200 önemli karasal ekolojik bölgeden biri (Olson ve Dinerstein, 1997) ve yeryüzünün en önemli biyoçeşitliliğe sahip ve en çok tehdit altındaki 34 sıcak bölgeden (Kafkasya) biri olarak da değerlendirilmektedir (Williams vd., 2006). Doğu Karadeniz Dağları, ayrıca önemli Doğa Alanı (ÖDA) ve Önemli Kuş Alanı (ÖKA) kapsamındadır (Kurdoğlu ve Ünver 2015).

Diğer yandan Ülkemizin, çok daha yüksek irtifada bulunan yayla ve dağlarının herkesçe kabul edilen özellikleri ise flora, fauna ve habitatları bakımından varıl ama bir o kadar da hassas ve kırılgan ekosistemler olmalarıdır. Kaldı ki özellikle ormanlar ve çok farklı çeşitteki nadir habitat, yanlış arazi kullanımı ve plansız yerleşim gibi nedenlerle neredeyse sadece rakımı yüksek ve eğimli olan dağlık alanlarda varlıklarını sürdürebilir olmuştur (Kurdoğlu, 2015).

UYGULAMADAKİ YATIRIMLARA GENEL BAKIŞ

Yaylalar turizm için hızla şehirleştirilmektedir ve yeşilyol bahanesiye yaklaşık 600 km dağ yolu inşa edilmektedir. Ortaya çıkan milyonlarca metre küp hafriyat yamaçlardan aşağıya dökülerek orman ve dere ekosistemleri yok edilmektedir. Doğu Karadeniz ayrıca maden rezervleri açısından zengin bir bölgedir ve çok sayıda madencilik yapılan alan vardır. Tamamı dağlık ve ormanlık alanlarda olan bu maden sahaları, çok ağır çevresel sorunlara yol açmaktadır. Yine HEPP açısından Türkiye'nin en fazla yatırım yapılan bölgesi Doğu Karadeniz'dir ve geniş ormanlık alanlar tahrip edilmiş ve dere ekosistemleri kurutulmuş durumdadır. Özetle yapılan her türlü faaliyet ormanlık alanların azalmasına yol açmaktadır.

Turizm ve Yeşilyol: Günümüzde dağ turizmi turizmin en hızlı büyüyen segmentlerinden biridir ve kıyı turizminin ardından ikinci sıraya yükselmesi beklenmektedir (Panov et al. 2013). Dağ turizm cirosu yıllık dünya turizm pastasının % 15-20'si diğer deyişle 70-90 milyar dolarlık büyüklüğe ulaşmıştır. Turistler iklim, temiz hava, eşsiz manzaralar ve vahşi yaşam, doğal güzellikler, yerel kültür, tarih ve miras, kar ortamını yaşama ve karla ilgili veya doğa ile ilgili faaliyetlere katılma fırsatı gibi birçok nedenden dolayı dağlık yerleri tercih ederler (UNEP 2007). Ancak turizm yatırımları asla istendiği ölçüde olumlu sonuçlar vermemiş turizmin ana sermayesini oluşturan doğal ve kültürel varlıklar hızla tahrip olma sürecine girmiştir. Bu açıdan bakıldığında turizm ve yeşilyol inşaatları "turizmi turizm yok eder" söyleminin bir örneğini oluşturmaktadır. Yeşilyol, Türkiye Turizm Stratejisi 2023 belgesinde Doğu Karadeniz için "Yayla Koridoru" önerilmesi gerekçe gösterilerek Samsun Çarşamba'dan başlayarak, Ordu, Giresun, Trabzon, Gümüşhane, Bayburt, Rize ve Artvin illerindeki yaylaları birbirine bağlayarak dağlık alanlarda yeni turizm merkezleri oluşturulmasını hedefleyen bir yol ağıdır. Planlanan 2600 km uzunluğundaki yo-

lun, 1.000 km'lik kısmı Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğundadır. Proje kapsamında bu zamana kadar 938,38 km'lik kısımda muhtelif imalatlar gerçekleştirilmiştir (URL-2).

