



# ormancılık araştırma **DERGİSİ**

turkish journal of forestry research

Yıl  
Year 2017

Cilt  
Volume 4

Sayı  
Issue 2

ISSN 2149-0783  
e-ISSN 2149-0775

## ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ General Directorate of Forestry



# OGM

# 1839

TÜBİTAK ULAKBİM Dergipark  
<http://dergipark.gov.tr/ogmoad/>







<b>Yayın Sahibi</b> <i>Journal Owner</i>	Orman Genel Müdürlüğü Adına, Genel Müdür Yardımcısı <b>Dr. Ahmet İPEK</b> <i>On behalf of General Directorate of Forestry, Deputy General Director</i>
<b>Sorumlu Yazı İşleri Müdürü,</b> <b>Editör</b> <i>Responsible Editor, Editor in Chief</i>	Murat BAŞAR

### Bölüm Editörleri

#### *Subject Matter Editors*

<b>Islah</b> <i>Tree Breeding</i>	Dr. Fatma FEYZİOĞLU Ercan VELİOĞLU
<b>Yetiştirme</b> <i>Growing</i>	Erdal ÖRTEL
<b>Ekoloji</b> <i>Ecology</i>	Dr. Ş. Teoman GÜNER Dr. Sevda POLAT Osman POLAT
<b>İşletme</b> <i>Forest Management</i>	Dr. Neşat ERKAN Dr. Mustafa BATUR
<b>Koruma</b> <i>Conservation</i>	Cemhan BUCAK
<b>Orman Ürünleri</b> <i>Forest Products</i>	Akın SARAÇBAŞI
<b>Dil Editörleri</b> <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER Ceren ÖZMEN

Hakemli bir dergi olan Ormanlık Araştırma Dergisi Çift Kör Hakem değerlendirmesi uygulamaktadır.  
tarafından basılmıştır.

Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Beştepe Mahallesi Söğütözü Caddesi No:8/1 06560  
Yenimahalle / ANKARA

Tel: 0312 248 17 10-11-69 Fax: 0312 248 17 12

E-mail: oad@ogm.gov.tr

**Editör Kurulu**  
*Editorial Board*

<b>Islah</b> <i>Tree Breeding</i>	Dr. Mehmet ÇALIKOĞLU Dr. Fatma FEYZİOĞLU Ercan VELİOĞLU
<b>Yetiştirme</b> <i>Growing</i>	Erdal ÖRTEL Mehtap ÖZTEKİN Doç. Dr. Ali KAVGACI Dr. Celal TAŞDEMİR
<b>Ekoloji</b> <i>Ecology</i>	Dr. Ş. Teoman GÜNER Ahmet KARAKAŞ Osman POLAT Dr. Sevda POLAT
<b>İşletme</b> <i>Forest Management</i>	Özge Volkan AKSU Dr. Hadiye BAŞAR Dr. Mustafa BATUR Dr. Nur DİKTAŞ BULUT Dr. Neşat ERKAN Dr. Güven KAYA Dr. Sacit KOÇER Dr. İsmail ŞAFAK Dr. Ersin YILMAZ
<b>Koruma</b> <i>Conservation</i>	Fatih BAŞTAR Cemhan BUCAK Dr. İkbâl Meltem ÖZÇANKAYA Bahadır Nusret ŞANLI İlhami TURAN Özden YALÇIN Dr. Halil İbrahim YOLCU
<b>Orman Ürünleri</b> <i>Forest Products</i>	Sadettin GÜLER Dr. Murat KÖSE Akın SARAÇBAŞI
<b>Dil Editörleri</b> <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER Ceren ÖZMEN

## Amaç ve Kapsam

Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri tarafından 1952 yılından itibaren Teknik Bülten, Yıllık Bülten, Teknik Rapor, Araştırma Dergisi ve Çeşitli Yayınlar adı altında yayınlanan araştırma sonuçlarını tek çatı altında toplamak amacı ile 2014 yılından itibaren yayımlanmaya başlayan Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi (OGMOAD); Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin çalışma programında yer alan araştırma projelerinin ara veya sonuç raporlarından hazırlanan makaleler ile akademisyen, araştırmacı ve uygulayıcı kişilerin ormanlık konuları ile ilişkili olarak hazırlayacağı ve daha önce başka bir yerde kısmen veya tamamen yayımlanmamış makaleleri içerir.

Ormanlık Araştırma Dergisi, Orman Genel Müdürlüğü'nün resmi dergisi olup ormanlık ile ilgili çeşitli konularda bilgi alışverişi için ulusal ve uluslararası düzeyde bir paylaşım temin etmeyi amaçlamaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, yılda en az 2 kez Türkçe olarak ve İngilizce özetli ya da İngilizce olarak Türkçe özetli olarak yayımlanır.

Ormanlık Araştırma Dergisi'nin amaçları, yüksek bilimsel standartta araştırmaya dayalı makalelere öncelik vererek özgün makaleler yayımlamak, ormanlık ile ilişkili alanlarda güncel çalışmalar yaparak faydalanıcıların hizmetine sunmaktır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, aşağıda belirtilen alanlarda ormanlık sorunlarına çözüm getirmek amacı ile temel ve uygulamalı araştırma sonuçlarını içeren ulusal ve uluslararası makaleleri kabul etmektedir.

---

ISLAH	Tohum, Ağaç Islahı, Genetik, Biyoteknoloji.
YETİŞTİRME	Silvikültür, Botanik, Bitki Sosyolojisi, Ağaçlandırma ve Bitki Fizyolojisi, Peyzaj.
EKOLOJİ	Toprak ve Ekoloji, Havza Yönetimi, Orman - Su İlişkileri.
İŞLETME	Ekonomi, Hasılat, Amenajman, Ormanlık Politikası, Sosyal Ormanlık, Orman İnşaatı ve Transportu.
KORUMA	Orman Yangınları, Entomoloji, Fitopatoloji, Yaban Hayatı ve Korunan Alanlar.

---

ORMAN ÜRÜNLERİ Odun ve Odun Dışı Orman Ürünleri, Orman Endüstrisi.

---

Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi'nin yayın süreci; gönderilen makalelerin çift kör hakemlik sürecinden geçirilerek hakem değerlendirme sürecinin en fazla 45 gün içerisinde tamamlandığı ve elektronik baskısının dergi web sitesinde yayımlanması aşamalarını içerir.

Makale sahiplerinden ücret talep edilmediği gibi yayımlanması halinde ücret ödenmez.

## Aims and Scope

Journal of Forestry Research (OGMOAD) started to be published in 2014 with the aim of gathering the research results published as technical bulletin, annual bulletin, technical report and journal under a single roof in the charge of Forestry Research Institutes since 1952, and it consists of articles on interim or final reports of research projects take part in the work plan of Forestry Research Institutes and forestry related articles of academicians, researchers or practitioners which were not partially or completely published elsewhere before.

General Directorate of Forestry Journal of Forestry Research is an official journal of General Directorate of Forestry and aims to provide and share information on forest-related issues on national and international level.

Journal of Forestry Research is published at least twice a year. For articles written in Turkish, an English abstract is necessary and for English papers Turkish abstract is needed.

General Directorate of Forestry Journal of Forestry Research aims to publish research-based articles that have high scientific standards, and to put them into service by carrying out up-to-date studies on forest-related issues.

General Directorate of Forestry Journal of Forestry Research accepts articles from the fields below that involve basic and applied studies on national and international level in order to offer solutions for problems on forestry issues.

---

TREE BREEDING	Seed, Tree Breeding, Genetics, Biotechnology.
GROWING	Silviculture, Botanic, Phytosociology, Afforestation and Plant Physiology, Landscape.
ECOLOGY	Soil and Ecology, Watershed Management, Forest - Water Relations
FOREST MANAGEMENT	Economy, Yield, Management, Forestry Politics, Social Forestry, Forest Construction and Transportation
CONSERVATION	Forest Fires, Entomology, Phytopathology, Wildlife and Protected Areas.
FOREST PRODUCTS	Wood and Non-Wood Forest Products, Forest Products Industry.

---

After a double-blind review process which takes 45 days at most, articles sent to General Directorate of Forestry Journal of Forestry Research are published on the web page of the journal.

Writers do not need to make a payment for the articles they send, and they do not get paid for the articles published.

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

## Araştırma Makalesi / Research Article

**Yetiştirme / Growing**

Güney-Batı Anadolu Bölgesindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kültür ormanlarında değişik silvikültürel uygulamalara göre artım ve büyüme ilişkileri / *Thinning-growth relationships in Pinus brutia* Ten. plantations in South-Western part of Turkey 90-99

Neşat ERKAN, Ali Cem AYDIN, Ünal ELER

**Ekoloji / Ecology**

Mikrobiyal gübre uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi / *Effect of microbial fertilizer application on some morphological properties of Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe seedlings 100-106

Salih PARLAK, Dilek GÜNER

**Ekoloji / Ecology**

Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi / *Determination of carbon stocks in cedar (Cedrus libani* A. Rich.) afforestation areas 107-120

Rıza KARATAŞ, Aydın ÇÖMEZ, Şükrü Teoman GÜNER

**Ekoloji / Ecology**

Elazığ yöresinde seki teraslarda uygun düşey aralığın belirlenmesi / *Determination of appropriate vertical interval for bench terraces in Elazığ region* 121-132

Bahri KALKAN, Celal TAŞDEMİR, Ferhat GÖKBULAK, Osman TİRYAKI

**İşletme / Forest Management**

Orman yangınları açısından riskli yılların güneş leke döngüsüne bağlı olarak önceden tahmin edilebilmesi / *Forecasting risky years for forest fires depending on sunspot cycle* 133-142

Uğur BALTACI, Feriha YILDIRIM

**Yetiştirme / Growing**

Organik madde, yavaş çözünen gübre ve fidan sıklığının dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) fidanlarının çap ve boy gelişimine etkileri / *Effects of organic matter, slow-release fertilizer and seedling density to diameter and height development of narrow-leaved ash (Fraxinus angustifolia* Vahl.) seedlings 143-151

Cemal FİDAN, Hazin Cemal GÜLTEKİN, Hülya TAMYÜKSEL

## Editöre Mektup / Letter to the Editor

**Orman Ürünleri / Forest Products**

Dikili ağaçlardan odun örnekleri alınmasında mekanize bir teknik / *A mechanized technic to take wood samples from living trees* 152

Yağmur BİRİCİK, Ünal AKKEMİK





## Güney-Batı Anadolu Bölgesindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kültür ormanlarında değişik silvikültürel uygulamalara göre artım ve büyüme ilişkileri

Neşat ERKAN (Orcid: 0000-0003-1800-4926)<sup>1\*</sup>, Ali Cem AYDIN (Orcid: 0000-0002-2395-7548)<sup>1</sup>, Ünal ELER (Orcid: 0000-0003-1945-9922)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, PK:264, 07010, ANTALYA

<sup>2</sup>Emekli öğretim üyesi, 07010, ANTALYA

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: nesaterkan@ogm.gov.tr, Geliş Tarihi/Recived: 22.08.2017, Kabul Tarihi /Accepted: 03.11.2017

### Öz

Bu çalışma ile sıklık çağına gelmiş kızılçam ağaçlandırma alanlarında yapılacak değişik dozdaki ayıklamaların ve aralamaların, meşcere artım ve büyümesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 1982-2016 yılları arasında Kaş-Tekircik ve Eğirdir-Aşağı Narlı kızılçam ağaçlandırma alanı olmak üzere iki yerde yürütülmüştür. Rastlantı blokları deneme deseni kullanılmış; Kaş ve Eğirdir deneme alanlarında toplam 5 blok ve 35 parselden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Araştırmada aralama şiddeti işlem olarak; 1) kontrol, 2) mutedil aralama ve 3) şiddetli aralama şeklinde üç işlemler bir uygulama yapılmıştır. Deneme parsellerinde, kontrol parselleri hariç olmak üzere, 1990 ve 2004 yıllarında, meşcerenin ihtiyaç gösterdiği parsellerde ve düzeyde aralamalara devam edilmiştir. Araştırma sonucu; Meşcereye müdahale edilen parsellerde, 1985, 1990 ve 2004 yıllarında yapılan ölçme sonuçlarına göre Ortalama çapın, belirgin bir şekilde arttığını göstermiştir. Yine her iki yerde, toplam 5 blok üzerinden yapılan varyans analiz sonucunda, aralamaların göğüs yüzeyi ve kalan meşcere hacmi üzerinde  $p<0,05$  anlamlılık düzeyinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Parsellerde 44. yaşında, kalan meşcere hacmi için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, aralama şiddetinin kalan meşcere hacmi üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Genel meşcere hacminin ise, yapılan istatistik analizler sonucunda  $p<0,05$  anlamlılık düzeyinde, aralamalardan etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, kızılçam ormanlarında, işletme amaçları çerçevesinde, büyümeyi kaliteli gövdeler üzerinde toplamaya yönelik olarak, büyümenin hızlı olduğu genç yaşlarda, ekonomik açıdan da uygun olacağı düşüncesi ile müdahale sıklığını azaltmak ve bunun için de şiddetli aralama ile göğüs yüzeyinin %35-40'ının alınması şeklinde aralamanın yapılabileceği önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kızılçam, aralama şiddeti, hacim büyümesi

## Thinning-growth relationships in *Pinus brutia* Ten. plantations in South-Western part of Turkey

### Abstract

In this study, we aimed at investigating of the effect of thinning at different levels on stand growth in *P. brutia* plantation areas. Study was carried out in two experimental sites, Antalya-Kaş-Tekircik and Isparta-Eğirdir-Aşağı Narlı *P. brutia* plantation areas between the years 1985 - 2016. Randomized block experimental design was applied in two sites, totally in five blocks and 35 parcels. Thinning was implemented in three dosage as; 1) control, 2) moderate thinning and 3) heavy thinning. Additionally in 1990 and 2004, another two thinnings were implemented in stand considering the silvicultural requirement of the stands. Results showed that mean diameter at breast height (dbh) was increased in the thinned parcels compared to control parcels. Similarly ANOVA results showed that thinnings were effective on remaining basal areas and stand volume in both sites. But at the age of 44 (in 2016), although remaining volume was differentiated depending on thinning, total stand volume was not statistically significant ( $p<0,05$ ) in terms of thinning dosages. It was concluded that considering the operational purposes and providing less thinning costs with longer intervention period, thinning operations should be done by taking out the 35-40 % of the basal area in the fast growing period to gather the wood production on the trees reserved for final crop in *P. brutia* stands.

**Keywords:** *Pinus brutia*, thinning dosage, volume growth.

**To cite this article (Atıf):** Erkan, N , Aydın, A , Eler, Ü . (2017). Güney-Batı Anadolu Bölgesindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kültür ormanlarında değişik silvikültürel uygulamalara göre artım ve büyüme ilişkileri. Ormanlık Araştırma Dergisi, 4 (2), 90-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.335617>

### 1. Giriş

Kızılçam ülkemiz ormancılığı için sadece alan bakımından (5 854 673 ha) değil, aynı zamanda üretilen odun ürünü, özellikle endüstriyel odun üretimi bakımından da önemli türümüzdür (Anonim, 2014).

Nitekim, üretilen endüstriyel odunun %31'i kızılçam ormanlarından üretilmektedir (OGM, 2013).

Diğer yandan, kızılçam gösterdiği büyüme performansı bakımından da ülkemiz ormancılığı için önemli bir türüdür. Gerek doğal ormanlarda ve gerekse ağaçlandırma ormanlarında, kızılçam

gösterdiği bu performansı (30 yaşında 10 m<sup>3</sup>/ha/yıl dan fazla genel ortalama artım) ile hızlı büyüyen tür sınıfına girmektedir (Eraslan, 1983; Usta, 1991; Yeşil, 1992; Erkan, 1996; Erkan, 2013).

Kızılçam gösterdiği bu yüksek büyüme performansı nedeni ile bugüne kadar yapılmış ağaçlandırmalarda da büyük ilgi görmüştür. Ülkemizde 2000 yılına kadar yapılan 700000 ha ağaçlandırma alanı ile kızılçam, ağaç türleri arasında birinci sıradadır ve bu miktarla ülkemizdeki toplam ağaçlandırmanın (1,8 milyon ha) yaklaşık olarak %40'nı oluşturmaktadır (Konukçu, 1999). Bu kapsamda kızılçam ağaçlandırma bakımından da yüksek potansiyel taşıyan bir tür olarak kabul edilmektedir (Koski ve Antola, 1993). Bu nedenledir ki kızılçam ülkemizdeki odun açığının karşılanması için ilgilenilen en önemli yerli tür olmuş ve zaman zaman bu konuda girişimlerde bulunulmuştur. Bu girişimlerden sonuncusu Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından başlatılan ve iyi bonitetli yerlerde yoğun silvikültürel yöntemler de kullanılarak endüstriyel odun üretimini öngören programdır. Bu program kapsamında 2013-2017 dönemi için "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı" hazırlanarak uygulamaya konmuştur. Söz konusu eylem planı ağaç türü olarak büyük ölçüde kızılçamın kullanımını öngörmektedir.

Diğer yandan, birim alandan elde edilecek odun ürünü bakımından, tür seçimi yanında, uygun meşcere bakım tedbirlerini kullanmak da önem taşımaktadır. Nitekim bakım tedbirlerinin amacı; toprak özelliklerinin bozulmasına neden olmamak şartı ile ormandan en kısa zamanda ve en az masrafla kalite ve kantite itibarıyla devamlı ve en yüksek verimi elde etmektir. (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı ve ark., 2004; Genç, 2011).

Sıklık bakımı veya devamında yapılan aralama müdahaleleri ile bir taraftan meşceredeki artımın gelecek vadede değer ağacı olabilecek düzgün gövdeli bireyler üzerinde toplanarak elde edilecek ürün değerini artırmak, diğer taraftan da

müdahalenin şiddetini, meşceredeki genel hacim verimini mümkün olan en yüksek düzeyde tutmak üzere ayarlamak amaçlanır. Dolayısıyla yapılacak müdahalelerin şiddeti isabetli tespit edilmelidir.

Aralamalar ile genel meşcere veriminin değiştirilip değiştirilemeyeceği ile ilgili değişik araştırma sonuçları ve yorumlar (Kalıpsız, 1982; Hasenauer ve ark., 1997) olmakla birlikte ağaç türü, bonitet, sıklık ve yaş itibarıyla değişik aralama şiddetlerinin etkileri ortaya konmalıdır. Nitekim, bu konuda son yıllarda yapılan araştırmalarda olduğu gibi, özellikle değişik aralama yaşı ve değişik bonitet derecelerini kavramayan araştırma sonuçlarının genelleştirilmesi zordur (Hasenauer ve ark., 1997).

Bu çalışma ile sıklık çağına gelmiş kızılçam ağaçlandırma alanlarında yapılan değişik şiddetteki ayıklamaların ve aralamaların meşcere artım ve büyümesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 1990 yılı ölçmelerine dayalı olarak Usta (1996) tarafından bir ara değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışma ile ise, iki deneme alanında, 5 blokta toplam 36 parselde, 1990, 2000, 2010 ve 2015 yılları ölçmelerine dayalı olarak değerlendirmeler yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Araştırma 1985 yılında, o tarih itibarıyla 12-16 yaşlarında olan, 1) Kaş-Tekircik ve 2) Eğirdir-Aşağı Narlı Kızılçam ağaçlandırma alanı olmak üzere iki yerde başlatılmıştır. Deneme alanlarına ilişkin bazı özellikler Tablo 1' de verilmiştir.

### 2.2. Metot

Araştırmada rastlantı blokları deneme deseni kullanılmıştır. Her deneme alanındaki blok sayısı ve her blokta parsel sayıları Tablo 1' de verilmiştir. Parsel büyüklükleri 30 m × 30 m olarak alınmıştır. Parsellerdeki tüm ağaçlar proje başlangıcında metal plakalar ile numaralandırılmıştır. Numara

Tablo 1. Deneme alanları ve bazı özellikleri  
Table 1. Some properties of experimental sites

Deneme alanı	Blok No	Parsel sayısı	Son ölçüm yılındaki yaş	Koordinatlar	Bonitet endeksi aralığı (T=35)
Kaş-Tekircik ağaçlandırma alanı	I	8	46	35 S 743935 UTM 4017291	12.5-15.5
	II	6	45	35 S 742867 UTM 4014843	10.9-12.5
	III	9	42	35 S 743771 UTM 4017267	7.5-13.2
Eğirdir-Aşağı Narlı ağaçlandırma alanı	I	6	44	36 S 0301707 UTM 4162770	10.0-13.8
	II	6	44	36 S 0302000 UTM 4162139	11.5-13.5

yazılı plakaların eskimesi nedeni ile numaralandırma işlemi 2000 yılında yenilenmiştir. Deneme alanlarının ağaçlandırılmasında kullanılan tohum kaynağı konusunda bir bilgi edinilememiştir.

Araştırmada aralama şiddetinin etkisi araştırılmıştır. 1985 yılında parsellerde deneme desenine uygun olarak; 1) kontrol (aralama yapılmamış), 2) mutedil aralama yapılması (göğüs yüzeyinin %15-20'si alınması) ve 3) şiddetli aralama yapılması (göğüs yüzeyinin %35-40'ı alınması) şeklinde üç düzeyde uygulama yapılmıştır. Deneme parsellerinde, kontrol parselleri hariç olmak üzere; ayrıca 1990 ve 2004 yıllarında meşcerenin silvikültürel açıdan ihtiyaç gösterdiği parsellerde ve yeteri şiddetle aralamalara devam edilmiştir.

Araştırmada silvikültürel aralamaların hektardaki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim gibi parametreler üzerine olan etkisi araştırılmış ve aşağıda verilen istatistik model kullanılmıştır.

$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

Modelde;  $Y_{ik}$ : i. aralama şiddeti için k. parselde ait ortalama çap, göğüs yüzeyi ve hacim,  $\alpha_i$ : ortalama çap, göğüs yüzeyi ve hacim için genel ortalama,  $\mu$ : aralama şiddetinin etkisi ve  $\varepsilon_{ik}$ : rastlantı hatasıdır.