Bilindiği üzere turizm faaliyetleri çevresel, ekonomik ve kültürel sorunlara da neden olan bir faaliyettir. "Adına "yeşil" eklenerek çevre dostu gösterilmeye çalışılan bu yollar üzerinde 33 turizm merkezi ve 5 Kültür Turizmi Koruma Geliştirme Bölgesi planlandığı görülmektedir. Bu durum, en önemli turizm varış alanları olan Doğu Karadeniz dağları ve yaylalarının birer kent merkezine dönüşeceği ve tüm doğallığın ortadan kalkacağı anlamına gelmektedir" (Kurdoğlu ve Ünver-Okan, 2015). Orman yolu inşası; teknik açıdan zor, ekonomik açıdan pahalı, çevresel açıdan ekosistemin tüm elemanlarına çok yönlü ve uzun süreli zarar verebilen riskli faaliyetlerdir. Bu nedenle orman yollarının yapım amaçları, gereklilikleri, teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının hepsi bir bütün olarak ele alınıp çok dikkatli şekilde planlamalı ve uygun tekniklerle inşa edilmelidirler (Acar, 2005).

Yol ağlarının, ekosistemler üzerinde hidroloji, habitat kaybı, arazi parçalanması (fragmentasyon), kirlilik, gürültü, bariyer etkisi, yaban hayvanlarında ölüm ya da davranış bozukluğu oluşması gibi çeşitli olumsuz etkileri olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Yeşilyol uygulamalarından bir görünüm.

Yeşilyol platform genişliğinin de en az 10 m olacağı dikkate alındığında, %70 eğimde 100 km uzunluğundaki bir yol için ($117 \text{ m}^2 \times 100 \text{ km}$) 11.700.000 m^3 diğer deyişle 21.060.000 ton hafriyat ortaya çıkacaktır ($1 \text{ m}^3 = 1.8 \text{ ton}$). Bu rakamlara elbette kabaca yapılmış bir hesabın sonucunda ulaşılmıştır. Ancak 600 km uzunluğunda açılacak yeni yol güzergahı da düşünüldüğünde altı kat fazla bir hafriyattan söz edilmelidir. Bu durumda elbette sadece ekonomik büyüklükten değil, bu devasa hafriyatın oluşturacağı çevresel felaketten de söz etmek gerekmektedir. Ancak öncelikle hafriyatın taşınması ve depolanması zorunluluğu ile ortaya çıkan bu maliyetin büyüklüğü nedeniyle tüm kazı materyali şevlerden aşağıya bırakılmakta ve büyük bir çevre tahribatına neden olunmaktadır (Kurdoğlu 2015).

Madencilik: Dağlık alanların sahip olduğu eşsiz manzara ve biyoçeşitlilik gibi olumlu özellikleri yanısıra önemli miktarlarda çeşitli maden yataklarını barındırması gibi bir durumun olduğunu da belirtmek gerekir. Doğu Karadeniz Bölgesi jeolojik açıdan bakır provensi olarak adlandırılır ve bakır, altın ve gümüş ile çeşitli metalik madenlerce zengin bir durum ortaya koyar. Son 15 yıldır bölgede Artvin Cerattepe

(yeni başlamış) ve Murgul, Ordu Fatsa, Gümüşhane, Trabzon-Sürmene gibi yörelerde vahşi madencilik yöntemleri kullanılmaktadır.

Bir bakır ve altın işletmesi çok çeşitli yapılardan ve aşamalardan oluşmaktadır. Madencilik; yüzbinlerce ağaç kesimi/orman ölümü, devasa pasa yığınları, yol açmaları, yoğun toz ve vibrasyon, cevher stokları, tonlarca farklı kimyasalların kullanımı, kirlenen yeraltı suyu, asit maden drenajı, patlatma, heyelan, atık barajı, yaban hayatı etkilenmesi gibi çevresel etkiler yanında ağır sosyal etkiler; halkta görüş ayrılığı, kamulaştırma (yetersiz bedeller) ve gelir kaybı, çıkar çatışmaları, tarımsal ürün ve gelir kayıpları, patlatmalar ve çevre kirliliği kaynaklı olumsuz etkilenmeler ile psikolojik sorunlar, gürültü, trafik artışı kaynaklı sorunlar ve daha nice sorunun kaynağı olmaktadır (Şekil 3). Dünya Çevresel Hukuk Birliğinin yayınladığı Madencilik ÇED Kılavuzuna göre aslında işlenen cevherin 10 katı büyüklüğünde hafriyat oluştuğu belirtiliyor.