Ölçmeler 1985, 1990, 2000, 2010 ve 2015 yıllarında yapılmıştır. Parsellerdeki tüm ağaçların göğüs çapları mm olarak ölçülmüş, boylar ise meşcere boy eğrisinden kestirilmiştir. Bunun için her ölçme yılında ve her deneme parselinde, meşcere boy eğrisini elde edebilmek için, değişik çap ve boy sınıflarından, yeteri miktarda (10-20 ağaç) ölçme yapılmıştır.

Deneme parsellerinin bonitetlendirilmesinde Usta (1991) tarafından hazırlanan ve 35 yaşındaki üst boyu esas alan tablo kullanılmıştır. Parsellerdeki hacim ve hacim elemanlarının hesabında tek ağaç ölçmelerinden faydalanılmıştır. Parseldeki göğüs yüzeyi, ilgili parseldeki tek ağaçların göğüs yüksekliğindeki daire yüzeylerinin toplamı şeklinde hesaplanmıştır. Benzer şekilde parseldeki toplam gövde hacmi de tek ağaçların hacimleri toplamı şeklinde hesaplanmıştır. Tek ağaçların hacimlerinin belirlenmesinde Usta (1991) tarafından kızılçam ağaçlandırmaları için geliştirilen ve çift girişli olan aşağıdaki hacim denklemi kullanılmıştır.

$$\ln V = \ln (-2,0775) + 1,6768 \ln d + 0,8451 \ln h$$

Denklemden;  $V$ : ağaç hacmi ( $\text{dm}^3$ ),  $d$ : göğüs çapı (cm) ve  $h$ : ağaç boyu (m) olarak alınmıştır. Hacim hesaplarında logaritma kullanıldığı için düzeltme faktörü  $df= 1,007987$  olarak alınmıştır.

Hacim denklemindeki göğüs çapları deneme parsellerinde her ağaç için ölçülmüş çap değerleridir. Hacim denklemindeki boy değerleri ise, her parsel için ve her ölçüm dönemi için elde edilmiş meşcere boy eğrisinin (çap-boy eğrisi) denkleminde kestirilmiştir. Meşcere boy eğrisinin çizilebilmesi amacıyla her parselde ve her ölçüm dönemi için, yeteri miktarda ve değişik çap kademelerinden boy ölçümleri yapılmış; regresyon denkleminde, çapa dayalı boy denklemi ve katsayıları elde edilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 24.00 paket programında yapılmıştır.

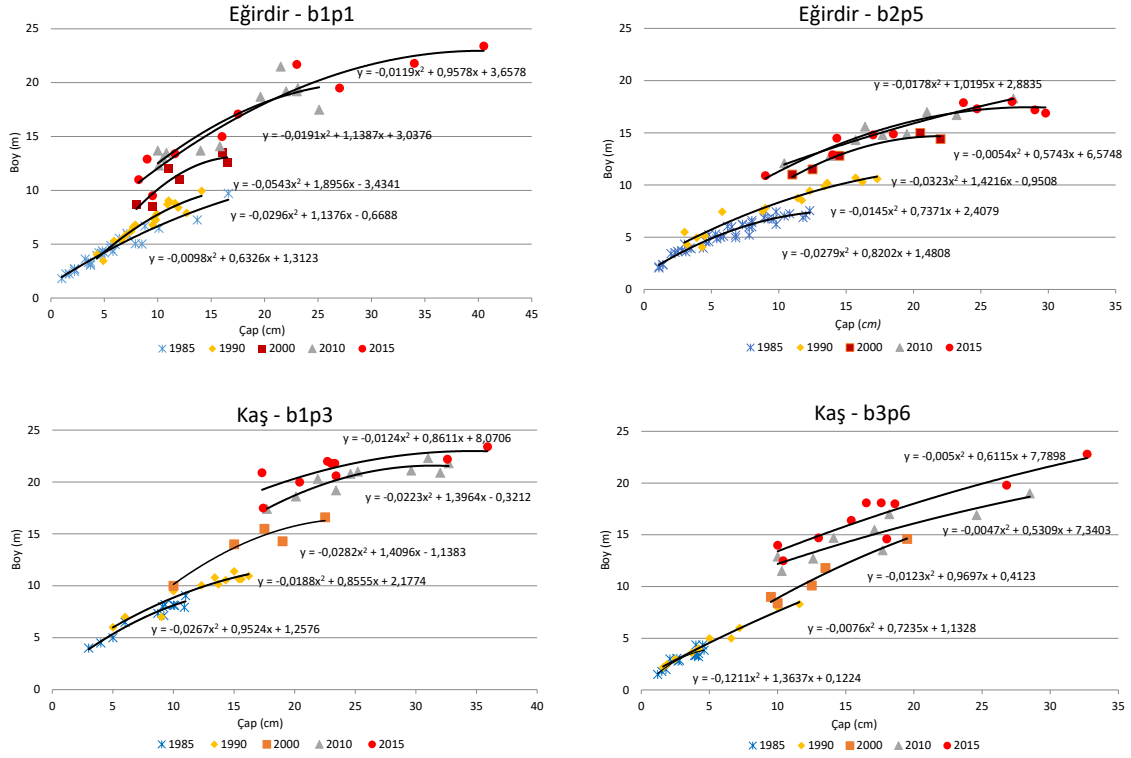
### 3. Bulgular

#### 3.1. Meşcere boy eğrileri

Her bir işleme ait hacim ve hacim elemanlarının hektardaki değerlerini hesaplamak için tek ağaç değerlerinden hareket edilmiştir. Tek ağaç hacim denkleminde kullanmak üzere ihtiyaç duyulan boy değerleri meşcere boy eğrisinden (çap-boy eğrisi) kestirilmiştir. Bu amaçla 5 ölçüm döneminde parsellerin her biri için meşcere boy eğrileri elde edilmiş ve örnek olması bakımından Şekil 1'de farklı deneme alanlarından alınan toplam 4 parselde ait eğriler denklemleri ile birlikte verilmiştir. Elde edilen eğrilerin eğilimlerinin ve meşcere yaşına göre değişimlerinin bu konuda aynı yaşlı ormanlar için bilinen literatür bilgilerine uygun olduğu görülmüştür (Kalıpsız, 1982).

#### 3.2. Meşcere orta çapı

Meşcere orta çapı, meşcereye müdahale edilen 1985, 1990 ve 2004 yıllarını müteakip belirgin bir şekilde artmıştır. Aynı yılda meydana gelen bu artış, meşcereden ince çaplı ağaçların çıkartılmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca, kontrole kıyasla, ağaç başına düşen büyüme alanının artmasından kaynaklanan aralama sonrası artış da söz konusudur. Bu iki nedenden kaynaklı ve aralama şiddetine de bağlı olarak, aralama yapılan parsellerdeki ortalama çapın 2015 yılı ölçüleri, istatistiki olarak  $p < 0,001$  anlamlılık düzeyinde, kontrol parsellerine göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2). Tablodan da görüleceği üzere, 2015 yılında ortalama 44 yaşında olan kontrol parsellerindeki ortalama çap 16,88 cm ile şiddetli (20,25 cm) ve mutedil (19,61 cm) parsellere ait ortalama çap değerlerinden farklılık göstermektedir. Bu yaş için şiddetli ve mutedil parsellere ait ortalama çap değerleri arasında istatistiki anlamda farklılık oluşmamıştır. Söz konusu farklılık Şekil 2'de açıkça görülebilmektedir.



Şekil 1. Deneme alanlarında bazı parseller için değişik yaşlardaki meşcere boy eğrileri (Grafiklerde deneme alanı isimlerini müteakip yer alan b: blok ve p:parsel numarasını göstermektedir. Eğirdir deneme alanına ait her iki parsel “kontrol” işleminin, Kaş deneme alanına ait parseller ise “şiddetli” işleminin yapıldığı parsellerdir)

Figure 1. Stand height curves for some parcels of experimental sites at different ages (Keys after the name of sites on each graphic show the block (b) and parcel (p) numbers. Both parcels in Eğirdir site are “control” treatments and in Kaş site are “heavy” treatments)

Tablo 2. Aralamaların 44. yaşta meşcere parametreleri üzerinde olan etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları (n=12)  
Table 2. ANOVA for the effects of thinning on stand parameters at the age of 44<sup>th</sup> (n=12)

Meşcere parametreleri	İşlemler			P
	Kontrol	Mutedil	Şiddetli	
Meş. orta çapı (cm)	16.88a	19.61b	20.25b	0.001
Göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> /ha)	48.09b	36.55a	39.92a	0.014
Kalan hacim (m <sup>3</sup> /ha)	329.47b	250.62a	272.67ab	0.021
Genel hacim (m <sup>3</sup> /ha)	329.47a	288.56a	287.59a	0.166

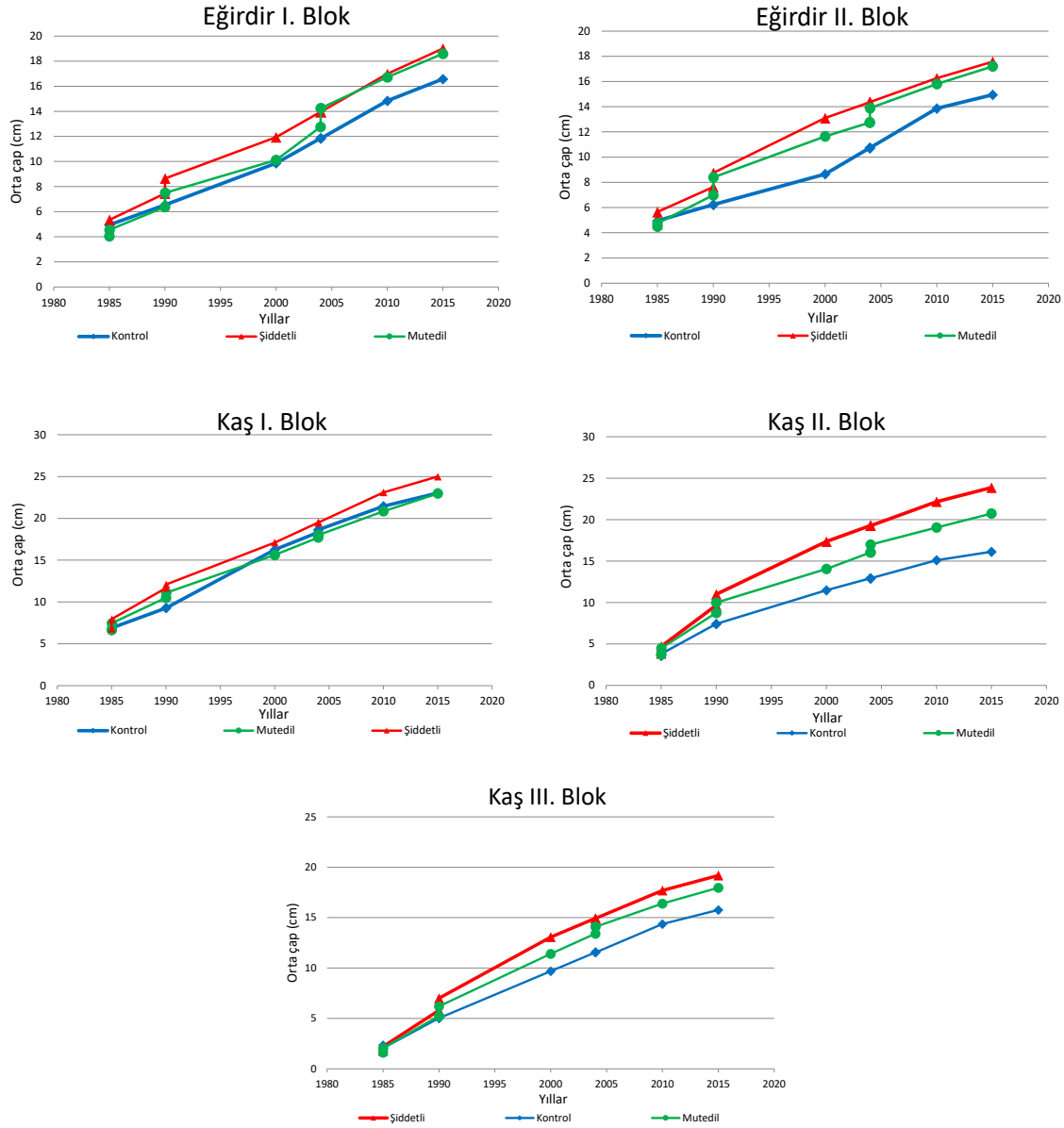
### 3.3. Göğüs yüzeyi

Araştırmada değişik şiddetlerde yapılan aralamaların meşcere göğüs yüzeyi üzerine olan etkisi de incelenmiştir. En son yapılan 2015 yılı, ortalama 44. yaş ölçülerine dayalı olarak her iki deneme alanındaki toplam 5 blok üzerinden yapılan varyans analiz sonucundan, aralamaların göğüs yüzeyi üzerinde  $p < 0,014$  anlamlılık düzeyinde etkili olduğu anlaşılmıştır (Tablo 2). Tablodan görüleceği üzere 2015 yılı (ortalama 44. yaş) ölçüm sonuçlarına göre, aralama şiddeti, kalan meşcerenin hektardaki göğüs yüzeyi üzerinde etkili olmuştur. Tablodan görüleceği üzere, 48,09 m<sup>2</sup>/ha değeri ile kontrol

parsellerinin göğüs yüzeyi şiddetli (39,92 m<sup>2</sup>/ha) ve mutedil (36,55 m<sup>2</sup>/ha) parsellerden daha yüksek bulunmuştur. Kuvvetli ve mutedil aralama yapılan parsellerdeki göğüs yüzeyleri arasında ise istatistiksel anlamda farklılık gözlemlenmemiştir. Analiz sonuçlarına ait grafikler Şekil 3’de verilmiştir.

### 3.4. Kalan meşcere hacmi

İşletme amaçlarına da bağlı olarak, aralama sonrasında hektardaki hacim değerlerinde meydana gelen değişimin izlenmesi, diğer meşcere parametrelerine göre daha önemlidir. Zira çoğu zaman ürün niteliklerine bakmaksızın hektardaki



Şekil 2. Deneme alanlarında blok ortalama çaplarının aralama işlemleri itibariyle gelişimi  
Figure 2. Mean blocks Dbh development by different thinning dosage in experimental sites

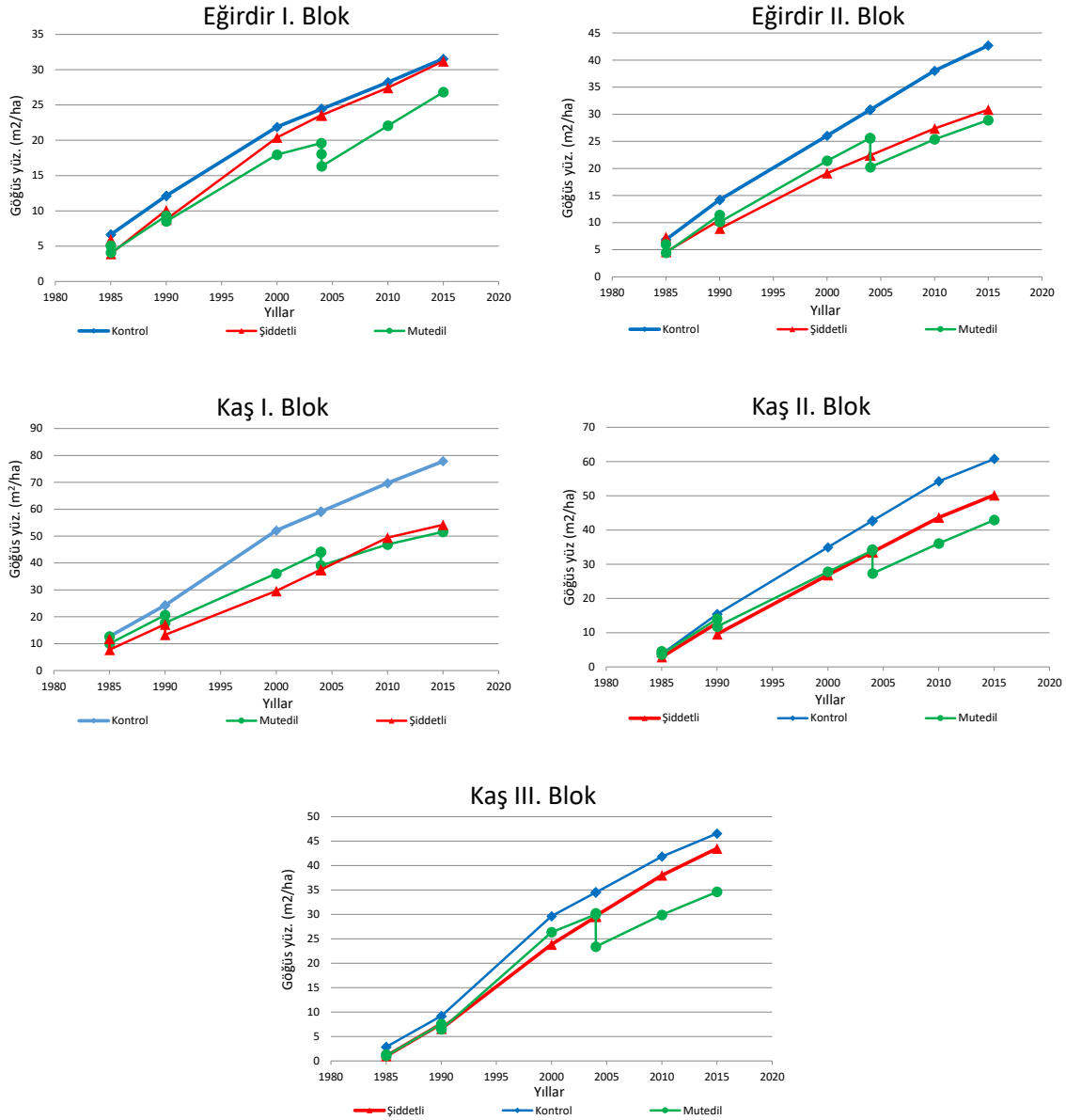
hacim değerleri kıstas olarak alınmaktadır. Örneğin idare süresi belirlenirken “yıllık ortalama hacim artımını” maksimize eden “en yüksek odun hasılatı idare süresi” sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu araştırma sonucunda, ortalama 44. yaşındaki parsellerde kalan hacim değerleri üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, aralama şiddetinin kalan hacim üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 2 ve Şekil 4). Tablodan görüleceği üzere hacim değerleri iki grup oluşturmuş, şiddetli aralamaya ilişkin hacim ortalaması her iki grupta da yer almıştır. Bununla beraber kontrole ilişkin hacim değerleri belirgin bir şekilde diğer iki işlem or-

talama değerlerinden fazladır. Burada kontrol parsellerindeki ortalama kalan hacim değeri (329,47 m<sup>3</sup>/ha), şiddetli aralama parsellerine göre (272,67 m<sup>3</sup>/ha) % 20’den daha fazla olmasına rağmen, istatistik anlamda farkın çıkmaması, analize giren parsel sayısının az olması ve daha çok bonitet farklılıklarından kaynaklı olarak, parseller arası varyasyonun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

### 3.5. Genel meşcere hacmi

Araştırmamızda 44. yaşta, aralamalarla elde edilen hacmin de dikkate alınması ile hesaplanan genel meşcere hacminin, yapılan istatistik analiz-



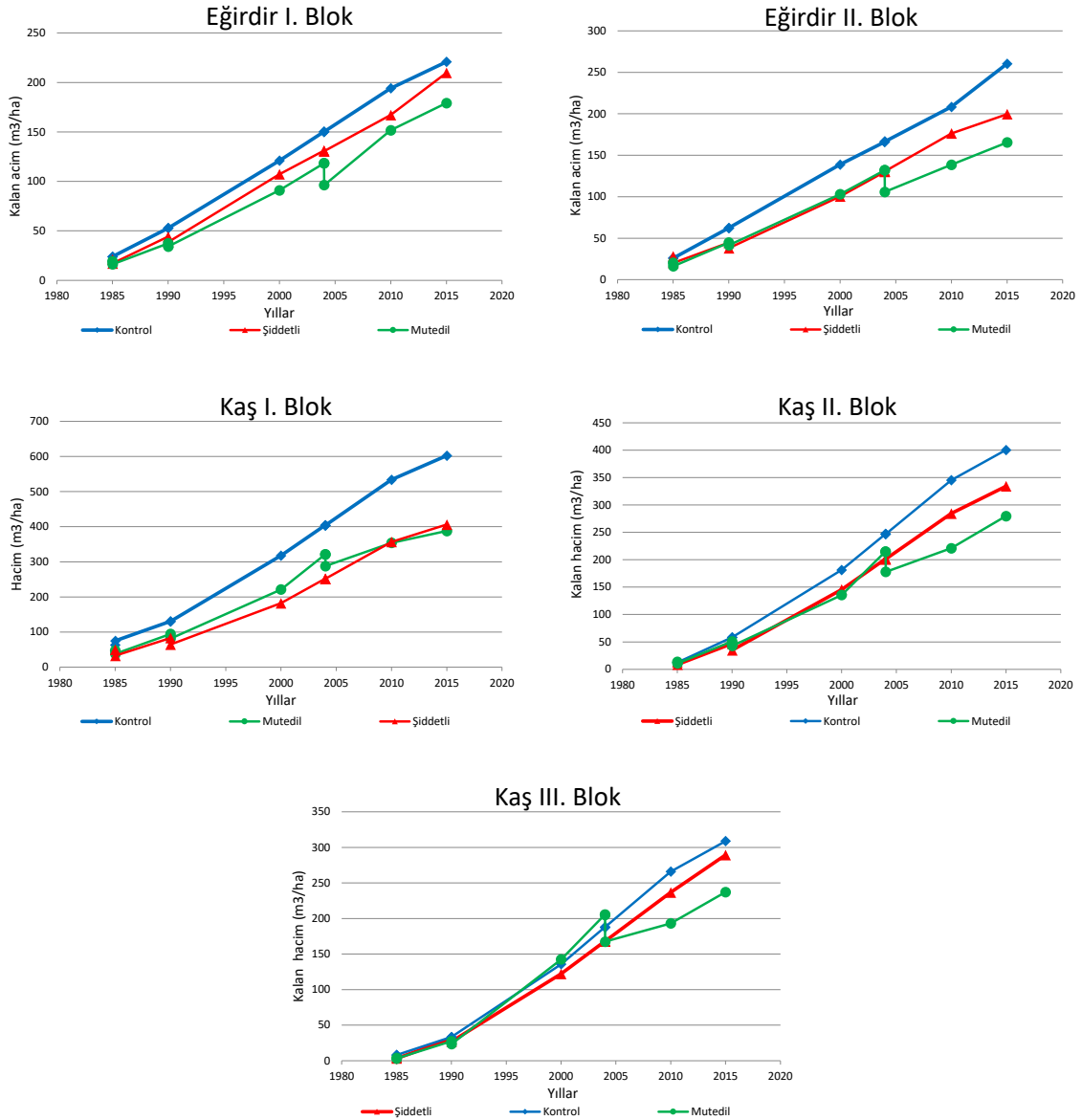
Şekil 3. Deneme alanlarında blok ortalama göğüs yüzeyi değerlerinin aralama işlemleri itibariyle gelişimi  
Figure 3. Mean blocks basal areas development by different thinning dosage in experimental sites

ler sonucunda aralamalardan istatistiki bakımdan anlamlı olarak etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 2 ve Şekil 5). Kaş deneme alanı I. Blok kontrol işlemine ait genel hacim değerleri diğer işlemlerden belirgin bir şekilde fazla görünmekle birlikte, söz konusu parseldeki hacim değerlerinin denemenin kurulduğunda belli ölçüde yüksek olduğu görülmektedir.

#### 4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çalışmamızda 1985, 1990 ve 2004 yıllarında yapılan aralamalar sonucunda meşcere ortalama çapında artışlar olmuştur (Şekil 2). Bu durum bek-

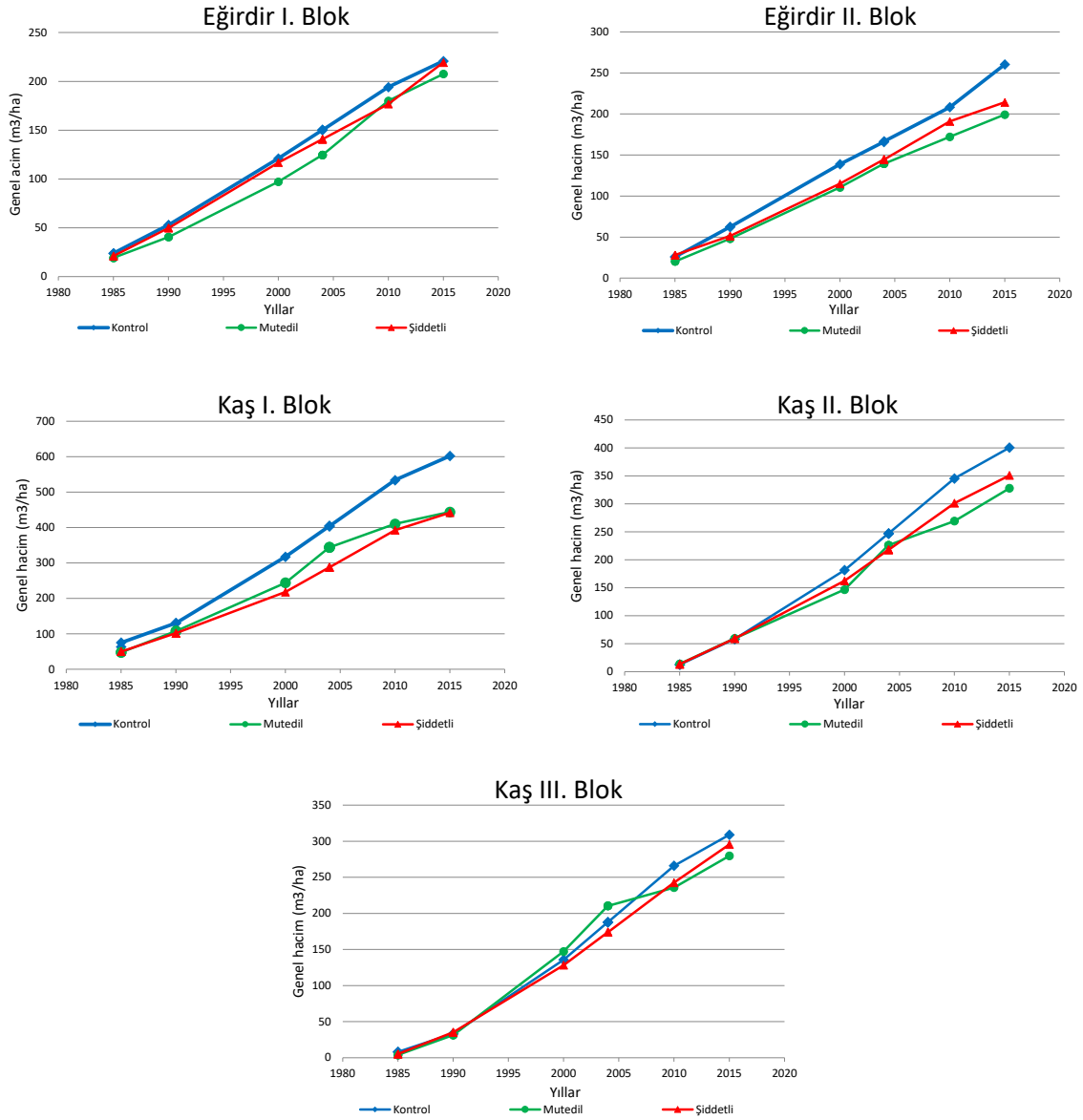
lenen bir sonuçtur. Zira meşcere ortalama çapı aralamalardan en fazla etkilenen meşcere parametresidir (Odabaşı, 1981; Özdemir, Eler ve Şırlak, 1987; Eler ve Keskin, 1989; Usta, 1996). Bu etki meşceredeki ortamın üretim kapasitesinin daha az ya da fazla ağaç tarafından paylaşılması ile ilgilidir (Kalıpsız, 1982, s.123). Aralamalar ile meşcere ortalama çapının artmasının önemli bir diğer nedeni de, aralama ile çıkan ağaçların daha çok ince ağaçlar olmasıdır. Ancak, en yüksek odun hasılatı amaçlı orman işletmeciliği için meşcere ortalama çapından çok, hektardaki hacim veriminin değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.



Şekil 4. Deneme alanlarında blok ortalaması kalan hacim değerlerinin aralama işlemleri itibariyle gelişimi  
Figure 4. Mean stand volume development in blocks by different thinning dosages in experimental sites

Hasenauer ve Burkhart (1997)'ın Wiedemann (1951); Asman (1956, 1970); Hamilton (1976); Clutter (1983) ve Smith (1986)'e atfen bildirdiğine göre aralamalar, toplam ürün miktarını değiştirmemekle birlikte, artımı kalın çaplı ve ekonomik değeri yüksek olan kalan gövdeler üzerinde yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Yine Kalıpsız (1982), aralamaların yapıldığı yılda göğüs yüzeyini bir miktar düşürebildiğini ve dolayısıyla kalan meşcere göğüs yüzeyinin de aralama yapılmayan meşcereye göre düşük olduğunu; ancak, genel meşcere hacim verimi bakımından aralama yapılmayan meşcerenin verimine ulaşabildiğini, hatta geçebildiğini bildirmektedir.

Omule (1988) de yaptığı araştırmada, 50 yaşındaki douglas meşceresinde aralamadan sonra 35 yıllık verilerin değerlendirilmesinden, aralanmış meşcerenin aralanma yapılmamış meşcereye kıyasla, genel meşcere verimi bakımından farklılık arz etmediğini; ancak, kalan meşcere hacminin %18 daha düşük olduğunu bulmuştur. Araştırmamızda da bu genel bilgiye uygun sonuçlara ulaşılmıştır. Şekil 3'ten de görüleceği üzere, şiddetli aralama yapılan parsellerde 1985 ve 1990 yıllarında; mutedil aralama yapılan parsellerde ise 1985, 1990 ve 2004 yıllarında yapılan aralamalar kalan meşcere göğüs yüzeyi ve hacminin kontrol parsellerine göre  $p < 0,05$  düzeyinde farklılaşmasına (daha düşük



Şekil 5. Deneme alanlarında blok ortalaması genel hacim değerlerinin aralama işlemleri itibariyle gelişimi  
Figure 5. Mean total stand volumes development in blocks by different thinning dosage in experimental sites

olmasına) neden olmuştur. Genel meşcere verimi (genel meşcere hacmi) açısından bakıldığında ise göğüs yüzeyi ve diğer hacim parametrelerinin alan bazındaki değerleri aralamadan benzer şekilde etkilenmektedirler (Bradford and Palik, 2009). Dolayısıyla, aynı göğüs yüzeyi, aynı bonitet ve yaştaki meşcerede uygulanması durumunda, birim alandaki toplam göğüs yüzeyinin, aralama uygulanan ve uygulanmayan parsellerde farklılaşmadığı ifade edilmektedir (Clutter & Jones, 1980; Matney & Sullivan, 1982; Cao ve ark., 1982).

Genel meşcere verimi bakımından değerlendirildiğinde, araştırmamızda 44. yaş sonuçları istatistik bakımından hektardaki genel meşcere veriminin

(hacminin) aralamalardan anlamlı olarak etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu yukarıda verilen genel literatür bilgisi ile uyumaktadır.

Aralamalar, büyük ölçüde, elde edilecek nihai ürünün değerini artırmaya yönelik olarak yapılır. Gövde kalitesi düşük ağaçların kullanacağı alan, bitki besin maddesi, su ve ışık gibi üretim faktörlerini istikbal ağaçları üzerine toplayarak, kalın çaplı ve kaliteli gövde elde etmek hedeflenir. Aralama ile elde edilen ara ürünün, aralama çağına da bağlı olarak, özellikle ortalama çapın düşük olduğu genç dönemde ticari değeri olmayabilir. Ancak, nihai ürünün ekonomik değerinin artırılması nedeni ile ara ürünün ticari değerinin olup olmamasına bakıl-



maması, ormancılıkta genel kabul gören bir konudur (Emmingham ve Green, 2003)

Aşırı şiddetli aralamaların olumsuz sonucu olarak; meşcereden çıkarılan ağaçların neden olduğu boşluklar, kalan ağaçlar tarafından tam olarak kullanılamayabilir ve üretim kayıpları oluşabilir. Örneğin, Cochran ve Barrett (1998) 30 yaşındaki panderosa çamı meşcerelerinde yaptıkları aralamada, ağaçlar arası ortalama mesafenin 9,3 feet (2,83 m)'den daha büyük olması durumunda hektardaki göğüs yüzeyi ve hacim büyümesinde önemli düzeyde düşüşler, çap ve boy büyümesinde ise artışlar olduğunu bulmuşlardır.

Geç kalınmış aralamaların da; aralama şoku, güneş yanıkları ve rüzgâr devrikleri gibi olumsuz sonuçları görülebilir. Nitekim sıkışık yapıdaki meşcerede ağaçlar üretimini tepenin üst kısmında küçük bir alana yoğunlaştırır ve aralama ile sağlanan ilave ışığı kullanamaz ve aralamadan sonra büyümelerini birkaç yıl durdurabilirler (aralama şoku) (Emmingham ve Green, 2003).

Sonuç olarak, bu çalışmada 44. yaş verilerinin değerlendirmesinde, kalan meşcere hacim elemanları bakımından kontrol parselleri ile işlem görmüş parseller arasında, istatistiki bakımdan  $p < 0,05$  düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur. Araştırmada uygulanan dozlar itibarıyla şiddetli ve mutedil aralamalar arasında ise fark bulunmamıştır. Genel hacim verimi bakımından ise 44. yaş meşcere hacim verimi bakımından kontrol parselleri ve işlem parselleri arasında fark oluşmamıştır. Bu sonuçlar literatür bilgileri ile birlikte değerlendirildiğinde, kızılçam ormanlarında işletme amaçları çerçevesinde büyümeyi kaliteli gövdeler üzerinde toplamaya yönelik olarak aralamaların zamanında yapılması gerekmektedir. Her ne kadar, araştırmamızda mutedil ve şiddetli aralama arasında fark ortaya çıkmamış olsa bile, grafiklerden de görülebileceği üzere, geç yaşta (2004 yılında, 33. yaşında) yapılan aralamalara meşcere yeterince reaksiyon verememektedir. Dolayısıyla, işletme amacının kaliteli gövde elde etmek olması durumunda, büyümeyi kaliteli gövdeler üzerinde toplamak için kızılçamda büyümenin hızlı olduğu dönemde göğüs yüzeyinin %35-40'a kadarki kısmını alacak biçimde aralama önerilebilir.

### Teşekkür

Bu araştırma Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen "Güney Anadolu Bölgesindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kültür Ormanlarında Değişik Silvikültürel Uygulamalara Göre Artım ve Büyüme İlişkileri" isimli ve "19.3203/1982-2017" numaralı proje kapsamında

yürütülmüştür. Araştırma çalışmasında başlangıcından sonuçlandırılma aşamasına kadar çok sayıda yürütücü ve araştırmacı değişmiştir. Bu vesile ile proje sonuç raporunda isimleri yer alan araştırmacılar dışında projenin değişik dönemlerinde yürütücü ve araştırmacı sıfatı ile yer alan Uğur Şırlak, Dr. Yalçın Yeşilkaya, Dr. H. Zülfiyar Usta, Semra Keskin, Erdal Örtel, Erdoğan Uzun ve M. Necati Baş'a teşekkürü borç biliriz. Ayrıca yoğun arazi çalışması gerektiren projede emeği geçen Enstitümüzün tüm yardımcı personeline de teşekkür ederiz.

### Kaynakça

Anonim, 2014. Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü yayını, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 115, 28 s., Ankara

Bradford, J.B., Palik, B.J., 2009. A comparison of thinning methods in red pine: consequences for stand-level growth and tree diameter. Department of Agriculture, US Forest Service, Northern Research Station, *Canadian Journal of Forest Research*, 39:484-496,

Clutter, J.L., Jones, E.P., 1980. Prediction of growth after thinning in old-field slash pine plantations. USDA For. Serv. Res. Pap. SE-217

Cao, Q.V., Burkhart, H.E., Lemm, R.C.J., 1982. Diameter distributions and yields of thinned loblolly pine plantations. Va. Polytech. Inst. State Univ. Sch. For. Wildl. Resour. Publ. FWS-1-82.

Cochran, P.H., Barrett, J.W., 1998. thirty-five-year growth of thinning and unthinned Ponderosa pine in the Methow Valley of northern Washington. Res. Pap. PNW-RP-502. Portland, Or., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pasific Northwest Research Station. 24 p.

Erkan, N., 1996. Kızılçamda meşcere gelişmesinin simülasyonu. GDA Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:1, Elazığ

Erkan, N., 2013. Kızılçam için bugüne kadar hazırlanmış hasılat tabloları ve bazı kıyaslamalar, "Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu", 26-28 Kasım, Bildiriler kitapçığı, S. 599-612, Antalya

Eraslan, İ., 1983. Hızlı büyüyen ağaç türlerinin önemi, tanımı ve Türkiye'de bu türlerle kurulacak plantasyonların potansiyel üretim kapasitesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Sayı 2 Cilt 33, s.1-27. İstanbul

Eler Ü., Keskin, S., 1989. Antalya yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırma alanlarında gecikmiş ilk aralamalarda uygulanacak silvikültürel gelişme üzerine etkileri. Orm. Araş. Enst. Tek. Rapor No: 36, Ankara.

Emmingham, W.H., Green, D., 2003. Thinning systems for Western Oregon Douglas-Fir stands. Oregon State University, Extension Service. The Woodland Workbook State Management, EC 1132, pp. 1-8, USA.

Genç, M., 2011. Orman bakımı (III. Baskı), SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 14, Isparta, 216 s.

- 
- Hassenauer, H., Burkhart, H., Amateis, R.L., 1997. Basal Area Development in thinned and unthinned Loblolly Pine plantations. *Canadian Journal of Forest Research* 27; 265-271, Canada.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman hasılat bilgisi ders kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi yayın no:388, İstanbul.
- Koski, V., Antola, J., 1993. Turkish national tree breeding and seed production program (1994-2003). Prepared with Cooperation ENSO Forest Development Inc. and Research Directorate Forest Tree Seeds and Tree Breeding, 49 p., Ankara
- Konukçu, M., 1999. Ormancılığımız, Devlet Planlama Teşkilatı Yayını
- Matney, T.G., Sullivan, A.D., 1982. Compatible stand and stock tables for thinned and unthinned loblolly pine stands. *Forest Science* 28: 161.171.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, F., 2004. Orman bakımı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 474, İstanbul, 192 s.
- OGM, 2013. Türkiye Ormancılık İstatistikleri, Yayınlanmamış doküman, Orman Genel Müdürlüğü, İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 6 s. <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx?> (ziyaret tarihi: 15/01/2017)
- Odabaşı, T., 1981. Korudağı Kızılcım plantasyonlarında meşcere bakımı üzerine araştırmalar. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, S. 75-104, İstanbul.
- Omule, S.A.Y., 1988. Growth and yield 35 year after-Commercially thinning 50-year-old Douglas-fir. B.C. Ministry of Forests and Lands Research Branch 31 Bastion Square Victoria, B.C. V8 W 3 E 7, Canada
- Özdemir, T., Eler, Ü., Şırlak, U., 1987. Antalya Bölgesi doğal Kızılcım (Pinus brutia Ten.) ormanlarında ayıklama kesimleri ve etkileri üzerine araştırmalar. Orm. Araş. Enst, Tek, Bül, No: 184, Ankara.
- Saatçioğlu, F., 1971. Orman bakımı (Dördüncü Baskı), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 160, İstanbul, 303 s.
- Usta, H.Z., 1991. Kızılcım (Pinus brutia Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 219, Antalya
- Usta, H.Z., 1996. Batı Akdeniz Bölgesindeki Kızılcım kültür ormanlarında ilk aralamaların artım ve büyüme etkisi (5 Yıllık Sonuçlar). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 5, Antalya.
- Yeşil, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetteki Kızılcım meşcerelerinin yaşa göre gelişimi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 149s. İstanbul.

## Mikrobiyal gübre uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi

Salih PARLAK (Orcid: 0000-0003-3808-3297)<sup>1\*</sup>, Dilek GÜNER (Orcid: 0000-0002-6600-5045)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, BURSA

<sup>2</sup>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: parlaks35@yahoo.com, Geliş Tarihi/Received: 12.09.2017, Kabul Tarihi/Accepted: 19.09.2017

### Öz

Ormanlaştırma çalışmaları uzun vadeli ve maliyetli yatırımlardır. Ekolojik koşulların uygunluğundan sonra, bu yatırımların başarısı büyük ölçüde dikilen fidanın kalitesine bağlıdır. Fidan kalite standartlarına uygun olmayan fidanların ağaçlandırma alanlarına dikilmesi, fidan kayıplarının, dolayısıyla tamamlama giderlerinin artmasına neden olmaktadır. Fidanlıklarda kaliteli fidan üretimini etkileyen en önemli faktörler besin, su ve ışık ilişkileridir. Yetersiz veya fazla beslenen fidanlar standart dışı olduğundan tutma başarıları düşmektedir. Bu nedenle, özellikle kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında kullanılacak fidanların, kök/sak oranı dengeli, kök sisteminin çok iyi gelişmiş, suyu ve besini kolayca alabilen yapıda olması istenmektedir. Fidan kalitesini artırmak için orman fidanlıklarında toprak analizi yapıldıktan sonra besin maddesi açığına göre, kimyasal ve organik gübre takviyesi yapılmaktadır. Gübrelerin yararlı formda dönüştürülmeleri ve kolay alınabilmelerinde, toprak mikroorganizmalarının fonksiyonu büyüktür. Son yıllarda mineral gübrelemeler yerine, toprak mikroorganizmalarını artırarak besinlerin alınmasını sağlayan biyolojik gübreler (biyogübre, bio-inokulant) kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle tarımsal ürünlerde verim artışı, hastalıklara karşı direnç, besin maddelerinden daha iyi faydalanma gibi hususlarda başarılı sonuçlar alınmıştır. Biyogübrelerin orman fidanlıklarında kullanımı yeni bir uygulama olup, fidan karakteristiklerine etkileri konusunda Türkiye’de yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile Türkiye’de ormanlaştırılan alanlarda en fazla kullanılan türlerden biri olan karaçamda ekim yastıklarına biyogübre uygulaması yapılarak, bazı fidan morfolojik özelliklerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Eskişehir Orman Fidanlığında gerçekleştirilen çalışma sonunda, 2+0 yaşlı karaçam fidanlarına uygulanan biyogübrenin, istatistiki bakımdan anlamlı bir fark oluşturmadığı ( $P>0,05$ ) ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biyogübre, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, karaçam, morfolojik özellikler

## Effect of microbial fertilizer application on some morphological properties of *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe seedlings

### Abstract

Reforestation, afforestation and industrial plantation investments are long term and costly investments. After suitability of ecological conditions, the success of these investments largely depends on the quality of seedlings planted. Planting seedlings that are not in accordance with quality standards causes planting losses, thus the completion costs increase. The most important factors affecting quality seedling production in nurseries are nutrient, water and light relationships. Insufficient or overfed seedlings decline planting success. For this reason, the seedlings to be used for forestation works in especially arid and semi-arid areas are required to be stem/root balanced, and well developed root structures. In order to increase the quality of the seedlings soil analysis is carried out in forest nurseries, chemical and organic fertilizer support are made according to the nutrient deficiency. The function of soil microorganisms is great in converting fertilizers into useful form and easy to take. In recent years, biological fertilizers (bio-fertilizer, bio-inoculant) have started to be used instead of mineral fertilizers to increase soil microorganisms and nutrient available. In particular, successful results have been obtained on the issues such as increased yields, resistance to diseases and better utilization of nutrients in agricultural products. The use of bio-fertilizers in forest nurseries is a new practice and no study has been done on the effects on seedling characteristics in Turkey. The aim of this study is to determine the effects of bio-fertilizers on the morphological characters of some seedlings by applying bio-fertilizer on Crimean pine seedlings which is one of the most used species in the afforestation or reforestation areas in Turkey. At the end of the study conducted in Eskişehir Forest Nursery, it was revealed that the bio-fertilizer applied to 2+0 Crimean pine seedlings did not make a meaningful difference ( $P>0.05$ ).