Amerikan Orman Servisi devlet ormanlarındaki derelerin 15-20 bin km'lik bölümünün 100 yıl önce terkedilen madenlerin asit drenajından ağır biçimde etkilendiği açıklıyor. Üstüne yeraltı sularında en az %15'lik azalmayı madencilğe bağlıyor (ELAW 2010).



Şekil 3. Madenciliğin yapılacağı alan ve süreç içindeki durum

Madencilik için 2015 yılı itibariyle ormanlardan tahsis edilen alan miktarı yaklaşık 100 bin hektarı bulmuştur. Bu rakamın daha da artması beklenmektedir. Çünkü ilgili Bakan, "2010-2018 yılı arasında ülkemiz genelinde maden ocağı açılması için verilen işletme ruhsat sayısı 106 bin 465'e ulaşmıştır" demiştir (URL-3).

Enerji Yapıları (HES): Yıllardır turizm, tarım, yerleşme, üniversite, konut, çöp alanı, madencilik, yol ve benzeri amaçlarla kullanım şekilleri değiştirilen doğal alanlar, son yıllarda enerji amaçlı olarak büyük bir baskı ile karşı karşıyadır. Ülkemizin enerji açığını kapatmak ve "boşa akmasını önlemek" gibi tartışmalı gerekçelerle bütün su kaynakları, yurt sathında çeşitli tahsislere konu edilmektedir. Özellikle hidroelektrik santraller ve barajlar ile ilgili mevcut uygulamalar; sadece ekolojik değil sosyo-ekonomik anlamda da geri dönülemez zararlar verecek düzeydedir. Öte yandan bir dizi yasal düzenlemenin, doğal ekosistemlerin korunmasını zorlaştıracak hatta olanaksız kılacak hükümler içermesi de dikkatle değerlendirilmesi gereken başka bir konudur (Kurdoğlu ve Özalp 2010).

Topoğrafyanın genel durumu itibariyle, inşaat alanlarının çok sarp ve dik, vadilerin dar oluşu, NT-HES tesislerinin inşaatı sırasında özellikle de tünel yaklaşım ve yeni ulaşım yolları ile iletim tüneli ve kanallarının yapımı aşamasında ortaya çıkan büyük miktarlardaki hafriyatın düzenli bir şekilde depolanması söz konusu olamamaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Doğu Karadenizdeki çeşitli HES inşaatlarının oluşturduğu tahribat

Özetle, HES'lerin inşaat aşaması ve işletme aşamasında; flora üzerinde fragmentasyon ve doğrudan habitat kaybı; fauna üzerinde beslenme ve üreme alanlarının tahribi, doğrudan hayvan ölümleri; su kalitesinin bozulması ve sucül sistemin tahribi, cansuyu olarak bırakılan telafi suyunun yetersizliği, sediment akışının ve balık göçünün engellenmesi ve dere yatağının kuruması, enerji nakil hatlarının ormanlarda kalıcı parçalanmalara neden olması ve yerel halkın kamulaştırma ile topraklarını kaybetmesi ve göç gibi sosyo ekonomik sorunlar oluşturduğu görülmektedir. Özellikle bir dere üzerinde yapılan ardışık HES'lerin özellikle su azalmasına neden olarak vadide bulunan balık çiftlikleri ve tarım alanlarına zararı da önemli bir sorundur. Trabzon Akarsu (Larhan) deresi üzerindeki ardışık üç HES'in vadide bulunan ve gerekli su tahsislerine sahip olan üç balık çiftliğinin kapanmasına neden olması kamuoyunu uzun süre meşgul etmiştir. Yapılan bir çalışmada 2016 yılı itibariyle Doğu Karadenizde akarsular üzerinde planlanan toplam 294 adet HES'in 114 tanesi hizmete girmiş, 30 tanesi de inşaat aşamasındadır. Çalışmada her bir HES için bypass edilen dere yatağı uzunluğu 5113,7 m dir. Bu çalışmaya göre tahrip olma riski ile karşı karşıya olan dere uzunluğu ise 1740 km'dir (Zengin et al. 2016).