**Keywords:** Bio-fertilizer, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, Crimean pine, morphological characteristics

**To cite this article (Atf):** Parlak, S , Güner, D . (2017). Effect of microbial fertilizer application on some morphological properties of *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe seedlings. Ormanlık Araştırma Dergisi, 4 (2), 100-106.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.337884>

## 1. Giriş

Ülkemizdeki ağaçlandırma faaliyetlerinde kullanılan fidanların tamamına yakını Orman Genel Müdürlüğü'ne ait fidanlıklarda üretilmektedir. Bu fidanlar, ağırlıklı olarak her türlü ormanlaştırma ve rehabilitasyon çalışmalarında kullanılmaktadır. Ormanlaştırma çalışmaları uzun vadeli ve pahalı yatırımlar olduğundan, maliyetlerin mümkün olduğunca düşük tutulması gerekmektedir. Bu nedenle genellikle ekolojik bakımdan sıkıntılı alanlar hariç, ekonomik olması sebebiyle ibrelî türlerden kızılçam, karaçam, sedir, ladin, sarıçam, göknar ve servi ile bazı yapraklı türler çıplak köklü olarak yetiştirilerek 1+0 veya 2+0 yaşlarında ağaçlandırma alanlarına dikilmektedir. Orman Genel Müdürlüğü 2016 yılı faaliyet raporuna göre, orman fidanlıklarında üretilen toplam fidan sayısı 202,5 milyon adet olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2017). Ormanlaştırma faaliyetlerinde kullanılan bu fidanların tutma başarısı ve yaşama yüzdelerinin yüksek olması için fidanlık ortamında mümkün olduğu kadar kaliteli olarak yetiştirilmesi arzu edilmektedir.

Ekolojik koşulların giderek ekstrem şartlara doğru kaydığı ağaçlandırma alanlarına dikilen fidanların, çok daha kaliteli ve kök/sak dengesinin kök lehine olması arzu edilmektedir. Bu suretle, fidanların tutma başarısı ve yaşama yüzdeleri daha yüksek olmakta ve böylece başarılı ormanlandırmalar yapılabilmektedir. Fidanların kök/sak dengesinin kurulması, fidanlık ortamındaki uygulamalara ve bakımlara bağlı olduğu kadar, toprağın besleme kapasitesi ve yayışlı besin maddelerinin alınabilirliğine bağlıdır. Topraktaki besin maddelerinin alınabilirliği ise toprağın kolloidal maddelerine ve besinleri indirgeyerek kullanılabilir hale getiren mikroorganizma faaliyetlerinin yoğunluğuna göre değişmektedir. Bu bakımdan topraktaki mikroorganizma faaliyetinin yüksekliği, toprağın verimliliğinin de bir göstergesidir.

Biyolojik gübreler; laboratuvar şartlarında üretilmiş bakterilerin veya köklerle ilişki kuran mikorizal mantarların toprağa doğrudan uygulanmasıdır. Böylece topraktaki besin maddeleri daha etkin olarak kullanılmakta ve fidan kalitesi artmaktadır. Biyogübreler, saçak kök oluşumunu teşvik etmesi nedeniyle (Benitez ve ark., 2004; Contreras-Cornejo ve ark., 2009) fidan tutma ve yaşama oranlarını artırmaktadır. Biyogübrelerin kullanımı sonucunda bitkilerin biyokütlesinde önemli derecede artışların olduğu ispatlanmıştır. Çünkü biyogübreler toprak kaynaklı zararlı patojenleri baskımlarken, diğer faydalı bakterilerin etkinliğini artırmaktadır. Bu durumda, ürün yetiştirmeye engel olan hususlara karşı bitkilerin kök bölgesinde yeni bir mikrobiyal dinamik denge kurulmaktadır (Siddiqui, 2006). Bu gübreler tarım, orman ve süs bitkilerinde uygulama alanı bulmaktadır (Reddy, 2014).

Biyogübreler, bitki için gerekli olan bitki besin maddelerinin sağlanmasında ve biyolojik yolla yayışlı hale gelmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaların ticari formülasyonlarını ifade etmektedir (Anonim, 2010). Bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmalar, toprağa doğrudan ya da dolaylı olarak ya da tohumun kaplanması şeklinde uygulanarak bitki büyüme potansiyeli olan mikroplar olarak bilinmektedir (Owen ve ark., 2015).

Biyogübreler biyoinokulant, mikrobiyal kültürler, bakteriyel inokulantlar ya da bakteriyel gübreler olarak da isimlendirilir. Biyogübreler faydalarına göre farklı gruplar altında incelenebilir. Fonksiyonlarına göre; azot tespit edenler, fosfatı çözenler, potasyumu çözenler ve sülfürü okside edenler, silikayı çözenler, dekompoze kültürler olarak ayrılabilir. Azot bakterileri ise kendi arasında simbiyotik ve simbiyotik olmayan azot bakterileri şeklinde ayrılır. *Azotobacter* ve *Acetobacter* simbiyotik olmayan bakteriler olup havanın serbest azotunu tespit ederler (Borkar, 2015).

Mikroorganizmaların, kimyasal gübreler ve pestisitlerin oluşturduğu problemleri çözmeye alternatif olmaları nedeni ile doğal çiftçilik ve organik tarımda kullanılmaları oldukça yaygınlaşmıştır (Berg, 2009). Ormancılıkta kullanımı konusunda yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bunlardan en fazla bilineni *Rhizobium* bakterileri olup, baklagil bitkilerin köklerinde simbiyotik yaşayarak, azot tespit ederler. Aktinomisetler ise orman ağaçlarından kızılçam, ilgin, iğde gibi ağaç ve çalılıkların köklerinde nodulite meydana getirerek, azot tespitini gerçekleştirir (Anonim, 2010). Literatür taramalarında, orman fidanlıklarında biyogübrenin kullanımı konusundaki çalışmaların birçoğu laboratuvar ortamında yapılmış saksı çalışmalarını içermektedir (Malusá ve ark., 2012). Bu çalışma, orman fidanlarında sahada yapılan ilk çalışma olması sebebiyle önemlidir.

Eskişehir Orman Fidanlığı'nda yürütülen çalışmada 2+0 yaşlı, yastıkta yetiştirilen çıplak köklü karaçam fidanları kullanılmıştır. Uygulanan biyogübrenin karaçam fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

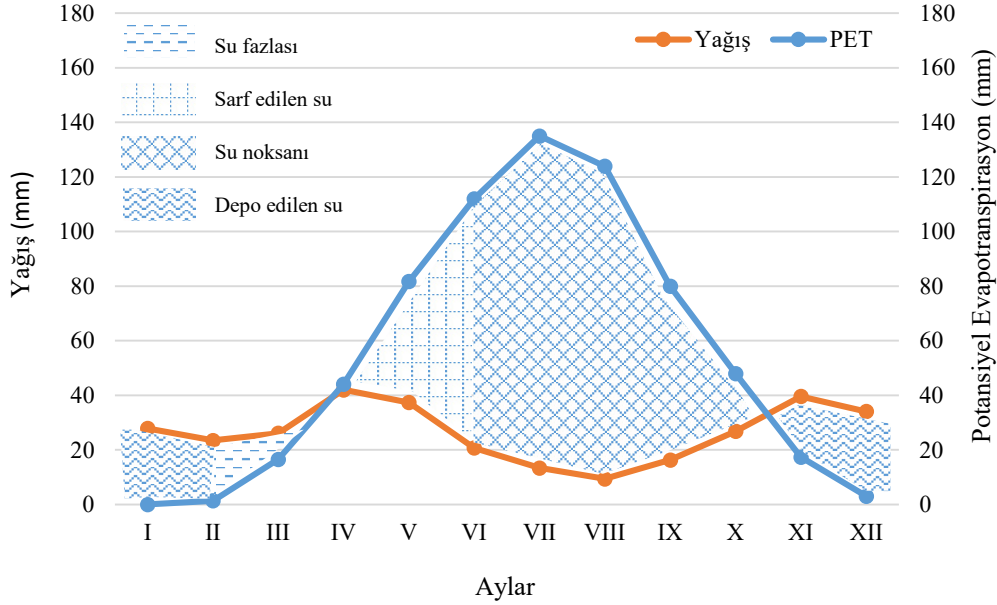
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırmada, Denizli Orman Bölge Müdürlüğü, Acıpayam Orman İşletme Müdürlüğü, Elmaözü Şefliği, 109 numaralı bölmede yer alan Acıpayam-Elmaözü (Alcı) orijinli karaçamla tesis edilmiş olan tohum bahçesinden (TB 141) toplanan tohumlar kullanılmıştır. 141 numaralı tohum bahçesi Denizli İli, Çal İlçesi, Çardak Şefliği, 54 numaralı bölmede, 37° 44' 11" enlem ve 29° 44' 27" boylamları arasında yer almakta olup, 910 m yükseltiye sahiptir.

Çalışmanın fidanlık aşaması 805 m yükseltide, 39° 43' 18"-39° 44' 48" enlemleri ile 30° 25' 06"-30° 26' 43" boylamları arasında bulunan Eskişehir Orman Fidanlığı'nda gerçekleştirilmiştir. Eskişehir, soğuk-yarı karasal iklim tipine sahiptir. Eskişehir meteoroloji istasyonununun 1975-2006 yıllarını kapsayan verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 10,6 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 307,2 mm dir. Büyüme süresi yaklaşık 240 gündür. Thornthwaite

te metoduna göre iklim tipi yarı kuraktır. Sıcaklık ilişkileri bakımından orta sıcaklıklar hâkimdir. Su açığı 305,5 mm olup, haziran-ekim ayları arasındaki beş aylık dönemi kapsamaktadır (Şekil 1). Fidanların yetiştirildiği yastığın 0–30 cm derinlik kademesine ait toprak özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre denemenin kurulduğu yastık balçıklı kil türündedir.



Şekil 1. Thornthwaite yöntemine göre Eskişehir ilinin su bilançosu  
Figure 1. The Water Balance of Eskişehir According to Thornthwaite Method

Tablo 1. Fidan yastıklarının bazı toprak özellikleri  
Table 1. Some soil properties of the seedling beds

Kum (%)	51,7	Toplam kireç (%)	11,61
Toz (%)	16,2	Elektriki iletkenlik (mS/cm)	0,46
Kil (%)	32,1	Organik madde (%)	1,88
Toprak türü	Balçıklı kil	Toplam azot (%)	0,10
Toprak reaksiyonu (pH)	7,70	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	80

## 2.2. Denemede kullanılan mikrobiyal gübrenin özellikleri

Çalışmada kullanılan ve içeriği üretici firma tarafından garanti edilen biyogübrenin içerdiği bakteriler ve etiket verileri Tablo 2'de verilmiştir. Etiket bilgilerine göre biyogübre muhteviyatı mikroorganizmaların toprak pH'sı 4-9 arasında etkin olduğu belirtilmektedir.

*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter* türü bakteriler azot tespit eden bakterilerdir. *Azotobacter* türleri tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. *Azotobacter* türleri auxin gibi bazı

bitki hormonlarını sentezleyerek bitki büyümesini teşvik eder (Borkar, 2015). *Azotobacter* türleri ile kıyaslandığında, *Azospirillum* türlerinin 3 kat daha fazla azot tespit ettiği belirlenmiştir. *Azospirillum* türleri ile inoküle edilen bitkilerin %15-20 ürün artışı ve %20-30 oranında da kimyasal azotu tespit ettiği belirlenmiştir (Borkar, 2015). Toprakta fosfat genelde pH ve organik maddeye bağlı olarak Ca<sup>2+</sup>, Al, Fe<sup>2+</sup> ya da Mn<sup>2+</sup> ile kompleks formda bulunmaktadır. Ana sorun fosforun toprakta çabuk fikse olması ve nadiren %10-20 oranına kadar çözülebilmesidir. Kalkerli topraklarda fosfor çözünmez forma dönüştüğünden, bitkiler tarafından alınmaz.

*Pseudomona*, *Bacillus*, *Aspergillus* ve *Penicillium* birçok toprak organizması fosforun serbest hale geçmesinde etkilidir. Bunlar, fosfat çözen bakteriler olarak bilinirler (Borkar, 2015).

Tablo 2. Kullanılan biyogübre içeriği  
Table 2. The content of biofertiliser used

Garanti edilen içerik -Toplam mikroorganizma sayısı: 2x10 <sup>7</sup> kob/ml
Biyogübre 1
<i>Penicillium bilaii</i>
<i>Bacillus megaterium</i>
<i>Artrobacter viscosus</i>
<i>Azotobacter vinelandii</i>
<i>Azotobacter chroococcum</i>
<i>Pseudomanas sp.</i>
Biyogübrenin özelliği: Havanın serbest azotunu fikse eder, toprakta mevcut bulunan fosfatı çözer, potasyumu harekete geçirir.

### 2.3. Fidanlık çalışmaları

Denizli Acıpayam-Elmaözü (Alcı) orijinli karaçam tohumları, 120 cm eninde ve 7 ekim çizgisine sahip (ekim çizgileri arası 15 cm) yastıklara, 2015 yılı nisan ayı sonunda ekilmiştir (18 g/m<sup>2</sup>). Fidanlara çimlenmeleri takiben ilk yıl fidanlıkta rutin olarak uygulanan gübreleme ve bakım çalışmaları yapılmıştır. 1 yaşını tamamlamış fidan yastıklarından biri seçilerek, 20.06.2016 tarihinde biyogübre denemesi kurulmuştur. Deneme arazide kurulmadan önce, üretici firma tarafından önerilen 1 m<sup>2</sup> alana uygulanacak doz (0,5 ml biyogübre + 10 ml saf su + 0,5 gr şeker) ile bu dozun 5 katı olacak şekilde ikinci bir doz hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan karışımlar 24 saat bekletildikten sonra, su ile seyreltilerek süzgeçli kap yardımıyla, ekim yastığında 1 m<sup>2</sup>'lik alanlara uygulanmıştır. Her bir işlem arasında 50 cm genişliğinde tampon bantlar bırakılmıştır. İşlemlerin yastıklara dağıtımında, "rastlantı parselleri deneme deseni" kullanılmış ve deneme 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Ayrıca, yine tesadüfî olarak belirlenen 3 kontrol parseli de denemeye ilave edilmiştir. Deneme fidanlıkta aplike edildikten sonra, vejetasyon dönemi boyunca rutin ot alma, sulama ve kök kesimi faaliyetlerine devam edilmiştir. Araştırmada yastığın ortasında kalan 5'inci sıradaki fidanlar kullanılmış, yastığın her iki tarafında kenarlara gelen birer sıra fidan tecrit zonu olarak bırakılmıştır.

### 2.4. Laboratuvar çalışmaları

2+0 yaşına gelen fidanlar 20.07.2016 tarihinde rutin bir uygulama olan kök kesimine tabi tutulmuştur. Daha sonra 20.02.2017 tarihinde yapılan kök kesimini takiben fidanlar, yastıktan elle sökülerek, kökleri kök boğazından itibaren 30 cm mesafeden kesilmiştir. Daha sonra laboratuvarında her işlem

parselinden rasgele seçilen 20 fidanda fidan boyu (FB), kök boğazı çapı (KBC), sak taze ağırlığı (STA), kök taze ağırlığı (KTA), sak kuru ağırlığı (SKA) ve kök kuru ağırlığı (KKA) belirlenmiştir. Sak ve kök kuru ağırlık değerleri, fidanlar 70 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşmaya kadar (ortalama 48 saat) bekletilerek elde edilmiştir.

### 2.5. Değerlendirme

Veriler istatistik analiz öncesinde normalite denetimine tabi tutulmuş, normal dağılım göstermeyen FB, STA, KTA, FTA, FB/KBC ve STA/KTA değerlerine logaritma dönüşümü uygulanmıştır. Kontrol dâhil iki farklı biyogübre dozu uygulamasının 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özelliklerine etkisi, her bir özellik bazında ayrı ayrı varyans analizi ve Duncan testi ile denetlenmiş ve istatistik analizlerde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0®, 2015).

Araştırmada  $y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$  istatistik modeli kullanılmıştır. Modelde,  $y_{ik}$ : farklı biyogübre uygulamasına tabi tutulmuş bir fidana ait morfolojik özelliği,  $\mu$ : bir fidan özelliğine ait genel ortalama değeri,  $\alpha_i$ : biyogübrenin etkisini,  $\varepsilon_{ik}$ : raslantı hatasını ifade etmektedir.

### 3. Bulgular

Farklı biyogübre uygulamasına tabi tutulmuş 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki farklılıklar Tablo 3 ve Şekil 2'de verilmiştir. Tablo 3 ve Şekil 2 incelendiğinde, farklı biyogübre uygulamasına tabi tutulmuş fidanlar arasında FB, KBC, FB/KBC oranı (gürbüzlük indisi), STA, KTA, FTA, SKA, KKA, FKA ve SKA/KKA oranı (katlılık) bakımından anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ( $P>0,05$ ).

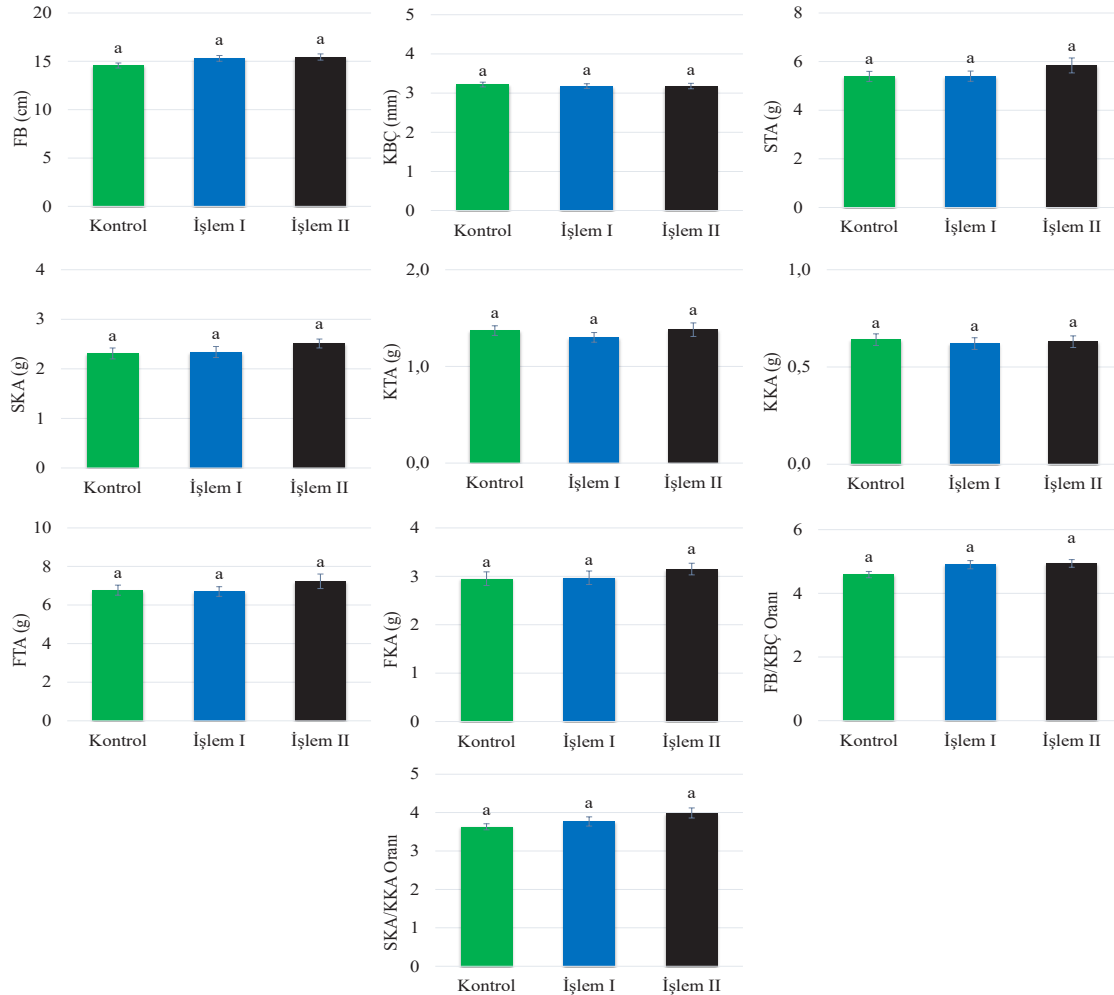
### 4. Tartışma ve Sonuç

Biyogübreler canlı mikroorganizmaları ihtiva eden ve kök bölgesinde koloni oluşturan, azot ve fosfor alımını sağlayarak bitki gelişimine katkıda bulunan maddelerdir (Hasrat, 2006). Biyogübrelerle farklı türlerde yapılan fidanlık çalışmalarında; sak ve kök gelişimi, biyokütle ve fidan kalitesi bakımından, kontrole göre artışlar kaydedilmiştir (Deshmukh ve ark., 2007). Biyo-inokulant olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmaların, bitkilerde kök sistemlerinin gelişmesini ve ürün miktarını artırdığı bildirilmektedir (Owen ve ark., 2015). Örneğin *Azospirillum* + *AM* fungi + *Pseudomonas* kombinasyonu uygulanan *Feronia elephantum* (Corr.) fidelerinde kontrole göre, kök uzunluğunun %56,81, sürgün boyunun %22,72, kök boğaz çapının %108,57 ve biyokütleinin %77,47 oranında arttığı bildirilmektedir (Deshmukh ve ark., 2007). *Erythrina indica* fidanları ile yapılan çalışmada, farklı mikrobiyal gübrelerle

Tablo 3. Farklı biyogübre uygulamasına tabi tutulmuş 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki farklılıklar (Ort±SH)  
Table 3. Differences in the morphological characteristics of 2+0 aged Crimean pine seedlings subject to different bio-fertilisers (Mean ±SE)

Morfolojik özellikler	İşlemler			F Oranı	Önem Düzeyi (P)
	Kontrol	İşlem I	İşlem II		
FB (cm)	14,56±0,26 a	15,30±0,30 a	15,44±0,32 a	2,399	0,094
KBÇ (mm)	3,22±0,06 a	3,18±0,06 a	3,18±0,07 a	0,153	0,858
FB/KBÇ (Gİ)	4,59±0,10 a	4,90±0,13 a	4,94±0,12 a	2,459	0,088
STA (g)	5,39±0,21 a	5,40±0,21 a	5,84±0,31 a	0,569	0,567
KTA (g)	1,37±0,05 a	1,30±0,05 a	1,38±0,07 a	0,412	0,663
FTA (g)	6,77±0,26 a	6,70±0,25 a	7,23±0,38 a	0,474	0,624
SKA (g)	2,31±0,11 a	2,34±0,11 a	2,51±0,09 a	0,904	0,415
KKA (g)	0,64±0,03 a	0,62±0,02 a	0,63±0,02 a	0,071	0,931
FKA (g)	2,95±0,14 a	2,97±0,14 a	3,15±0,12 a	0,619	0,545
SKA/KKA (K)	3,63±0,08 a	3,77±0,12 a	3,99±0,13 a	2,379	0,245

FB: fidan boyu (cm), KBÇ: kök boğazı çapı (mm), Gİ: gürbüzlük indisi, STA: sak taze ağırlığı (g), KTA: kök taze ağırlığı (g), FTA: fidan taze ağırlığı (g), SKA: sak kuru ağırlığı (g), KKA: kök kuru ağırlığı (g), FKA: fidan kuru ağırlığı (g), K: katlılık, Ort: ortalama, SH: standart hata, P: önem düzeyi, satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan ( $P>0,05$ ) homojen grupları göstermektedir.



Şekil 2. Farklı biyogübre uygulamasına tabi tutulmuş 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özellik ortalamaları ve ± standart hataları. Her bir morfolojik özellikte aynı harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistik olarak birbirlerinden farklı değildir.

Figure 2. The morphological characteristics of the 2+0 Crimean pine seedlings subjected to different fertilizer applications and ± standard errors. The averages followed by the same letters in each morphological feature are not statistically different from each other at  $\alpha = 0,05$  level.

bulaşıklık sağlanmış fidanların sürgün ve kök uzunluğu ile kök boğaz çapı bakımından, kontrole göre önemli farklılıklar belirlenmiştir (Kuppurajendran, 2012).

2+0 yaşlı çıplak köklü karaçam fidanları ile yaptığımız çalışmada biyogübre, üretici firmanın tavsiye ettiği doz olan m<sup>2</sup>'ye 0,5 gr ve bu dozun 10 katı olacak şekilde 5 gr hazırlanan biyogübre çözeltisi, iki doz şeklinde uygulanmış ve kontrol grubu fidanları ile karşılaştırılmıştır. Fakat uygulanan biyogübre dozlarının, fidanların ölçülen morfolojik karakterleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir.

Asif ve ark. (2013)'nın *Pinus wallichiana*'da yaptıkları çalışmada, farklı biyogübrelerin fidan karakteristiklerine olan etkileri incelenmiş, *Azotobacter*'in kontrole göre fidan boyunu %37,17 artırdığı belirlenmiştir. Kuppurajendran (2012), *Erythrina indica* fidanlarında yaptığı çalışmada ise sürgün uzunluğu bakımından *Azospirillum* ile bulaşık fidanlarda, kontrole göre %57,71 boy artışı sağlanmıştır. Kök uzunluğu bakımından yine *Azospirillum* ile bulaşıklık sağlanan fidanlarda, 15,82 cm ile en yüksek kök uzunluğu elde edilmiş ve kontrole göre %41,76 artış sağlanmıştır. *Melia azedarach* L.'da fidanlık ortamında yapılan çalışmada, *Glomus geosporum*, *Azotobacter chroococcum* ve *Bacillus coagulans* kombinasyonu uygulanan fidanların kök ve sürgün boyları ile biyokütle miktarları, kontrole göre daha yüksek gerçekleşmiştir (Rajeshkumar ve ark., 2009). *Tectona grandis* ile yapılan çalışmada ise *Azotobacter* uygulanan fidanların gelişimleri nispeten düşük kalmıştır (Paroha ve ark., 2000). *Picea glauca* (Moench) Voss × *Picea engelmannii* Parry ex Engelm.) hibritlerinin tohumlarına yapılan *Pseudomonas* ve *Bacillus* uygulaması sürgün ve kök artışını %10-234 arasında artırmıştır (Shishido ve Chanway, 2000). 2+0 yaşlı karaçamlarda yaptığımız çalışmada ise uygulanan biyogübre kombinasyonu fidan boyu bakımından istatistiki olarak anlamlı bir fark meydana getirmemiştir.

Yapılan çalışmalarda uygulanan biyogübrelerin kök boğazı çapını artırdığına dair veriler mevcuttur. Asif ve ark. (2013)'nin çalışmasında, *Pseudomonas tinctorius* uygulanan fidanlarda %16,87, *Azotobacter* uygulananlarda %13,70, *Pseudomonas fluorescens* uygulananlarda %9,81, *Bacillus subtilis* ise %8,84 oranında kök boğazı çapını artırdığı belirlenmiştir. Kuppurajendran (2012) tarafından *Erythrina indica* fidanlarında yapılan çalışmada ise kök boğaz çapı bakımından tek doz *Azospirillum* ile inokule edilen fidanlarda, kontrole göre %75,54 artış sağlanmıştır. Yaptığımız çalışmada ise karaçam fidanlarında kök boğaz çapı bakımından, uygulanan biyogübre anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

Biyokütle bakımından *Azospirillum* ile inokule edilen fidanlarda, kontrole göre %61,55'lik artış sağlanmıştır. Kök kütlesi bakımından da *Azospirillum* ile yapılan işlem kontrole göre daha yüksek sonuç vermiştir. Toplam biyoküttele ise kontrole göre %65,23'lik artış sağlanmıştır (Kuppurajendran, 2012). *Ilex paraguariensis*'in *Kosakonia radincincitans* ile inokule edildiği çalışmada, sürgün kuru ağırlığının %183 arttığı belirlenmiştir (Bergottini ve ark., 2015). *Eucalyptus camaldulensis* ile yapılan çalışmada, uygulanan biyogübre kompozisyonu toplam biyokütle ve büyümeyi artırmıştır (Karthikeyan ve Suryaprakash, 2008). Fidanlık ortamında *Ailanthus excelsa*'da yapılan çalışmada, iki biyogübre uygulamasının, bir uygulamadan daha iyi sonuç verdiği bildirilmektedir (Sreedhar ve Mohan, 2016). *Azadirachta indica* A. Juss fidanlarına iki kez uygulanan *Glomus mosseae*, *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* biyogübreleri, kontrole göre, maksimum biyokütle artımını gerçekleştirmiştir (Sumana ve Bagyaraj, 2002). Yaptığımız çalışmada karaçam fidanlarında yaş veya kuru kök ve sak biyokütlesi bakımından uygulanan gübreler anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Keza, Borkar (2015), karaçam kontrol fidanları ile biyogübre uygulaması yapılanlar arasında, kök biyokütlesi bakımından önemli bir etkisinin görülmediğini bildirmektedir. Alori ve ark. (2017) uygulanan bazı mikrobiyal inokulantların toprağın mikrobiyallerini artırma veya azaltma yönünde etki edebildiği, bazılarının ise etkisiz olabildiğini ifade etmektedir.

Eskişehir Orman Fidanlığında yapılan çalışmada, yastıkta yetiştirilen çıplak köklü 2+0 yaşlı karaçam fidanlarında, ölçülen fidan karakterleri bakımından biyogübre uygulaması anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Borkar (2015), biyogübrelerin etkili olabilmesi için optimum sıcaklık isteğinin 20-30 °C ve pH'nın 6,5-7,0 ve 7,0-7,5 arasında olması gerektiğini bildirmektedir. Denemenin kurulduğu yastıkta toprak sıcaklığı ölçülmemiş ancak, toprak pH'sı 7,70 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, biyogübre uygulamasının fidan morfolojik özellikleri üzerinde etkili olmamasının toprak pH'sından kaynaklanmış olabileceği düşünülmekle birlikte, biyogübre uygulamasının tohuma yapılması, ekimi takiben ve 1+0 yaşından itibaren yapılmasının nasıl sonuçlar vereceği konuları araştırılmalıdır. Biyogübre ile ilgili çalışmalara, farklı fidanlık, tür, yaş ve dozlarda devam edilmelidir.

## Kaynaklar

Alori, E.T., Dare, M, O., Babalola, O.O., 2017. Microbial Inoculants for soil quality and plant health. *Sustainable Agriculture Reviews* 22: 281-307.

Anonim, 2010. Tarımda kullanılan organik, organomineral gübreler ve toprak düzenleyiciler ile mikrobiyal,



- enzim içerikli ve diğer ürünlerin üretimi, ithalatı ve piyasaya arzına dair yönetmelik. 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmî Gazete.
- Anonim, 2017. Orman Genel Müdürlüğü 2016 yılı idare faaliyet raporu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Asif, M., Lone, S., Lone, F.A., Hamid, A., 2013. Field performance of blue pine (*pinus wallichiana*) seedlings inoculated with selected species of bioinoculants under nursery conditions. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 4(1): (B) 632 – 640.
- Benitez, T., Rincon, A.M., Limon, M.C., Codon, A.C., 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.* 7: 249–260.
- Berg, G., 2009. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 84, 11–18.
- Bergottini, V.M., Otegui, M.B., Sosa, D.A., Zapata, P.D., Mulot, M., Rebord, M., Zopfi, J., Wiss, F., Benrey, B., Junier, P., 2015. Bio-inoculation of yerba mate seedlings (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) with native plant growth-promoting rhizobacteria: a sustainable alternative to improve crop yield. *Biology and Fertility of Soils* 51(6), 749–755.
- Borkar, S.G., 2015. Microbes as Biofertilizers and Their Production Technology, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd., 218 p.
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., López-Bucio, J., 2009. *Trichoderma virens* a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 49, 1579–1592.
- Deshmukh, A.M., Khobragade, R.M., Dixit, P.P., 2007. *Handbook of Biofertilizers and Biopesticides*. Oxford Book Company 267, 10-B-Scheme, Opp. Narayan Niwas, Gopalpura By Pass Road, Jaipur-302018, 326 p.
- Hasrat, A., 2006. *Agro Technology of Organic Farming*. Published by: Grassroots Institute c/o Grassroots India Trust 1st Floor, 134, Street 17, Zakir Nagar, Okhla, Opp. New Friends Colony A-Block, New Delhi – 110 025, 21 p.
- Karthikeyan, A., and Suryaprakash, M., 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, *Phosphobacterium* and *Azospirillum Sp.* on the successful establishment of *Eucalyptus Camaldulensis* Dehn. in bauxite mine spoils. *Forests and Trees and Livelihoods* 18 (2), 183-191.
- Kuppurajendran, 2012. Effects of bioinoculants on seedling growth, biochemical changes and nutrient uptake of *Erythrina indica* L. in semi arid region of Southern India. *Biometrics & Biostatistics* 3:2, DOI: [10.4172/2155-6180.1000134](https://doi.org/10.4172/2155-6180.1000134).
- Malusá, E., Sas-Paszt, L., Ciesielska, J., 2012. Technologies for beneficial micro-organisms inocula used as biofertilizers. *The Scientific World Journal*, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3324119/> doi:10.1100/2012/491206 (accessed on 09.09.17).
- Owen, D., Williams, A.P., Griffith, G.W., Withers, P.J.A., 2015. Use of commercial bio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. *Applied Soil Ecology* 86: 41–54.
- Paroha, S., Chandra, K.K., Tiwari, K.P., 2000. Synergistic role of VAM and *Azotobacter* inoculation on growth and biomass production in forestry species. *Journal of Tropical Forestry* 16(1): 13-21.
- Rajeshkumar, S., Chandran Nisha, M., Chidambaram Prabu P., Wondimu, L., Selvara, T., 2009. Interaction between *Glomus geosporum*, *Azotobacter chroococcum*, and *Bacillus coagulans* and their Influence on growth and nutrition of *Melia azedarach* L. *Turk J Biol* 33, 109-114.
- Reedy, P.P., 2014. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Horticultural Crop Protection*. ISBN 978-81-322-1973-6 (eBook), Springer New Delhi Heidelberg New York Dordrecht London, 313 p.
- Shishido M., and Chanway C.P., 2000. Colonization and growth promotion of out planted spruce seedlings preinoculated with plant growth promoting rhizobacteria in the greenhouse. *Can. J. For. Res.* 30(6): 845–854.
- Siddiqui, Z. A. 2006. PGPR: Prospective biocontrol agents of plant pathogens. In PGPR: Biocontrol and biofertilization, ed. Z. A. Siddiqui, 111–42. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- SPSS v.22.0, 2015. *SPSS 22.0 Guide to Data Analysis*, published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA. 637 pp.
- Sreedhar, S.S., and Mohan V., 2016. Effect of different plant growth promoting microbes as bio-Inoculants on the growth improvement of *Ailanthus excelsa* seedlings in nursery. *The Indian Foresters* 142 (7), 631-641.
- Sumana, D.A. and Bagyaraj, D.J. 2002. Interaction between VAM fungus and nitrogen fixing bacteria and their influence on growth and nutrition of neem (*Azadirachta indica* A. Juss). *Indian J. Microbiol.* 42(4): 295-298.

## Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi

Rıza KARATAŞ (Orcid: 0000-0002-0940-3944)<sup>1\*</sup>, Aydın ÇÖMEZ (Orcid: 0000-0002-1972-0396)<sup>1</sup>,  
Şükrü Teoman GÜNER (Orcid: 0000-0002-3058-7899)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: rizakaratas@ogm.gov.tr, Geliş Tarihi/Received: 13.09.2017, Kabul Tarihi /Accepted: 26.10.2017

### Öz

Bu çalışma, sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarındaki karbon stoklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklemeler, Eskişehir ve Afyonkarahisar illerinde verim sınıfı, gelişim çağı ve kapalılık bakımından farklılık gösteren 40 alanda yapılmıştır. Her örnek alandaki ağaçların çap ve boyları ölçülmüş, bir ağaç kesilmiş ve kesilen ağacın kökü çıkartılmıştır. Daha sonra arazide ibre, kuru dal, canlı dal, gövde ve kök taze ağırlıkları tartılmıştır. Örnek alanlarda çalı, ot ve ölü örtü örnekleme yapılmış ve her bileşene ait alt örnekler alınmıştır. Ayrıca her örnek alanda bir adet toprak çukuru açılarak ayrı ayrı horizonlardan toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvarında bitki ve toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Tek ağaç kütle denklemlerinin geliştirilmesinde regresyon analizlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen verilerden örnek alanların hektardaki ağaç bileşenleri, diri örtü, ölü örtü ve toprak karbon stokları hesaplanmıştır. Örnek alanlardaki bitkisel kütle miktarı, bitkisel kütle karbon oranları ve karbon stokları ile toprak horizonlarının karbon oranları ve toprak karbon stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Sedir ağaçlandırmaları için hacim ağırlığı 0,467 t/m<sup>3</sup>, BGK<sub>TOPRAKÜSTÜ</sub> 1,635, BDGK<sub>TOPRAKÜSTÜ</sub> 0,762 t/m<sup>3</sup>, kök/sak oranı 0,207 ve karbon oranı %51,27 bulunmuştur. Ortalama karbon stoğu ağaçlarda 61,084 tC/ha, çalılarda 1,060 tC/ha, otlarda 0,625 tC/ha, ölü örtüde 6,55 tC/ha ve toprakta 60,875 tC/ha olarak belirlenmiştir. Ağaç kütlesi, toprak, ölü örtü ve toplam karbon stoğu meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ancak, ot ve çalı karbon stoğunun meşcere tiplerine göre farklılıkları önemli düzeyde değildir.

**Anahtar Kelimeler:** Sedir, ağaçlandırma, bitkisel kütle, karbon stokları

## Determination of carbon stocks in cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) afforestation areas

### Abstract

This research was carried out to determine the carbon stocks of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) plantation areas. 40 sample plots were chosen from areas differing in terms of yield classes, growth stages and canopy closure, in Eskişehir and Afyonkarahisar cities. In each sample plot tree height and diameter at breast height (DBH) of all trees were measured and a sample tree was cut and roots were excavated. Fresh weight of the tree compartments including needle, dead and live branches, bole and root was determined after cutting. Shrub, herbaceous cover and forest floor samplings were made and subsamples were collected from each sample plot. A soil pit was dug and soil core samples were taken from the identified horizons for every sample plots. Some physical and chemical properties of soil and plant specimen were analyzed in the laboratory. Stem volume and biomass equations were developed by regression analysis. Carbon stocks of tree biomass components, shrub and herbaceous cover, forest floor and soil were estimated from the data obtained from the measurements. Changes in biomass, carbon factors, and carbon stocks of biomass, forest floor and soil according to stand types were evaluated by Anova. As a result, basic wood density was calculated as 0.467 t/m<sup>3</sup> while BEF<sub>ABOVEGROUND</sub> as 1.635, BCEF<sub>ABOVEGROUND</sub> as 0.762 t/m<sup>3</sup>, root to shoot ratio as 0.207 and carbon factor as 51.27 percent. Mean carbon stock of tree biomass was found as 61.084 t/ha while 1.060 t/ha, 0.625 t/ha, 6.55 t/ha, and 60.875 t/ha for shrub, herbaceous cover, forest floor and soil, respectively. Tree biomass, soil carbon stocks of stand types and total carbon stocks were found different between the stand types. But the differences were not significant in shrub, herbaceous cover and forest floor.

**Key words:** *Cedrus libani*, afforestation, biomass, carbon stocks

**To cite this article (Atf):** Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029>

## 1. Giriş

İklim değişimine sebep olan başlıca etkenin sera gazlarının atmosferdeki konsantrasyonlarının artması olduğu bildirilmektedir (Nowak ve Crane 2002, Schimel ve ark. 2000). Sera gazları içerisinde en önemli pay karbondioksit aittir. Orman ekosistemleri bitkisel kütle ve toprakta depoladığı karbon miktarı ile atmosfere salımları azaltabilecek ve aynı zamanda insanlar tarafından değiştirilebilen en önemli yutakları oluşturmaktadır (Çömez 2012).

Küresel iklim değişimi sorununun çözümü için Birleşmiş Milletler tarafından 1992 yılında Rio'da yapılan zirvede "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)" imzaya açılmış ve bu sözleşmenin uygulanması amacıyla 1997 yılında Kyoto Protokolü oluşturulmuştur. Kyoto Protokolü yükümlülükleri kapsamında ülkeler, her yıl enerji, ulaşım, atık, tarım ve arazi kullanımı-arazi kullanım değişikliği ve ormancılık sektörlerinden kaynaklanan sera gazı salımlarını ve atmosferden alınarak bağlanan karbon miktarlarına ait ulusal envanter raporlarını (NIR) hazırlayarak UNFCCC sekreteriyasına sunmaktadırlar.

Türkiye, 2006 yılından itibaren ulusal bildirimlerini yapmaktadır. Bu bildirimler "Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık" (AKAKDO) kılavuzuna göre ve kılavuzda verilen katsayılar kullanılarak düzenlenmiştir. AKAKDO kılavuzundaki katsayıların bir kısmı Türkiye'de çeşitli ağaç türleri için yapılan çalışmaların sonuçlarına göre hesaplanmış olup, diğer bazı katsayılar ise dünya ölçeğinde genel katsayılardır. Söz konusu genel katsayıların Türkiye için çok sağlıklı sonuçlar vereceğini söylemek mümkün değildir. Orman ekosistemleri için ülkemizde yapılmış araştırma sayısı azdır. Bundan sonra yapılacak bildirimlerde veri kalitemizi yükseltmek için Türkiye'ye özgü araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Ormancılık sektöründe karbon envanteri, kabuklu gövde hacmi verilerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Kabuklu gövde hacmi önce hacim ağırlığı kullanılarak gövde kütlelerine dönüştürülmekte, daha sonra bitkisel kütle genişletme katsayıları ile çarpılarak ağaçların toprak üstü kısımlarının kütleleri hesaplanmaktadır. Kök kütleleri, toprak üstü kütle ile kök/sak oranının çarpımı sonucu bulunmaktadır. Ya da Tarım, Ormancılık ve Arazi Kullanımı (AFOLU) kılavuzuna göre (IPCC 2006), kabuklu gövde hacmi doğrudan bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayıları ile çarpılarak toprak üstü ağaç kütleleri hesaplanmaktadır. Ancak ağaçlandırmalar için geliştirilmiş katsayılar ülkemizde henüz mevcut değildir. Bu çalışma, ihtiyaç duyulan katsayıların üretilmesi bakımından önemlidir.

Sera gazı envanterlerinde arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan karbon salım ve bağlanma miktarları önemli bir yer tutmaktadır. Bu araştırma, daha önce orman olmayan arazilerin ağaçlandırılması ile oluşturulan arazi kullanım değişikliğinin karbon bağlanmasına etkisinin ortaya konulması bakımından da önemlidir.

Türkiye'de doğal sedir ormanlarının toprak üstü bitkisel kütleleri ve karbon stoğu üzerine yapılmış bir çalışma bulunmaktadır (Durkaya ve ark. 2013). Ancak dikim yoluyla yetiştirilmiş sedir meşcereleri için bitkisel kütle denklemleri mevcut değildir. Ayrıca sedirin toprak altı bitkisel kütleleri konusunda da araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Türkiye'de doğal ve ağaçlandırma ile tesis edilmiş sedir meşcerelerindeki toprak özellikleri ve karbon stoklarına ilişkin araştırmalar mevcuttur (Özkan 2000, Polat ve ark. 2014, Akgül ve Yılmaz 1986, Sürücü 2012, Karataş ve Özkan 2017). Ancak sedir meşcerelerindeki ölü örtü, diri örtü ve ağaç bileşenlerine ait özellikler ile karbon stoklarına ilişkin verilere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma, ekosistemin bütün bileşenlerini içermesi bakımından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Çalışmanın amacı, sedir ağaçlandırma alanlarında, çeşitli meşcere tiplerinin, toprak üstü ve toprak altı bitkisel kütleleri ile diri örtü, ölü örtü ve toprakta depolanan karbon miktarını ortaya koymaktır. Elde edilen kütle denklemleri, bitkisel kütle katsayıları, karbon oranları ve karbon stokları amenajman planlarının yapımında ve ulusal sera gazı envanterinde kullanılabilir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırma alanı 37°46'-40°10' kuzey enlemleri ile 29°40'-32°01' doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Şekil 1). Türkiye'nin yetişme ortamı bölgelerinden İç Anadolu Bölgesi, Batı İç Anadolu yetişme ortamı bölgesi içerisinde kalmaktadır (Kantaracı 2005). 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nın Ankara paftası içerisinde kalan araştırma alanında dasit, riyolit, bazalt, volkanik tüf, aglomera, breş, kuvarsit, mikaşit ve kireçtaşı anakayalar yaygın olarak bulunmaktadır (Pamir ve Erentöz 1975). En yaygın toprak tipi esmer orman toprağıdır (Güner ve ark. 2011).