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Doğu Karadenizde kalkınma adına yapılan neredeyse tüm çalışmaların başta dağlık alanlardaki ormanlar ve diğer doğal varlıklara zarar verdiği görülmektedir. Özellikle derelerin, yüksek dağ meralarının ve ormanların önemli bölümünün yasal bir koruma statüsüne girmiş olmasına rağmen, korumanın kullanmanın altında neredeyse adının geçmediği, yıllardır oluşturulmuş klasik koruma paradigmasının tümüyle unutulduğu anlaşılmaktadır. Oysa özellikle dağ alanlarındaki her nevi doğal varlığın ve su kaynaklarının, iklim krizinin olanca gücü ile kendini hissettirdiği bir dönemde öncelikle koruma amacıyla yönetilmesi gerekmektedir. İklim değişiminde ormansızlaşma ve orman tahriplerinin büyük önemi vardır.

Eğer ormanlardan iklim amaçlı yararlar elde etmek isteniyorsa, daha fazla bozulmamış orman ekosistemini korumak, ormanları sürdürülebilir yönetmek ve kaybedilen ya da tahrip olmuş orman ekosistemlerini restore ederek yeniden kurmak bir zorunluluktur. Çünkü dağ ormanları ayrıca tatlı su kaynakları

veya doğal tehlikelere karşı korunma gibi temel ekosistem hizmetlerinin temel sağlayıcılarıdır Küresel ısınma bazı dağlık bölgeler için, buzulların erimesini hızlandırabilir ve uzun vadede su kaynaklarını azaltabilir. (Kohler et al 2014). Eriyen buzullar ve yıllık yağın kar miktarındaki düşüş, yakın gelecekte suya bağımlı pek çok ticari işletmeleri de olumsuz etkileyecektir. Bu açıdan Doğu Karadenizde yapılması planlanan HES'lerin bir kez daha değerlendirilmesinde yarar olacaktır.

Yağış azlığı ve su kıtlığı ya da bazı bölgelerde olduğu gibi kar yağışlarının azalması, anormal yağış ve sellerin oluşması ve suyun stoklanamaması başka arayışları gündeme getirebilecektir. Suyun yüzeysel akışla hızlı kaybını önlemek üzere su depolama barajları gündeme gelebilecektir. Ayrıca suyun sahipliliği ve nasıl kullanılacağına karar verilmesi de yakın gelecekte toplumsal tartışmaya neden olacak sorun olabilecektir.

Yüksek dağ ormanlarımızın ve diğer özel dağ ekosistemlerinin, tüm işlevlerini eksiksiz yerine getirebilmesi için koruma altına alınması gerekmektedir. Bu koruma için yasalarda var olan mevcut statülerin yeterli olduğu düşünülmektedir. Ancak koruma için yeterli istek ve iradenin varlığı kuşkuludur (Çolak ve Pitterle, 1999). Aslında Doğu Karadeniz dağları bütünüyle ve bütün varlıkları ile korumaya alınacak yasal bir statüye kavuşturulmalıdır. İsviçre'deki ormanların neredeyse yüzde 50'si doğal tehlikelere karşı koruma sağlamaktadır. Ormanlar tarafından sağlanan doğal koruma olmadan, önemli altyapıların (örneğin yolların) bulunduğu Alpler'in geniş alanlarında diğer koruma önlemlerinin alınması gerekli olacaktır (Kohler et al. 2014).