İklim değerlendirmelerinde ağaçlandırma alanlarına en yakın mesafede bulunan Eskişehir, Mihalicçık, Sivrihisar, Emirdağ, Dinar ve Çay meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama yüksek sıcaklık 21,5-22,0 °C, yıllık ortalama sı-

caklık 10,8-11,1 °C, yıllık yağış ise 374,2-435,5 mm arasında değişmektedir. Erinç yöntemine göre iklim tipleri Tablo 1'de verilmiştir (Özyuvacı

1999). Tablo 1 incelendiğinde deneme alanlarının tamamına yakınının yarı nemli iklim tipine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Araştırma alanlarının konumu  
Figure 1. Location of the study areas

Tablo 1. Araştırma alanlarının Erinç yöntemine göre iklim tipleri  
Table 1. Climate types of the study area according to Erinç method

İli	İlçesi	Ağaçlandırma sahası	Yükselti (m)	Yağış etkenliği indisi (Im)	İklim tipi
Eskişehir	Merkez	Musaözü, Kocakır, İmişçir, Kalabak	900	25,9	Yarı nemli
Eskişehir	Sivrihisar	Kaymaz	1100	24,1	Yarı nemli
Eskişehir	Mihalıççık	Ormantepe, Kızıldağ	1100	26,4	Yarı nemli
Eskişehir	Mihalıççık	Ormantepe	1300	37,5	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Çay	Çayderesi, Dortderesi	1300	28,8	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Çay	Çayderesi, Dortderesi	1500	34,8	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Emirdağı	Köroğlubeli	1300	36,4	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Emirdağı	Köroğlubeli	1500	46,2	Nemli
Afyonkarahisar	Sandıklı	Kestel	1100	31,2	Yarı nemli

## 2.2. Arazi Çalışmaları

Örnekleme, 6 meşcere tipinden (Sa, Sa3, Sb2, Sb3, Sc2 ve Sc3) ve her meşcere tipinden 5-8 arasında olmak üzere toplam 40 alanda yapılmıştır (Tablo 2). Örnek alanlar kare veya dikdörtgen şeklinde ve içerisine en az 15 adet fert girecek büyüklükte alınmıştır (Çepel ve ark. 1977). Daha sonra bir adet toprak çukuru açılmış ve bu toprak çukurundaki kesitte mineral toprak horizonları ayrılarak genetik toprak tipi belirlenmiştir. Toprak

ve yetiştirme ortamı arazide tanımlandıktan sonra, ayrılan toprak horizonlarından 1 litre hacmindeki silindir ile toprak örnekleri alınmıştır (Kantarıcı 2000, Kantarıcı 2005).

Ölü örtü örnekleri, örnek alanı temsil eden ve her biri 1/4 m<sup>2</sup> (50x50 cm) büyüklüğündeki 4 farklı kısımdan alınmıştır (Kantarıcı 2005). Örnek alandaki diri örtünün çalı kısmı 4 m<sup>2</sup> (2x2 m) ve ot kısmı 1m<sup>2</sup> (1x1 m) alanda kökleri ile birlikte sökülerek çıkartılmış ve yıkanarak topraklarından arındırıl-

miştir. Daha sonra kök boğazlarından kesilerek toprak üstü ve toprak altı kısımlarının tamamı ayrı ayrı tartılmıştır. Ayrıca diri örtünün örnek alanı kaplama oranı (%) hem çalı hem de ot kısmı için ayrı ayrı tahmin edilmiştir.

Örnek alanlardaki tüm fertlerin göğüs yüksekliğindeki çap ( $d_{1,3}$ ) ve boyları (h) ölçülmüştür. Sa meşcerelerinde dip çap, Sa<sub>3</sub> meşcerelerinde ise dip çap ile birlikte göğüs yüksekliğindeki çap ölçümleri de yapılmıştır. Farklı çap ve boy kademelerine dağılacak şekilde her örnek alandan sağlıklı, tepesi ve dalları kırılmamış, baskı altında kalmamış bir fert kesilmiştir. Kesilen ağacın boyu cm hassasiyetinde ölçülüp, dip kütükte yaş sayımı yapılmıştır. Daha sonra kesilen ağacın dalları temizlenip, gövde 2 m'lik bölümlere ayrılarak, her bölümün çift yönlü kabuklu-kabuksuz çapları ölçülmüş, ağırlıkları 50 g hassasiyetli askılı

terazi ile tartılmış ve nem içeriklerini belirlemek amacıyla her seksiyonun ortasından yaklaşık 5 cm kalınlığında diskler alınmıştır. İbreler yaş farkı gözetilmeksizin dallardan ayrıldıktan sonra kümele-nip; ibre, kuru dal ve canlı dal ağırlıkları ayrı ayrı tartılmıştır.

Örnek alanlardan kesilen her ferdin kökü kazma, balta, motorlu testere ve calaskar yardımıyla sökül-müş ve en yakın şehir merkezine taşınmıştır. Burada kökler basınçlı su ile yıkanarak taş ve topraklarından arındırılmıştır. Daha sonra kökler üç çap grubuna (<1 cm, 1-4 cm ve >4 cm) ayrılarak (Ranger ve Gelhaye 2001) tartılmıştır.

Laboratuvarda nem ve karbon tayini için, kök (<1 cm, 1-4 cm ve >4 cm), gövde (5 cm kalınlığındaki diskler), dal (kuru ve canlı), ibre ve diri örtüden alınan alt örnekler arazide 0,01 g hassasiyetle tartılarak taze ağırlıkları belirlenmiştir.

Tablo 2. Araştırma alanındaki meşcerelere ait bazı özellikler  
Table 2. Some characteristics of the stands studied

Meşcere Tipi	Örnek Alan Adedi	Çap ( $d_0$ -cm) Ort±SH	Çap ( $d_{1,3}$ -cm) Ort±SH	Boy (m) Ort±SH	Yaş Ort±SH	Kbl Hacim (m <sup>3</sup> /ha) Ort±SH	Ağaç Sayısı (adet/ha) Ort±SH
Sa	5	8,98±0,99	4,55±0,94	2,89±0,42	19±3,07	8,647±1,617	908±181
Sa3	4	12,10±0,38	6,20±0,35	3,90±0,19	21±0,40	22,343±3,060	1697±241
Sb2	7		12,12±1,19	6,64±0,65	22±1,49	53,030±7,779	1178±73
Sb3	8		12,92±1,22	7,66±0,80	30±3,38	99,151±16,209	1885±168
Sc2	8		23,40±1,80	13,54±0,76	41±2,02	241,743±37,798	787±167
Sc3	8		26,04±1,14	15,52±1,06	42±1,48	349,155±54,065	1008±87

### 2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden alınan canlı bitkisel kütleye ait alt örnekler (kök, gövde, dal, ibre ve diri örtü) laboratuvarda etüvlere alınarak 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılıp nem içerikleri belirlenmiştir. Bu nem içerikleri kullanılarak tek ağaç için gövde odunu, kabuk, canlı dal, kuru dal ve ibrelerin kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Ayrıca birim alandaki diri örtü kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Ağaçların kabuk miktarının hesaplanması için gövdeden alınan disklerin kabuklu ağırlığı tartıldıktan sonra kabuklar soyulmuş ve disklerin kabuksuz ağırlıkları tekrar tartılarak aradaki farktan kabuk ağırlığı bulunmuştur. Kabuk ağırlığı/kabuklu disk ağırlığı oranından tüm ağaç gövdesinin kabuk miktarı hesaplanmıştır.

Ölü örtü örneklerinin tamamı 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılmış ve birim alandaki miktarı bulunmuştur. Daha sonra öğütülen tüm bitkisel örnekler 65 °C'de kurutulmuş ve kuru yakma yöntemi ile Leco Truspec CNH ciha-

zında karbon içerikleri belirlenmiştir.

Araziden alınan toprak örnekleri hava kurusu hale gelene kadar tavalarda bekletilmiş ve tartılarak hava kurusu hacim ağırlığı belirlenmiştir. Daha sonra öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Eleğin üzerinde kalan taş kısmı yıkanarak yüzeylerine yapışmış toprak parçalarından uzaklaştırılmış ve tekrar hava kurusu hale gelene kadar bekletilerek tartılmıştır. Hava kurusu hacim ağırlığından, hava kurusu taş ağırlığı düşülerek ince toprağın ( $\phi < 2$  mm) hacim ağırlığı belirlenmiştir. Öğütülen ince toprakların bir kısmı 105 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılıp nem içerikleri belirlenmiş ve bu nem içeriklerinden yararlanılarak ince toprak kısmının mutlak kuru hacim ağırlığı hesaplanmıştır.

### 2.4. Değerlendirme

Bu çalışmada, çap (a meşcerelerinde  $d_0$ =dip çap, b ve c meşcerelerinde  $d_{1,3}$ =göğüs yüksekliğindeki çap kullanılmıştır) ve ağaç boyu (h) bağımsız değişken,

ağaç bileşenleri kütlelerinin bağımlı değişken olduğu aşağıdaki denklemler geliştirilmiştir:

$$K_i = a + bx \quad (\text{Doğrusal-Linear})$$

$$K_i = a + bx + cx^2 \quad (\text{Eğrisel-Quadratic})$$

$$K_i = ax^b \quad (\text{Üs-Power})$$

$$K_i = ab^x \quad (\text{Compound})$$

$$K_i = e^{[a-b(do)]} \quad (\text{S})$$

Denklemlerde  $K$  = kütle (kg/ağaç),  $i$  = ağaç bileşenleri (ibre, kuru dal, canlı dal, kabuksuz gövde, kabuk, kabuklu gövde, toprak üstü ağaç kütlesi, kök, toplam ağaç kütlesi),  $x$  = bağımsız değişkenler ( $d$ ,  $h$ ,  $d^2h$ ),  $a$ ,  $b$  ve  $c$  = denklem katsayılarıdır.

Ağaç bileşenleri kütlelerini tahmin etmek için geliştirilen denklemler kullanılarak örnek alanlardaki toplam ağaç bileşenleri kütlesi hesaplanmıştır. Bu değerler hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak örnek alanların 1 hektar alandaki ağaç bileşenleri kütlesi bulunmuştur.

Ağaç karbon stoğunun belirlenmesi için, örnek alanların hektardaki ibre, kuru dal ve canlı dal kütlesi ile analiz sonucu elde edilen karbon oranları çarpılarak 1 hektar alandaki ibre, kuru dal ve canlı dal karbon miktarı hesaplanmıştır. Tek ağaçlara ait kabuksuz gövde, kabuk ve kök örneklerinde birden fazla alt örnek alındığı için karbon oranlarının belirlenmesinde ağırlıklı ortalama esas alınmıştır. Kabuksuz gövde, kabuk ve kök örneklerinde ağırlıklı olarak hesaplanan karbon oranları ile hektardaki kütleleri çarpılarak bir hektar alandaki kabuksuz gövde, kabuk ve kök karbon miktarı hesaplanmıştır. Daha sonra ibre, kuru dal, canlı dal, kabuksuz gövde, kabuk ve kök karbon miktarları toplanarak örnek alanların bir hektar alandaki ağaç karbon stoğu hesaplanmıştır. Ayrıca, bir ağaca ait karbon stoğunun, kuru ağaç kütlelerine bölünmesi ile ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranı belirlenmiştir.

Yine, ölü örtü ve diri örtünün örnek alandaki miktarı, analizler ile bulunan karbon oranları ile çarpılarak örnek alandaki karbon miktarı bulunmuş, daha sonra bu değerler 1 hektar alana dönüştürülmüştür.

Topraktaki yüzde karbon değerleri ait olduğu horizonun ince toprak miktarı (g/l) ile çarpılarak, 1 litre hacimdeki karbon miktarı bulunmuştur. Daha sonra bu değerler horizon kalınlığı (mm) ile çarpılarak horizonlardaki karbon miktarı, horizonlardaki karbon miktarlarının toplanmasıyla da 1 m derinlik ve 1 m<sup>2</sup> alandaki (pedon) karbon miktarı hesaplanmıştır. Bu değer de 10.000 ile çarpılmak suretiyle örnek alanların hektardaki karbon değerleri bulunmuştur.

Hacim ağırlığı, kök/sak oranı, bitkisel kütle genişletme katsayıları, bitkisel kütle genişletme ve dönüştürme katsayılarının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$HA = K_{KBLGÖVDE} / V_{KBL}$$

$$\text{kök/sak oranı} = K_{KÖK} / K_{TOPRAKÜSTÜ}$$

$$BGK_i = K_i / K_{KBLGÖVDE}$$

$$BDGK_i = K_i / V_{KBL}$$

Formüllerde,  $HA$  hacim ağırlığı (t/m<sup>3</sup>),  $K_{KBLGÖVDE}$  kabuklu gövde odunu kütlesi (t/ağaç),  $V_{KBL}$  kabuklu gövde odunu hacmi (m<sup>3</sup>/ağaç),  $K_{KÖK}$  kök kütlesi (t/ağaç),  $K_{TOPRAKÜSTÜ}$  toprak üstü ağaç kütlesi (t/ağaç),  $BGK$  bitkisel kütle genişletme katsayısı,  $BDGK$  bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayısı (t/m<sup>3</sup>) ve  $K$  bitkisel kütle (t/ağaç),  $i$  ağaç bileşenleridir (ibre, kuru dal, canlı dal, kabuksuz gövde, kabuk, kabuklu gövde, toprak üstü kütle, kök ve toplam kütle).

Kütle denklemlerinin geliştirilmesinde regresyon analizlerinden yararlanılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda standart hatası en küçük ve ilişki katsayısı ( $R^2$ ) en yüksek olan modeller tercih edilmiştir. Meşcere tiplerine göre ekosistemin farklı bileşenlerinin (ağaç, diri örtü, ölü örtü ve toprak) kütlesi, karbon oranları ve karbon stokları arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda istatistiksel bakımdan anlamlı ( $P < 0,05$ ) farklılıklar bulunması durumunda Duncan testi uygulanarak homojen (benzer) gruplar oluşturulmuştur (Kalıpsız 1994, Özdamar 2002).

### 3. Bulgular

#### 3.1. Kütle denklemleri

İbre, canlı dal, toprak üstü ve toplam ağaç kütlelerinin tahmininde compound ( $y = ab^x$ ); kuru dal, gövde, kabuk ve kök kütlelerinin tahmininde ise power ( $y = ax^b$ ) modeli en iyi tahmini sağlamıştır. İbre, canlı dal, kabuklu gövde, kabuksuz gövde, kabuk, toprak üstü, kök ve toplam ağaç kütlelerini  $d_{1,3}$ ; kuru dal kütlelerini ise  $d_{1,3}^2h$  indeksi en iyi tahmin etmiştir (Tablo 3).

#### 3.2. HA, BGK, BDGK ve kök/sak oranı

Hacim ağırlığı (HA), bitkisel kütle genişletme katsayısı (BGK), bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayısı (BDGK) ile kök/sak oranlarının (kök kütlesi/toprak üstü kütle) meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi Tablo 4'te verilmiştir.  $BGK_{TOPRAKÜSTÜ}$  ve  $BDGK_{TOPRAKÜSTÜ}$  bakımından meşcere tipleri arasında  $P < 0,001$  önem dü-

zeyinde farklılıklar belirlenirken; HA ve kök/sak oranı bakımından önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $P>0,05$ ). Sedir için ortalama HA 0,467 t/m<sup>3</sup>, kök/sak oranı 0,207, BGK<sub>TOPRAKÜSTÜ</sub> 1,635 ve BDGK<sub>TOPRAKÜSTÜ</sub> 0,762 t/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Tek ağaç bileşeni kütlelerinin regresyon modelleri  
Table 3. Regression models for single tree component biomass

Denklemler	R <sup>2</sup>	SH	F oranı	P	Denklemler katsayıları		
					a	b	c
Ağaçlar							
$K_{IBRE} = ab^{(d_{1,3})}$	0,640	0,45	65,718	0,000	3,116***	1,065***	
$K_{KURUDAL} = a(d_{1,3}^2 h)^b$	0,813	0,69	139,107	0,000	0,002 <sup>ns</sup>	0,944***	
$K_{CANLIDAL} = ab^{(d_{1,3})}$	0,801	0,48	149,298	0,000	2,383***	1,107***	
$K_{KBLGÖVDE} = a(d_{1,3})^b$	0,984	0,19	2267,898	0,000	0,047***	2,488***	
$K_{KBSGÖVDE} = a(d_{1,3})^b$	0,984	0,19	2345,310	0,000	0,031***	2,566***	
$K_{KABUK} = a(d_{1,3})^b$	0,975	0,20	1458,747	0,000	0,021***	2,144***	
$K_{TOPRAKÜSTÜ} = ab^{(d_{1,3})}$	0,973	0,20	1323,558	0,000	7,818***	1,136***	
$K_{KÖK} = a(d_{1,3})^b$	0,939	0,30	571,018	0,000	0,066***	2,001***	
$K_{TOPLAM} = ab^{(d_{1,3})}$	0,971	0,21	1224,290	0,000	0,105***	0,881***	
Fidanlar							
$K_{IBRE} = a(d_0)^b$	0,938	0,32	19,756	0,000	0,024 <sup>ns</sup>	2,222**	
$K_{CANLIDAL} = a(d_0^2 h)^b$	0,963	0,11	128,578	0,000	0,067*	0,715***	
$K_{KBSGÖVDE} = a(d_0^2 h)^b$	0,965	0,15	191,334	0,000	0,009 <sup>ns</sup>	0,972***	
$K_{KABUK} = a(d_0^2 h)^b$	0,945	0,13	120,235	0,000	0,017*	0,686***	
$K_{KBLGÖVDE} = a-b(d_0^2 h)+c(d_0^2 h)^2$	0,974	0,00	112,674	0,000	-0,002 <sup>ns</sup>	0,00003499***	-1,567E-008***
$K_{TOPRAKÜSTÜ} = a(d_0)^b$	0,871	0,22	47,452	0,000	0,058 <sup>ns</sup>	2,306***	
$K_{KÖK} = a(d_0)^b$	0,760	0,32	22,163	0,000	0,012 <sup>ns</sup>	2,288**	
$K_{TOPLAM} = a(d_0)^b$	0,858	0,23	42,441	0,000	0,071 <sup>ns</sup>	2,303***	

K=kütle (kg/ağaç),  $d_{1,3}$ =göğüs yüksekliğindeki çap (cm),  $d_0$ = dip çap (cm)  $h$ =boy (m), R<sup>2</sup>=ilişki katsayısı, SH= standart hata, P:önem düzeyi, <sup>ns</sup>: önemsiz, \*\*:P<0,01, \*\*\*:P<0,001

Tablo 4. HA (t/m<sup>3</sup>), BGK, BDGK (t/m<sup>3</sup>) ve kök/sak oranlarının meşcere tiplerine göre değişimi  
Table 4. Wood densities (HA), Biomass expansion factors (BGF), Biomass expansion and conversion factors (BDGF) and root to shoot ratios

Parametreler	Meşcere tipleri					Ort ± SH	P
	a / a3*	b2	b3	c2	c3		
HA (t/m <sup>3</sup> )	0,508±0,044	0,453±0,010 a	0,461±0,010 a	0,476±0,016 a	0,475±0,030 a	0,467±0,009	P>0,05
Kök/sak	0,205±0,010	0,222±0,013 a	0,196±0,009 a	0,234±0,021 a	0,179±0,015 a	0,207±0,008	P>0,05
BGK <sub>TOPRAKÜSTÜ</sub>	3,125±0,209	1,996±0,117 b	1,674±0,109 a	1,518±0,045 a	1,396±0,046 a	1,635±0,056	P<0,001
BDGK <sub>TOPRAKÜSTÜ</sub>	1,631±0,238	0,906±0,060 b	0,770±0,046 ab	0,726±0,044 ab	0,664±0,050 a	0,762±0,028	P<0,001

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan ( $P>0,05$ ) benzer grupları göstermektedir, HA: hacim ağırlığı (t/m<sup>3</sup>), kök/sak oranı: kök kütlesi/toprak üstü ağaç kütlesi, BGK: bitkisel kütle genişletme katsayısı, BDGK: bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayısı (t/m<sup>3</sup>), \*a meşcerelerine ait katsayılar karşılaştırmalara dahil edilmemiş olup, bilgi amacıyla verilmiştir. P:önem düzeyi

### 3.3. Karbon oranları

Ağaç bileşenleri karbon içeriklerinin meşcere tiplerine göre değişimine ait varyans analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. İbre ve kabuk karbon

oranları meşcere tipleri arasında ( $P<0,05$ ), kabuksuz gövde, toprak üstü ağaç kütlesi ve toplam ağaç kütlesi ise ( $P<0,01$ ) önemli düzeyde farklılıklar göstermiştir. Canlı dal ve kök karbon oranları ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık gös-

termemiştir ( $P>0,05$ ). Karbon oranları ibrede Sa, kabuksuz gövdede Sb3, Sc2 ve Sc3, kabukta Sb2, Sb3 ve Sc2, toprak üstü ağaç kütlelerinde Sc3 ve toplam ağaç kütlelerinde ise Sc3 meşcerelerinde daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, c meşcerelerindeki karbon oranları a ve b meşcerelerinden daha yüksektir. Tablo 5'te ayrıca karbon oranlarının ağaç bileşenlerine göre değişimi de incelenmiştir. Buna göre, ağaç bileşenlerinin karbon oranları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan önemli bulun-

muştur ( $P<0,001$ ). En yüksek karbon oranı gövde odunu ve kabukta, en düşük karbon oranı ise kökte tespit edilmiştir.

Ot ve çalı (alıç, kuşburnu, ardıç) bileşenleri karbon oranları meşcere tiplerine arasında önemli bir farklılık göstermemiştir ( $P>0,05$ ). Ölü örtü karbon oranları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiş olup ( $P<0,001$ ), a3 meşcerelerinde %45,9 olan karbon oranı kademeli bir düşüşle c3 meşcerelerinde %36,8'e inmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Karbon oranlarındaki değişimler (% , ortalama  $\pm$  SH)  
Table 5. Changes in carbon concentrations of biomass compartments

	Meşcere tipleri						Önem düzeyi (P)	Ort $\pm$ SH $P<0,001$
	a	a3	b2	b3	c2	c3		
Ağaç bileşenleri								
İbre	51,6 $\pm$ 0,5 b	51,5 $\pm$ 0,2 ab	51,0 $\pm$ 0,3 ab	51,2 $\pm$ 0,2 ab	50,7 $\pm$ 0,2 a	51,0 $\pm$ 0,1 ab	$P<0,05$	51,1 $\pm$ 0,1 b <sup>A</sup>
Kuru dal*	50,9 $\pm$ 0,0	51,7 $\pm$ 0,1	50,7 $\pm$ 0,2	50,8 $\pm$ 0,3	50,6 $\pm$ 0,3	51,7 $\pm$ 0,2		51,0 $\pm$ 0,1 b
Canlı dal	51,6 $\pm$ 0,4 a	51,3 $\pm$ 0,1 a	51,5 $\pm$ 0,1 a	51,7 $\pm$ 0,1 a	51,6 $\pm$ 0,2 a	51,7 $\pm$ 0,1 a	$P>0,05$	51,6 $\pm$ 0,1 c
Kbz gövde	51,5 $\pm$ 0,2 ab	51,6 $\pm$ 0,5 ab	50,9 $\pm$ 0,3 a	51,8 $\pm$ 0,1 b	52,1 $\pm$ 0,2 b	52,2 $\pm$ 0,1 b	$P<0,01$	51,7 $\pm$ 0,1 c
Kabuk	50,8 $\pm$ 0,7 a	51,5 $\pm$ 0,4 ab	52,2 $\pm$ 0,2 b	52,0 $\pm$ 0,1 b	52,0 $\pm$ 0,3 b	51,4 $\pm$ 0,1 ab	$P<0,05$	51,7 $\pm$ 0,1 c
Toprak üstü**	51,4 $\pm$ 0,3 ab	51,4 $\pm$ 0,2 ab	51,2 $\pm$ 0,1 a	51,6 $\pm$ 0,1 ab	51,9 $\pm$ 0,2 bc	52,1 $\pm$ 0,1 c	$P<0,01$	51,7 $\pm$ 0,1 c
Kök	49,4 $\pm$ 0,4 a	49,4 $\pm$ 0,2 a	49,6 $\pm$ 0,1 a	49,4 $\pm$ 0,2 a	49,0 $\pm$ 0,2 a	49,4 $\pm$ 0,1 a	$P>0,05$	49,3 $\pm$ 0,1 a
Toplam**	51,1 $\pm$ 0,3 a	51,0 $\pm$ 0,2 a	50,9 $\pm$ 0,1 a	51,3 $\pm$ 0,9 ab	51,4 $\pm$ 0,2 ab	51,7 $\pm$ 0,1 b	$P<0,01$	51,3 $\pm$ 0,1 b
Ot bileşenleri								
Ot gövde	43,1 $\pm$ 0,8 a	41,1 $\pm$ 3,2 a	40,9 $\pm$ 1,8 a	41,8 $\pm$ 1,3 a	41,9 $\pm$ 0,2 a	-	$P>0,05$	41,7 $\pm$ 0,8
Ot kök	31,5 $\pm$ 2,3 a	33,3 $\pm$ 1,9 a	29,0 $\pm$ 3,9 a	30,1 $\pm$ 4,4 a	36,5 $\pm$ 1,5 a	-	$P>0,05$	31,7 $\pm$ 1,4
Toplam**	34,1 $\pm$ 1,6 a	36,0 $\pm$ 1,8 a	30,3 $\pm$ 3,7 a	31,3 $\pm$ 4,2 a	37,3 $\pm$ 1,7 a	-	$P>0,05$	33,4 $\pm$ 1,4
Ölü örtü bileşenleri								
Ölü örtü	-	45,9 $\pm$ 0,8 c	44,3 $\pm$ 0,9 bc	42,7 $\pm$ 0,9 bc	41,5 $\pm$ 1,5 b	36,8 $\pm$ 1,9 a	$P<0,001$	41,9 $\pm$ 0,8
Çalı bileşenleri								
	Alıç	Kuşburnu	Ardıç					
Çalı gövde	48,53 $\pm$ 1,48 a	47,92 $\pm$ 0,47 a	49,03 $\pm$ 0,02 a	$P>0,05$				
Çalı kök	48,40 $\pm$ 0,24 a	48,85 $\pm$ 0,47 a	49,11 $\pm$ 1,69 a	$P>0,05$				
Toplam**	48,60 $\pm$ 0,51 a	48,61 $\pm$ 0,39 a	49,37 $\pm$ 1,20 a	$P>0,05$				

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan ( $P>0,05$ ) grupları göstermektedir, <sup>A</sup>: Sütündeki aynı harfler aralarında fark bulunmayan ( $P>0,05$ ) grupları göstermektedir, SH: standart hata, \* kuru dala ait yeterli veri bulunmadığı için ortalamalara ait değerlendirme yapılamamıştır, \*\*: ağırlıklı ortalama.

### 3.4. Ekosistemdeki karbon stoğu

Orman ekosistemlerinde karbon ağaçlarda, diri örtüde, ölü örtüde ve toprakta depolanmaktadır. Ağaç, diri örtü, ölü örtü ve toprak karbon stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 6'da verilmiştir. Sedir ağaçlandırma alanlarındaki toplam karbon stoğu meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir ( $P<0,001$ ). Toplam karbon stoğu Sa3 meşcerelerinde en az (59,8 t/ha), Sc3 meşcerelerinde en fazla bulunmuştur (213 t/ha). Ekosistemdeki karbon stoklarının toplam karbon stoğuna oranı meşcere tiplerine göre farklılıklar

göstermektedir. Sa meşcerelerinde ağaç kütleli karbon stoğu, toplam karbon stoğunun %7,4'ünü oluştururken bu oran Sc3 meşcerelerinde %57,3'e kadar çıkmaktadır. Toprak karbon stoğunun toplam karbon stoğuna oranı, Sa meşcerelerinde %90,1 iken bu oran Sc3 meşcerelerinde %38,2'e kadar azalmaktadır. Diri örtü karbon stoklarının toplam karbon stoklarına katılma oranı oldukça düşük düzeydedir. Ölü örtü karbon stoğunun toplam karbon stoğuna katılma oranı ise %3,7 ile %6,1 arasında gerçekleşmiştir. Ortalama değerlere göre, sedir ağaçlandırma alanlarında toplam karbon stoğu 130,22 t/ha olarak bulunmuştur.



Table 6. Ekosistemde karbon havuzlarının stok değişimi (C t/ha, ortalama±SH)  
Table 6. Stock changes in carbon pools of the ecosystem

Karbon havuzları	Mesçere tipleri						P	Ort±SH
	a	a3	b2	b3	c2	c3		
Ağaç								
İbre	1,71±0,37a	3,63±0,42b	3,59±0,41b	6,17±0,47c	5,78±0,62c	7,32±0,56c	<i>P</i> <0,001	5,11±0,35
Kuru dal *	0,01±0,01a	0,09±0,06a	0,85±0,28a	1,61±0,3a	4,02±0,63b	5,92±0,9c	<i>P</i> <0,01	2,47±0,41
Canlı dal	1,57±0,32a	3,58±0,45ab	4,66±0,8ab	8,04±0,68b	13,92±2,18c	16,65±1,86c	<i>P</i> <0,001	9,14±1,04
Kbz gövde	0,78±0,26a	3,25±0,58a	11,66±3,35ab	20,72±3,03b	49,73±6,89c	62,49±6,76c	<i>P</i> <0,001	29,11±4,22
Kabuk	0,25±0,06a	0,95±0,16a	2,66±0,66ab	4,58±0,57b	8,18±0,97c	10,27±0,94c	<i>P</i> <0,001	5,21±0,65
Toprak üstü	4,30±0,75a	11,51±1,58a	23,42±5,45ab	41,12±4,77b	81,63±11,20c	102,65±10,95c	<i>P</i> <0,001	51,05±6,59
Kök	0,58±0,14a	2,16±0,35ab	5,45±1,27bc	9,35±1,11c	15,05±1,75d	19,38±1,73d	<i>P</i> <0,001	10,04±1,19
Toplam	4,89±0,84a (% 7,4)	13,67±1,92a (% 22,8)	28,87±6,72ab (% 32,5)	50,47±5,88b (% 51,2)	96,68±12,92c (% 51,6)	122,03±12,67c (% 57,3)	<i>P</i> <0,001	61,08±7,77
Çalı								
Gövde			0,04±0,03a		0,45±0,25a	0,61±0,40a	<i>P</i> >0,05	0,22±0,010
Kök			0,27±0,26a		2,79±2,03a	1,18±0,77a	<i>P</i> >0,05	0,84±0,45
Toplam			0,31±0,31a (% 0,3)		3,24±2,16a (% 1,7)	1,79±1,17a (% 0,8)	<i>P</i> >0,05	1,06±0,51
Ot								
Gövde	0,26±0,07a	0,13±0,07a	0,06±0,01a	0,14±0,06a	0,07±0,01a		<i>P</i> >0,05	0,13±0,03
Kök	0,72±0,17a	0,45±0,25a	0,30±0,03a	0,59±0,14a	0,44±0,21a		<i>P</i> >0,05	0,49±0,07
Toplam	0,98±0,21a (% 1,5)	0,58±0,31a (% 1,0)	0,36±0,03a (% 0,4)	0,73±0,19a (% 0,7)	0,51±0,22a (% 0,3)		<i>P</i> >0,05	0,63±0,09
Ölü örtü								
	-	3,65±1,100a (% 6,1)	4,05±1,52a (% 4,6)	6,80±1,40ab (% 6,9)	8,97±1,24b (% 4,8)	7,87±0,67b (%3,7)	<i>P</i> <0,05	6,55±0,62
Toprak								
	60,2±12,5abc (% 91,1)	41,9±19,9ab (% 70,1)	55,2±9,8abc (% 62,2)	40,6±6,3a (% 41,2)	77,9±13,6bc (% 41,6)	81,3±6,3c (% 38,2)	<i>P</i> <0,05	60,9±5,0
Toplam								
	66,1±13,2a (100%)	59,8±18,8a (100%)	88,8±11,4ab (100%)	98,6±9,7ab (100%)	187,3±15,9bc (100%)	213,0±17,2c (100%)	<i>P</i> <0,001	130,22±13,6

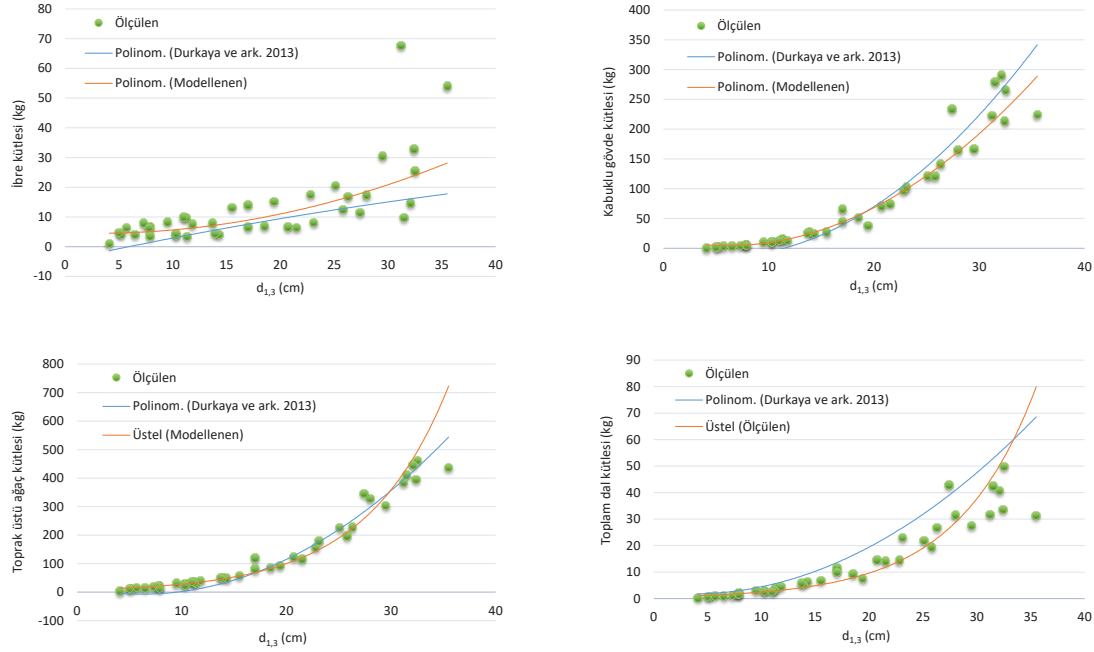
Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (*P*>0,05) grupları göstermektedir, SH: standart hata, *P*: önem düzeyi

#### 4. Tartışma

##### 4.1. Bitkisel kütle denklemleri ve katsayıları

Ağaç bileşeni kütlelerinin tahmininde  $d_{1,3}$ ,  $h$  ve  $d_{1,3}^2h$  indeksi kullanılmış olup ibre, canlı dal, toprak üstü ve toplam ağaç kütlelerinde compound ( $y=ab^x$ ) modeli, kuru dal, gövde, kabuk ve kök kütlelerinde power ( $y=ax^b$ ) modeli en iyi tahmini sağlamıştır. Canlı dal, kabuklu gövde, kabuksuz gövde, kabuk, toprak üstü, kök ve toplam ağaç kütlelerini  $d_{1,3}$ ; kuru dal kütlelerini ise  $d_{1,3}^2h$  indeksi en iyi tahmin etmiştir. Keza, konu ile ilgili yapılan çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir (Cienciala ve ark. 2006, Mikšys ve ark. 2007, Çömez 2012, Tolunay 2012). Fidan ( $d_{1,3} < 8$  cm) bileşeni kütlelerinin tahmininde  $d_0$ ,  $h$  ve  $d_0^2h$  indeksinin kullanıldığı denklemlerde kabuklu gövde kütlelerini quadratic model, diğer fidan bileşenlerinin kütlelerinde power ve S modeli en iyi tahmin etmiştir. Canlı dal, kabuklu gövde ve kabuk kütleleri  $d_0^2h$  indeksini; ibre, kabuksuz gövde, toprak üstü, kök ve toplam fidan kütlelerini ise  $d_0$  en iyi tahmin etmiştir.

Araştırma kapsamında örneklenen ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları 1,5 – 41,4 cm arasında değişmektedir. Göğüs çapı 42 cm'den küçük ağaçlar için sedir türüne ait denklemlerin karşılaştırılması Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde Durkaya ve ark. (2013) tarafından göğüs yüksekliğindeki çapı 8-43 cm arasında değişen doğal sedir ormanları için geliştirilen denklemlerle, bu çalışmada elde edilen denklemler karşılaştırıldığında, toplam dal kütleleri, kabuklu gövde kütleleri ve toprak üstü ağaç kütleleri bakımından denklemler arasındaki farklılıklar önemsiz (*P*>0,05), ibre kütleleri bakımından ise önemli bulunmuştur (*P*<0,05). Güner ve Çömez (2017) tarafından yapılan çalışmada, karaçam türü için doğal ve plantasyon ormanlarına ait toprak üstü bitkisel kütle denklemleri karşılaştırılmış ve denklemler arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışmada, sedir türü için doğal ve plantasyon ormanlarına ait denklemlerin birbirlerine oldukça yakın bir seyir takip ettiği görülmüştür. Bu durumun büyük oranda türün biyolojik özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 2. Sedir için geliştirilen bazı toprak üstü bitkisel kütle denklemlerinin karşılaştırılması  
Figure 2. Comparison of aboveground biomass equations developed for Cedar

Bu çalışmada, hacim ağırlığı ortalama  $0,467 \text{ t/m}^3$  bulunmuş olup, meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Keza Ülküdür (2010) sedir gövde odunu hacim ağırlığını  $0,430 \text{ t/m}^3$  olarak belirlemiştir. Bu çalışmada, meşcere tiplerine göre değişmekle birlikte sedir ağaçlandırmaları için  $BGK_{\text{TOPRAKÜSTÜ}}$  değeri  $1,635$  olarak bulunmuştur. Ülkemizde sera gazları ulusal envanterinde ibrelili türler için toprak üstü bitkisel kütle genişletme katsayısı  $1,22$  olarak alınmaktadır (NIR Turkey 2013). Ülküdür (2010)'a atfen Tolunay (2013) sedir için  $BGK_{\text{TOPRAKÜSTÜ}}$  değerini  $1,300$  olarak hesaplamıştır. Toprak üstü bitkisel kütle genişletme katsayısına ait bulgumuzun Tolunay (2013) tarafından bildirilen ve ulusal bildirimlerde kullanılan katsayılardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, yukarıda ifade edildiği gibi ağaçlandırmalarda birim alandaki fert sayısının doğal ormanlara göre daha az olması ve mevcut fertlerin başlangıçtan itibaren daha geniş bir tepe tacı geliştirmesidir.

$BDGK_{\text{KURUDAL}}$ ,  $BDGK_{\text{KBSGÖVDE}}$ ,  $BDGK_{\text{KABUK}}$  ve  $BDGK_{\text{TOPRAKÜSTÜ}}$  bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayıları meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiş olup, sırasıyla  $0,048$ - $0,388$ - $0,079$  ve  $0,762 \text{ t/m}^3$  bulunmuştur. İbre, kök ve toplam bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayıları ise meşcere tipleri arasında önemli farklılık göstermiştir.  $BDGK_{\text{KABUK}}$  katsayısının b meşcerelerinde daha yüksek bulunmasının sebebinin ağacın gelişimi ile birlikte kabuk oranının azalma-

sından kaynaklandığı düşünülmektedir. Güner ve Çömez (2017) tarafından karaçamda yapılan çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Sedir ağaçlandırmaları için  $BDGK_{\text{TOPRAKÜSTÜ}}$  değeri  $0,762 \text{ t/m}^3$  olarak belirlenmiştir. Tolunay (2013) tarafından yapılan çalışmada ise sedir için  $BDGK_{\text{TOPRAKÜSTÜ}}$  değeri  $0,559 \text{ t/m}^3$  olarak hesaplanmıştır. Toprak üstü bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme katsayısına ait bulgularımız, Tolunay (2013) tarafından bildirilen katsayılardan daha yüksek düzeydedir. Bunun sebebi ise yukarıda ifade edildiği gibi plantasyonların başlangıçtan itibaren daha serbest büyümesi, dolayısıyla daha geniş bir tepe yapısına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada kök/sak oranı meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiş olup, ortalama olarak  $0,207$  bulunmuştur. Kök/sak oranı karaçam ağaçlandırmalarında  $0,179$  (Güner ve Çömez 2017), Sıtka ladininde  $0,23$  (Green ark. 2005), fıstık çamında  $0,30$  (Correia ve ark. 2010), sarıçamda  $0,209$  (Çömez 2012), *Pinus ponderosa* Laws. ağaçlandırmalarında  $0,21$ - $0,25$  arasında bulunmuştur (Laclau 2003). IPCC (2006), ibrelili ağaç türleri için kök/sak oranlarını toprak üstü ağaç kütlelerine göre ayrı ayrı vermiştir. Buna göre, kök/sak oranının, ılıman kuşakta toprak üstü ağaç kütlesi  $50 \text{ t/ha}$ 'dan az olan ormanlarda  $0,40$ ;  $50$ - $150 \text{ t/ha}$  olan ormanlarda  $0,29$ ;  $150 \text{ t/ha}$ 'dan fazla olan ormanlarda ise  $0,20$  olarak alınabileceği bildirilmektedir. Bu çalışmada, toprak üstü ağaç kütlesi a, a3 ve b2 meşcereler-

rinde 50 t/ha'dan az, b<sub>3</sub> meşcerelerinde 50-150 t/ha arasında, c<sub>2</sub> ve c<sub>3</sub> meşcerelerinde ise 150 t/ha'dan daha fazla bulunmuştur. Buna göre araştırmamıza konu sedir ağaçlandırma alanlarında kök/sak oranı diğer araştırma bulguları ile uyum içerisindedir. Ancak, a ve b meşcerelerine ait kök/sak oranları IPCC (2006)'de verilen değerden daha düşük düzeyde bulunmuştur. Bu durum, türün biyolojik yapısından ve yetiştirme ortamı özellikleri (toprak, iklim, vb.) arasındaki farklılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Karbon oranlarının ağaç türlerine ve bileşenlerine göre önemli farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir (Lamlom ve Savidge 2003, Tolunay 2009, Thomas ve Martin 2012). Bu çalışmada, ibre, canlı dal ve kök dışında ağaç bileşenlerinin karbon oranları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak c meşcerelerindeki karbon oranları a ve b meşcerelerinden daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Güner ve Çömez (2017) tarafından karaçam ağaçlandırmalarında yapılan çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Bozkurt (1986), ağaç yaşının artmasına bağlı olarak odunun lignin içeriğinin arttığını bildirmekle birlikte, Güler ve ark. (2007) genç karaçamlarda lignin içeriğini yaşlı karaçamlardan daha yüksek bulmuştur. Ancak söz konusu çalışmada, yaşlı karaçam odununda, karbon içeriği %80'i bulabilen ekstraktif maddelerin daha fazla olduğu ortaya konmuştur. Çalışmamızda c meşcerelerindeki karbon oranlarının yüksek çıkması, karbon içeriği %63-66 arasında değişen ligninin (Bert ve Danjon 2006) veya karbon içeriği %80'lere ulaşan ekstraktif maddelerin (Güler ve ark. 2007) yaşlı ağaçlarda daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca ağaç bileşenlerinin karbon oranları arasında da istatistiksel bakımdan önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek karbon oranı kabukta (%51,74), en düşük karbon oranı ise kökte (%49,34) tespit edilmiştir. Durkaya ve ark. (2013) Toros sedirinin karbon oranını kabuk için %51,1 ibre için %52,8 olarak bildirmektedir. Toros sediri doğal ormanlarında belirlenen bu değerlerden ibre karbon içeriği çalışmamızda belirlenenden bir miktar yüksektir. Ancak dal için belirlenmiş olan karbon içeriği (%50,6) çalışmamızda belirlenen dal karbon içeriğinden (%51,6) daha düşüktür. Bu durum yetiştirme ortamlarının farklılığı ya da ağaçlandırmanın ağaçların karbon içeriği üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Yapılan araştırmalarda ağaç bileşenleri içinde kabuğun karbon oranının genel olarak diğer bileşenlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çömez 2012, Tolunay 2009, Güner ve Çömez 2017). İbrelili ağaçlarda odunun lignin içeriği en çok %30 civarında olurken kabukta bu oran %55'e kadar yükselmektedir. Ayrıca kabuğun ekstraktif madde içeriği odundan yaklaşık 3

kat daha fazla olabilmektedir (Dönmez ve Dönmez 2013). Kabukta karbon oranının yüksek bulunması ligninin veya ekstraktif maddelerin fazlalığından kaynaklanmaktadır. Sedir ağaçlandırmalarında, ağaç kütlesi karbon oranı ağırlıklı olarak %51,27 olarak bulunmuştur. Ağaç kütlesi karbon oranı, Sitka ladininde %52±1 (Green ve ark. 2005), sahil çamında %53,2 (Bert ve Danjon 2006), sarıçamda %52,46 (Çömez 2012), karaçam ağaçlandırmalarında %53,86 (Güner ve Çömez 2017) olarak bulunmuştur. AKAKDO kılavuzunda karbon oranının %50 (IPCC 2003); AFOLU kılavuzunda ise ılıman kuşak ibrelili ormanları için %51, yapraklı ormanlar için %48 alınabileceği bildirilmektedir (IPCC 2006). Sedir ağaçlandırmaları için bulunan karbon oranı AFOLU klavuzu ile uyum içerisindedir.