Özellikle kısa dönemde çevre kaygılarını göz ardı eden ülkelerin, çevre konusunda duyarlı ülkelere göre daha hızlı büyüdükleri bir gerçektir. Ancak bu ülkelerin doğal kaynaklarını da hızla tükettikleri gerçeği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Acar, H. H., 2005. Orman Yolları, KTÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ders Tekirleri Serisi: 82, Trabzon.
- Aktar, Ö., 1969. Koruma nedenlerinin ışığında milli parklar ve kaynaklardan yararlanma, Teknik Haberler Bülteni, Yıl:8, sayı:30, Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.
- Çolak, A.H., ve Pitterle, A., 1999. Yüksek Dağ Silvikültürü, Cilt I-Orta Avrupa. Genel Prensipler, I. Baskı, İstanbul.
- ELAW, 2010. Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs. Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW). ISBN# 978-0-9821214-36
- Elibüyük, M., Yılmaz, E., 2010. Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları, Coğrafi Bilimler Dergisi CBD 8 (1), 27-55.
- FAO, 2010. Mountain Biodiversity and global change, Eva M. Spehn, Katrin Rudmann-Maurer, Christian Körner (Eds). ISBN 978 3 605835 23 6 <http://www.fao.org/3/i2868e/i2868e00.pdf> (Erişim Tarihi: 26.11.2019)
- Olson, D.M., Dinerstein, 1997. The Global 2000, Conserving the World's Distinctive Ecoregions, World Wildlife Fund, Washington.
- Kohler, T., Wehrli, A. & Jurek, M., eds. 2014. Mountains and climate change: A global concern. Sustainable Mountain Development Series. Bern, Switzerland, Centre for Development and Environment (CDE), Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and Geographica Bernensia. 136 pp.
- Kurdoğlu, O., 2015. Yeşilyol: Bir turizm yolu mu, bir ekosistemin sonu mu? TMMOB Peyzaj Mimarları Odası 3. Koruma ve Peyzaj Mimarlığı Kongresi Bildiriler Kitabı, s.68-85, 11-13 Aralık, İzmir.
- Kurdoğlu, O., Özalp, M. 2010. Nehir Tipi Hidroelektrik Santral Yatırımlarının Yasal Süreç, Çevresel Etkiler, Doğa Koruma ve Ekoturizmin Geleceği Kapsamında Değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs Cilt: II, Sayfa:688-707, Artvin.

- Kurdoğlu, O., Ünver-Okan, S., 2015. Yüksek Dağ Alanlarında Planlanan Yatırımlar Hakkında Yeniden Düşünme: Doğu Karadeniz Yeşilyol Örneği, 2023'e Doğru 3. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 26-30 Kasım, s.251-262, Antalya.
- Panov, N., Taleska, M., Dimeska, H., 2013. The Importance Of Mountain Regions For Tourism Development in Republic of Macedonia. Hilly-Mountain Areas -Problems And Perspectives, Ohrid, 12-15 IX, 338.48-6:379.845(497.7).
- UNEP, 2007. Tourism and Mountains: A Practical Guide to Managing the Environmental and Social Impacts of Mountain Tours, ISBN: 978-92-807-2831-6, pp.53,
- URL-1. 2016. Why Mountains Matters For Forests and Biodiversity: A Call for Action on the Sustainable Development Goals (SDGs). <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=1915&menu=35>. Son Erişim Tarihi: 12.10.2016.
- URL-2, 2019. Yeşilyol Projesi. <https://www.dokap.gov.tr/projeler/yesil-yol-projesi/1/Detay> (Erişim tarihi: 26.11.2019)
- URL-3, 2019. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/8-yilda-106-bin-madene-isletme-ruhsati-verildi-41061319> Erişim tarihi: 29.11.2019.
- Williams, L., Kandaurov, A., Zazanashvili, N., Sanadiradze, G., 2006. An Ecoregional Conservation Plan for Caucasus. WWF Caucasus Program Office, Tbilisi.
- Zengin, M., Kurdoğlu, O., Şengü, H., Çakmak, E., 2017. Doğu Karadeniz'de İşletmeye Açılan Bazı Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosistem Ve Karadeniz Alabalığı (*Salmo Labrax*) Populasyonları Üzerine Etkileri. Turkish Journal of Aquatic Sciences, 32 (4): xx (2017). ISSN: 2149-9659/ E-ISSN: 2528-9462, doi: 10.18864/TJAS201718.

OPENING SESSION - November 13th 2019 - ATLAS HALL		
08.00-9.30	Registration	
09.30-9.45	Opening Speech by Chair	
09.45-10.00	Welcoming Speech by the President of TOD	
10.00-10.20	Speech by Honorary Guest (John Parrotta, President of IUFRO)	
10.20-10.40	Speech by Honorary Guest (Robert Mavsar, Deputy Director of EFI)	
10.40-11.00	Coffee Break	
11.00-11.30	Speech by Invited Speaker (Prof. Dr. Marc HANEWINKEL) Climate Smart Forestry to handle the impacts of Climate Change on European Forests	
11.30-12.00	Speech by Invited Speaker (Prof. Dr. Tuncay NEYISCI) A Hypothesis; The Inherited Adaptive Culture of Trees to Climate Change	
12.00-12.30	Speech by Invited Speaker (Prof. Dr. Murat TURKES) Forests, Climate Change and Desertification in Turkey	
12.30-13.00	Speech by Invited Speaker (Prof. Dr. Stephen WOODWARD) Changing climate, changing pathogens: Will Threats to our Forest Ecosystems Increase with Climate Change? [Co-authors: Tugba Dogmus and Alberto Santini]	
13.00-14.30	Lunch	
SESSION I - November 13th 2019 - ATLAS HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Marc HANEWINKEL		Co-Chair: Dr. Üstüner BIRBEN
14.30-14.45	George N. Zaimes, Valasia Iakovoglou, Paschalis Koutalakis, Valantis Kiosses, Georgios Giatas, Anastasia Savvopoulou	Riparian Areas as a Tool to Mitigate Climate Change Impacts in Urban Settings: The Case Study of Drama City, Greece
14.45-15.00	Unal Akkemik, Arailym Kopabayeva, Kuralay Mazarzhanova, Nesibe Kose	Changing climate is causing to changes in growth of <i>Pinus sylvestris</i> in Burabai Region (Kazakhstan)
15.00-15.15	Kani Isik	Impacts of Climate Change on Biodiversity: Range Shifts of Species in Time and Place
15.15-15.30	Nicklas Jansson, Mustafa Avcı, Adam Bergner	What will be the effects of converting oak forests to coniferous plantations in the light of climate change?
15.30-15.45	Tugba Dogmus, Asko Lehtijarvi, Funda Oskay, A. Gulden A. Kaya, Stephen Woodward	Increasing threats to Turkish forest from invasive pathogens
15.45-16.15	Coffee Break	
SESSION III - November 13th 2019 - ATLAS HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Stephen WOODWARD		Co-Chair: Gizem SAHIN
16.15-16.30	Sezgin Ayan, Federico Vessella, Jean Stephan, Javier López-Tirado	Possible effect of climate change on potential distribution area of <i>Cedrus libani</i> A. Rich
16.30-16.45	Selin D. TAVSEL, Semiha D. CAGLAYAN	Adaptation of Mediterranean Forests To Climate Change Project
16.45-17.00	Nesibe Kose	How does climate change affect tree species in Turkey?
17.00-17.15	Murat Sarginci, Sule TEMUR	Is Climate Change Effecting Decomposition in Forest Ecosystems? A Key Study In Duzce Beech-Chestnut Mixed Forests
17.15-17.30	Meric Cakir	Climate change effects on litter decomposition and soil decomposers community
SESSION V - November 14th 2019 - ATLAS HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Unal AKKEMIK		Co-Chair: Dr. Asko Lehtijarvi
09.30-09.45	Merve Nazli Borand,	The global warming potential of wood and fossil fuels for fuel and electricity generation
09.45-10.00	Oktay YILDIZ	Dryland Afforestation Practices in Central Anatolia
10.00-10.15	A. Dilsad Dagtekin, Evrim A. Sahan, Thomas Denk, Nesibe Kose, H. Nuzhet Dalfes	Predicting Late Quaternary Distribution and Future Refugia of Oriental beech (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky) in Asia Minor
10.15-10.30	Ercan OKTAN	Functional Relationship Between Old-Growth Forest, Carbon Storage and Climate Change
10.30-10.45	Cumhur Gungoroglu, Ali Kavgaci, Munevver Arslan	Ecological properties of a <i>Pinus brutia</i> forest isolated in the Euxine of Turkey
10.45-11.15	Coffee Break	
SESSION VII - November 14th 2019 - ATLAS HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Tuncay NEYISCI		Co-Chair: Dr. Semih Kuter
11.15-11.30	Edward A. Ellis	Reduced-Impact Logging Practices Reduce Forest Disturbance and Carbon Emissions in Community Managed Forests on the Yucatán Peninsula, Mexico
11.30-11.45	Mehmet Eker, H. Oguz Coban	The Relationship Between Forest Operations and Climate Change
11.45-12.00	Arif Oguz Altunel, Tayyibe Altunel	Exponential growth in forest road density creates new uncertainties in nature conservancy: A case study of Kastamonu wildlife refuges
12.00-12.15	Ugur Tuttu, Semih Kuter	Testing the Accuracy of MODIS Fractional Snow Cover Product for the 2017-2018 Snow Season over Turkey by using Sentinel 2 MSI Data
12.15-12.30	Oguz Coban, Mehmet Eker	Global maps of forest cover change: Application in forests of Turkey between 2000-2018
12.30-14.00	Lunch	
SESSION IX - November 14th 2019 - ATLAS HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Kani ISIK		Co-Chair: Dr. Murat SARGINCI
14.00-14.15	Sun Joseph Chang	How to solve the problem of carbon dioxide emissions
14.15-14.30	Ozgen Dursun, Ismet Dasdemir	Effects of the FSC Certification Process on Sustainable Forest Management and Climate Change in the Keles Forest Enterprise (2016-2019 Period)
14.30-14.45	Sezgin Ozden, Canturk Gumus	Is Turkey Forestry Ready for Climate Change? A Legislative evaluation
14.45-15.00	Henry Eric Magezi, Taner Okan	Analysis of Climate Change Issues In Uganda's Forestry
15.00-15.15	Askin Bozkurt, Ismet Dasdemir	Job Satisfaction of Poplar Producers and Its Effects on Climate Change (Example of SAR)
15.15-15.45	Coffee Break	
15.45-17.00	Discussion on Conference Declaration	
19.00	DINNER	

SESSION II - November 13th 2019 - ATRIA HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Canturk GUMUS		Co-Chair: Dr. Funda OSKAY
14.30-14.45	Ali Omer Ucler	Forest plantations – assessments on climate change interaction
14.45-15.00	Ufuk Coskun	Evaluation of the Effects of the General Directorate of Forest-Village Relations (GDoFVR) Firewood Reduction Projects on Climate Change
15.00-15.15	Mehmet Korkmaz, Esmagul Gulsoy	The Effects of University Education on Climate Change Risk Perception
15.15-15.30	Cihan Erdonmez	Is Turkish forest engineering education adapted to climate crisis?: An evaluation from academicians perspective
15.30-15.45	Hasan Alkan, Ramazan Ozcelik	A Research on Awareness of Climate Change and Environmental Issues
15.45-16.15	Coffee Break	
SESSION IV - November 13th 2019 - ATRIA HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Ismet DASDEMIR		Co-Chair: Erhan KURBAN
16.15-16.30	Ustuner Birben, Gokce Gencay	The Paris Agreement as a New Hope for The Forest Law: The Case of Turkey
16.30-16.45	Canturk Gumus, Altay Ugur Gul	Mount Ida, Gold Mining and Media Reflections in the Context of Climate Change
16.45-17.00	K. Huseyin Koc, Devrim Karademir, Sedanur Seker	Developments of Industry Oriented Environmental Legislation and Forest Industry in Turkey
17.00-17.15	Erhan Kurban	To Take a Photograph of Global Trade of Some Harmful Goods to Climate Change in The World
17.15-17.30	Fahriye Enda Tolon, Filiz Karaosmanoglu	The Importance of Supply Chain in Regards to Climate Change in Biopower Plant
SESSION VI - November 14th 2019 - ATRIA HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Tahsin AKALP		Co-Chair: Dr. Ilker ERCANLI
09.30-09.45	Altay Ugur Gul, Ramazan Ozcelik	Determination of Forest Fire Monitoring Points Using 0-1 Integer Programming: Karabaglar Sample
09.45-10.00	Muammer SENYURT, Ilker ERCANLI, Alkan GUNLU, Ferhat BOLAT, Sinan BULUT	Comparing Artificial Neural Network Models for Predicting relationships between climate and stand volume increments
10.00-10.15	Ilker Ercanli, Alkan Gunlu	Innovative Pathway to Predict Relationships between Stand Carbon and Climatic Variables: Deep Learning Algorithms
10.15-10.30	Ramazan Ozcelik, Altay Ugur Gul, Hasan Alkan	Additive Aboveground Tree Biomass Equations For Estimating Carbon Sink Capacity of Black Pine
10.30-10.45	Alkan GUNLU, Ilker ERCANLI, Sinan BULUT	Evaluating Various Climate Variables to Relate Stand Volume and Basal Area: A case study from Kastamonu Forest Planning Unit
10.45-11.15	Coffee Break	
SESSION VIII - November 14th 2019 - ATRIA HALL		
Session Chair: Prof. Dr. Oktay YILDIZ		Co-Chair: Dr. Betul UYGUR ERDOGAN
11.15-11.30	Huseyin E. Celik	Climate change and torrent control
11.30-11.45	Betul Uygur Erdogan	Assessment of flood mitigation service in the context of land use and climate change
11.45-12.00	Gul Tekingunduz, Yalcin Kuvan	Perception of Climate Change and Forest Fires Relations in Turkey
12.00-12.15	Ferhat Bolat, Sinan Bulut	Nonparametric Multivariate Adaptive Regression Spline Models for Predicting the Relationships Between Diameter Distribution Parameters and Climate Variables
12.15-12.30	Pareshkumar Bharatbhai Surati	Community based Research on Malnutrition with Climate Change: A cross section survey in Children of urban slum of Surat (Gujarat)
12.30-14.00	Lunch	
SESSION X - November 14th 2019 - ATRIA HALL		
Session Chair: Prof. Dr. K. Huseyin KOC		Dr. Turkey TURKOGLU
14.00-14.15	Cengiz Acar, Habibe ACAR, Norbert KUHN	Greening urban resilient landscapes; Planting design and plant selection approaches for adapting in climate change
14.15-14.30	Banu Cicek Kurdoglu, Sultan S. Kurt Konakoglu, Oguz Kurdoglu	Green Infrastructure Systems in the Context of Sustainable Urban Development and Climate Change
14.30-14.45	Turkay TURKOGLU, Ahmet Tolunay	Role of the Forest Management Certification in Mitigating Climate Change
14.45-15.00	Ahmet Tolunay, Mustafa Ilker SURER, Mehmet OZMIS, Turkey TURKOGLU	The Perception of Urban People on Climate Change and its Effects: The Case Study of Isparta Province in Turkey
15.00-15.15	Oguz Kurdoglu	Bankruptcy of Nature Conservation Paradigm in Mountain Areas Management: Evaluation in Terms of Climate Crisis (Eastern Black Sea Case)
15.15-15.45	Coffee Break	
15.45-17.00	Discussion on Conference Declaration	
19.00	DINNER	

The Foresters' Association of Turkey

Tuna Caddesi No:5/8

Kızılay - ANKARA, TURKEY

+90 312 433 84 13 +90 312 433 26 64



www.forestrycongress.org



Forestry Congress



@ForestryChange



Forestry & Climate Change
(@forestrycon2019)