Sedir ağaçlandırmalarında, birim alandaki ağaç bileşenleri karbon stoğu, meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Toplam ağaç kütlesi karbon stoğu bakımından a (4,885 t/ha) ve a<sub>3</sub> (13,672 t/ha) meşcereleri bir grup, b<sub>2</sub> (28,866 t/ha) ve b<sub>3</sub> (50,468 t/ha) meşcereleri bir grup, c<sub>2</sub> (96,677 t/ha) ve c<sub>3</sub> meşcereleri (122,031 t/ha) ise bir grup oluşturmuştur. c<sub>3</sub> meşcerelerindeki toplam ağaç kütlesi karbon stoğunun yüksek çıkması, diğer meşcerelere göre daha fazla ağaç kütlesine sahip olmasından kaynaklanmıştır. Keza, karaçam ağaçlandırmalarında, ağaç kütlesi karbon stoğu bakımından a (2,225 t/ha) ve a<sub>3</sub> (10,976 t/ha) meşcereleri bir grup, b<sub>2</sub> (55,628 t/ha), b<sub>3</sub> (68,937 t/ha) ve c<sub>2</sub> (82,091 t/ha) meşcereleri bir grup, c<sub>3</sub> meşcereleri (119,686 t/ha) ise bir grup oluşturmuştur (Güner ve Çömez 2017).

Araştırma kapsamında diri örtü çalı ve ot olmak üzere iki kısımda değerlendirilmiştir. Sedir ağaçlandırmalarında birim alandaki çalı kütlesi meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiş olup, ortalama 2,183 t/ha bulunmuştur. Benzer şekilde, karaçamda yapılan çalışmada da birim alandaki çalı kütlesi meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir (Güner ve Çömez 2017). Araştırma alanlarında çalı olarak alıç, kuşburnu ve ardıç türleri tespit edilmiştir. Bu üç türün karbon oranları arasında önemli düzeyde bir farklılık belirlenememiştir. Keza, çalı karbon stoğu bakımından da meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Birim alandaki ot kütlesi meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Ot bileşenlerinin karbon oranları ve ot karbon stoğu ot kütlesinde olduğu gibi meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Çünkü karbon stoğu kütle ile orantılı olarak azalmakta veya artış göstermektedir.

Ölü örtü karbon oranları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ölü örtü karbon

oranı Sa3 meşcerelerinde en yüksek (%45,94), Sc3 meşcerelerinde ise en düşük düzeyde (%36,79) bulunmuştur. Ölü örtü karbon içeriği ortalama %41,87 dir. Bu çalışmada, ölü örtü tabakaları net bir şekilde ayırt edilemediği için ölü örtü örnekleri tek bir örnek şeklinde yapılmıştır. Ölü örtü karbon oranının a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru düzenli bir şekilde azalmasının meşcere yaşının artması ile bir miktar ölü örtü ayrışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özdemir ve ark. (2013), ölü örtü karbon oranlarını meşcede %48,5, sahil çamında ise orjinlere bağlı olarak %50,4 ile %54,0 arasında bulmuştur. Sevgi ve ark. (2011) ise ölü örtü karbon içeriklerini saçlı meşcede %31,0, karaçam türü için %34,9 olarak belirlemiştir. Sarıçamda karbon içeriği yaprak ve çürüntü tabakalarında %50, humusta ise %40 bulunmuştur (Tolunay 2009). Ölü örtü karbon içeriği ibreli ormanlarda yapraklı ormanlardan daha yüksek bulunmaktadır (Schulp ve ark. 2008). Ölü örtünün karbon içeriği ayrışma derecesi ve ölü örtü tabakalarının bulunuş miktarıyla ilgili olup, ölü örtü tabakalarının karbon içerikleri de farklıdır. Yetişme ortamı koşulları ölü örtü tabakalarının bulunuş miktarlarını da etkilemektedir. Sedir ağaçlandırma alanlarında ölü örtü kütlesi ve ölü örtü karbon stoğu meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiş, ölü örtü kütlesi ve karbon stoğu a3 meşcerelerinde (3,647 t C/ha) en az, c3 meşcerelerinde (8,969 t C/ha) ise en fazla bulunmuştur. Güner ve Çömez (2017), karaçam ağaçlandırma alanlarında ölü örtü karbon stoğunun benzer şekilde a3 meşcerelerine (1,96 t C/ha) en az, c meşcerelerinde ise (12,49 t C/ha) en fazla bulunmuştur. Ayrıca ülkemizdeki sedir ağaçlandırma alanlarında ölü örtü karbon stoğu 1,7 ile 19,0 t/ha bulunmuştur (Tolunay ve Çömez 2008). Ölü örtü karbon stoğuna ait bulgularımız sedir ağaçlandırma alanlarında yapılan çalışmalarla uyum içerisinde.

#### 4.2. Toprak

Araştırma alanlarında iki toprak tipi belirlenmiştir. Bunlardan esmer orman topraklarındaki Ah, Bv, BC, Cv horizonlarına ait ortalama organik karbon değerleri sırasıyla %2,52, %1,29, %0,66 ve %0,43; solgun esmer orman topraklarındaki Ah, Ael, Bst, BC, Cv horizonlarına ait ortalama organik karbon değerleri sırasıyla %6,36, %1,98, %0,99, %0,48 ve %0,69 bulunmuştur. Toprağın karbon içeriği üst horizonlardan alt horizonlara doğru azalma göstermiştir. Toprakların karbon stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Toprak karbon stoğu Sb3 meşcerelerinde (40,599 t/ha) en az, Sc3 meşcerelerinde (81,316 t/ha) en fazla bulunmuştur. Sedir ağaçlandırma alanlarında ortalama toprak karbon stoğu 60,875 t/ha olarak belirlenmiştir. Topraktaki organik karbon stoğu doğal

ibreli ormanlarda 85,7 t/ha (12,6-273,1), ağaçlandırma alanlarında 74,6 t/ha (38,7-92,7), ibreli karışık (sedir-karaçam) ormanlarda 50,8 (18,5-82,1) arasında bulunmuştur (Tolunay ve Çömez 2008). Toprak karbon stoğuna ilişkin bulgularımız, Tolunay ve Çömez (2008)'in bildirdiğinden daha düşük düzeyde bulunmuştur. Yukarıda görüldüğü gibi, toprak karbon stoğu araştırmalar arasında hatta aynı araştırma içerisinde bile geniş bir varyasyon göstermektedir. Bu durumun, araştırma alanlarındaki toprakların sahip olduğu ince toprak miktarı ve karbon oranları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprağın karbon oranları üzerinde organik madde girişi ve organik maddenin ayrışması hızı (Tolunay ve Çömez 2007) ile toprak içerisindeki ince kök ayrışmasının (Berg ve McLaugherty 2003) etkili olduğu bildirilmektedir.

#### 4.3. Ekosistemdeki Karbon Stokları

Sedir ağaçlandırma alanlarındaki toplam karbon stoğu meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Toplam karbon stoğu Sa3 meşcerelerinde en az (59,8 t/ha), Sc3 meşcerelerinde en fazla bulunmuştur (213,0 t/ha). Ekosistemdeki karbon stoklarının toplam karbon stoğuna oranı meşcere tiplerine göre farklılıklar göstermektedir. Sa meşcerelerinde ağaç kütlesi karbon stoğu, toplam karbon stoğunun %7,4'ünü oluştururken bu oran Sc3 meşcerelerinde %57,3'e kadar çıkmaktadır. Toprak karbon stoğunun toplam karbon stoğuna oranı, Sa meşcerelerinde %91,1 iken bu oran Sc3 meşcerelerinde %38,2'ye kadar azalmaktadır. Diri örtü karbon stoklarının toplam karbon stoklarına katılma oranı oldukça düşüktür. Ölü örtü karbon stoğunun toplam karbon stoğuna katılma oranı %3,7 ile %6,9 arasında gerçekleşmiştir. Ortalama değerlere göre, sedir ağaçlandırma alanlarında toplam karbon stoğu 130,22 t/ha olarak bulunmuştur.

#### 5. Sonuçlar ve Öneriler

Sedir ağaçlandırma alanlarında, ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan karbon stoklarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- (1) Tek ağaç (Bkz. Tablo 3) kütlesinin tahmininde bu çalışmada belirlenen denklemler kullanılabilir.
- (2) Amenajman verilerinden yararlanılarak sedir ağaçlandırma alanlarında meşcere kütlesini hesaplamak için belirlenen katsayılar Tablo 4'de verilmiştir. Buna göre hacim ağırlığı 0,467 t/m<sup>3</sup>, BGK<sub>TOPRAKÜSTÜ</sub> 1,635 t/m<sup>3</sup>, BDGK<sub>TOPRAKÜSTÜ</sub> 0,762 t/m<sup>3</sup>, kök/sak oranı

0,207 olarak kullanılabilir.

- (3) Ağaç bileşenlerinin karbon içerikleri ibrede %51,11; kuru dalda %50,99; canlı dalda %51,60; kabuksuz gövdede %51,71; kabukta %51,74; kabuklu gövdede %51,74; toprak üstü ağaç kütlelerinde %51,65; kökte %49,34 ve toplam ağaç kütlelerinde ise %51,27 bulunmuştur. Bu karbon oranları, sedir meşcerelerinde ağaçların çeşitli bileşenlerinde depolanan karbon miktarlarının hesaplanmasında kullanılabilir. Gerek katsayılarla gerekse denklemlerle hesaplanan ağaç kütlesi, %51,27'lik karbon içeriği ile çarpılmak suretiyle ağaçlardaki karbon stoğu bulunabilir.
- (4) Sedir ağaçlandırma alanlarında ortalama çalı kütlesi 2,183 t/ha, ot kütlesi 1,888 t/ha; karbon içeriği çalı için %48,86 ve ot için %33,43 bulunmuş olup elde edilen kütle ve karbon oranları hesaplamalarda kullanılabilir.
- (5) Ölü örtü kütlesi meşcere tiplerine göre önemli farklar göstermiştir. Ölü örtünün kütlesi Sa3, Sb2, Sb3, Sc2 ve Sc3 meşcerelerinde sırasıyla 3,65; 4,05; 6,80; 8,97 ve 7,87 t/ha, karbon içeriği ortalama %41,87 bulunmuş olup elde edilen kütle ve karbon oranları hesaplamalarda kullanılabilir.
- (6) Bu çalışmada, toprak karbon stoğu meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermiştir. Toprak karbon stoğu üzerinde meşcere özellikleri, toprak özellikleri, ölü örtü ayrışma hızı, iklim özellikleri gibi çok sayıda faktör etkili olduğu için, daha kapsamlı modelleme çalışmalarına ihtiyaç vardır. Daha ayrıntılı çalışmalar yapılana kadar sedir ağaçlandırmaları için toprak karbon stoğu ortalama 60,875 t/ha alınabilir.
- (7) Sedir ağaçlandırma alanlarındaki toplam karbon stoğu meşcere tipleri arasında önemli farklar göstermiştir. Toplam karbon stoğu Sa3, Sb2, Sb3, Sc2 ve Sc3 meşcerelerinde sırasıyla 59,84; 88,78; 98,60; 187,27 ve 213,00 t/ha bulunmuştur. Sedir ağaçlandırmaları için toplam karbon stoğu ortalama 130,22 t/ha alınabilir.

### Teşekkür

“Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi (ESK-13(6310)/2012-2016)” isimli bu araştırma Orman Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir. Arazi çalışmalarımızda gerekli desteği sağlayan Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akgül, E., Yılmaz, A., 1986. Doğal Yayılış Alanları Dışında Yapılan Ağaçlandırmalarda Yörenin Ekolojik Özellikleri İle Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich) Gelişimi Arasındaki İlişkiler, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi No. 188, 50 s.
- Berg, B., McLaugherty, C., 2003. Plant litter decomposition, humus formation, carbon sequestration, Springer-Verlag Berlin Heiderberg, Germany, 3-540-44329-0.
- Bert, D., Danjon, F., 2006. Carbon concentration variations in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). Forest Ecology and Management 222, 279-295.
- Bozkurt, Y., 1986. Ağaç Teknolojisi, İ.Ü.O.F. Yayınları, İ.Ü.Yayın No: 3403, O.F.Yayın No: 380, İstanbul, 220 s.
- Cienciala, E., Černý, M., Tatarinov, F., Apltauer, J., Exnerová, Z., 2006. Biomass functions applicable to Scots pine, Trees 20, 483-495.
- Correia, A.C., Tomé, M., Pacheco, C.A., Faias, S., Dias, A.C., Freire, J., Carvalho, P.O., Pereira, J.S., 2010. Biomass allometry and carbon factors for a Mediterranean pine (*Pinus pinea* L.) in Portugal, Forest Systems 19 (3), 418-433.
- Çepel, N., Dündar, M., Günel, A., 1977. Türkiye'nin önemli yetişme bölgelerinde saf sarıçam ormanlarının gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etmenler arasındaki ilişkiler, TÜBİTAK, Tarım ve Ormançılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG 154, Tübitak Yayınları No: 354, TOAG Seri No: 65, Ankara, 165 s.
- Çömez, A., 2012. Sündiken Dağları'ndaki (Eskişehir) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 2, Eskişehir, 123 s.
- Dönmez, İ.E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç kabuğunun yapısı ve yararlanma imkanları. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi 14, 156-162.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Ülküdür, M., 2013. Estimation of above-ground biomass and sequestered carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. iForest 6, 278-284.
- Green, C., Tobin, B., O'Shea, M., Farrell, E.P., Byrne, K.A., 2005. Above- and belowground biomass measurements in an unthinned stand of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.), Eur J Forest Res 126(2), 179-188.
- Guler, C., Copur, Y., Akgul, M., Buyuksari, U., 2007. Some chemical, physical and mechanical properties of juvenile wood black pine (*Pinus nigra* Arnold) plantations, Journal of Applied Sciences 7(5), 755-758.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları, İÜ Orman Fakültesi Yayın Nu: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 225 s.

- Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Çelik, N., Özkan, K., 2011. Eskişehir ve Afyonkarahisar illerindeki Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ağaçlandırmalarının gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 1, Bakanlık Yayın No: 434, Eskişehir, 83 s.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., 2017. Biomass equations and changes in carbon stock in afforested black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 26(3), 2368-2379.
- IPCC, 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry, In: IGES, Eds. J. Penman, M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, F. Wagner, IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan, [http://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf\\_contents.html](http://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html)
- 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), <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.
- Kalıpsız, A.K., 1994. İstatistik Yöntemler, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3835, Fakülte Yayın No: 427, İstanbul, 558 s.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 4261, O.F. Yayın No: 462, İstanbul, 420 s.
- Kantarıcı, M.D., 2005. Orman Ekosistemleri Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın Nu: 4594, O.F. Yayın Nu: 488, İstanbul, 379 s.
- Karataş, R., Özkan, K., 2017. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler, Ormançılık Araştırma Dergisi, Seri: A, 4:1, 12-21.
- Laclau, P., 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. Forest Ecology and Management 180, 317-333.
- Lamlom, S.H., Savidge, R.A., 2003. A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species, Biomass and Bioenergy 25, 381-388.
- Mikšys, V., Varnagiryte-Kabasinskiene, I., Stupak, I., Armolaitis, K., Kukkola, M., Wójcik, J., 2007. Above-ground biomass functions for Scots pine in Lithuania, Biomass & Energy 31, 685-692.
- NIR Turkey, 2013. TURKEY Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2011, National Inventory Report Land Use, Land Use Change and Forestry, General Directorate of Forestry, Ankara, 42s. [https://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/7383.php](https://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php) 24.09.2014
- Nowak, D.J., Crane, D.E., 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA, Environmental Pollution, 116, 381-389.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1, 4. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özkan, K., 2000. Prof. Dr. Bekir Sıtkı EVCİMEN Sedir (*Cedrus libani* A. Rich) Koruma Ormanı'nda yükselti-iklim kuşaklarına göre toprak özelliklerinin analitik olarak incelenmesi, S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 1, 21-40.
- Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 4196, Dilek Ofset Matbaacılık, İstanbul, 369 s.
- Pamir, H.N., Erentöz, C. 1975. 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 111s, Ankara.
- Polat, S., Polat, O., Kantarıcı, M.D., Tüfekçi, S., Aksay, Y., 2014. Mersin-Kadıncık Havzası'ndaki sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler, Ormançılık Araştırma Dergisi, 2014/1, A, 1:1, 22-37.
- Ranger, J., Gelhaye, D., 2001. Bellowground biomass and nutrient content in a 47-year-old Douglas-fir plantation, Ann. For. Sci. 58-423-430.
- Schulp, C.J.E., Nabuurs, G.J., Verburg, P.H., Waal, R.W., 2008. Effects of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories. Forest Ecology and Management 256, 482-490.
- Schimel, D., Enting, I.G., Heimann, M., Wigley, T.M.L., Raynaud, D., Alves, D., Siegenthaler, U., 2000. CO<sub>2</sub> and the carbon cycle, In: The Carbon Cycle, Ed: Wigley, T.M.L., Schimel, D.S., Cambridge University Press, USA, 0-521-58337-3, 1-37.
- Sevgi, O., Makineci, E., Karaöz, Ö., 2011. The forest floor and mineral soil carbon pools of six different forest tree species, Ekoloji 20(81), 8-14.
- Sürücü, Z., 2012. Göller Bölgesi'ndeki Bazı Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırmalarında Yetiştirme Ortamı Farklılığının Meşcere Gelişimine Etkisi, S.D.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 149 s., Isparta.
- Thomas, S.C., Martin, A.R. 2012. Carbon content of tree tissues: A Synthesis, Forests 3, 332-352.
- Tolunay, D., Çömez, A., 2007. Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum, Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu, 13-14 Aralık 2007, İstanbul, 97-107.
- Tolunay, D., Çömez, A., 2008. Türkiye topraklarında

---

toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22-25 Ekim 2008, Hatay.

Tolunay, D., 2009. Carbon concentrations of tree components, forest floor and understorey in young *Pinus sylvestris* stands in North-western Turkey, Scandinavian Journal of Forest Research, 24: 394-402.

Tolunay, D., 2012. Bolu Aladağ'daki genç sarıçam meşcereleri için oluşturulan bitkisel kütle denklemleri ve katsayıları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi

Dergisi 62(2), 99-113.

Tolunay, D., 2013. Türkiye'de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplanmasında kullanılabilecek katsayılar. Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, 26-28 Kasım 2013, Antalya.

Ülküdür, M., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sedir Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 164 s.

## Elazığ yöresinde seki teraslarda uygun düşey aralığın belirlenmesi

Bahri KALKAN (Orcid: 0000-0002-8559-7162)<sup>1\*</sup>, Celal TAŞDEMİR (Orcid: 0000-0002-1793-6599)<sup>2</sup>,

Ferhat GÖKBULAK (Orcid: 0000-0003-4778-9953)<sup>3</sup>, Osman TİRYAKİ (Orcid: 0000-0002-0450-6434)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Güney Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ELAZIĞ

<sup>2</sup>Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TARSUS

<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İSTANBUL

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: bahrikalkan@ogm.gov.tr, Geliş Tarihi/Received: 03.05.2017, Kabul Tarihi /Accepted: 23.10.2017

### Öz

Elazığ yöresinde, toprak muhafaza amaçlı tesis edilen seki teraslarda düşey aralığın belirlenmesi amacıyla 2010-2016 yılları arasında farklı iklim tipinin yer aldığı iki ayrı deneme yürütülmüştür. Deneme, Rastlantı bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 blokta, 3 farklı eğim, 3 değişik düşey aralık ve 3 yinelemeli olarak her bir iklim tipinde 81 parsel üzerinde oluşturulmuştur. İklim tipi ve eğime göre hesaplanan düşey aralıkların farkını ortaya koymak amacıyla parsellerin en alt noktasına demir çubuklar çakılmıştır. 3 yıl boyunca demir çubuklarda derinlik farkı ölçülmüştür. Elde edilen verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Deneme sonuçları, seki teras tesislerinde düşey ve yatay aralık belirlenirken Balcı tarafından önerilen Morgan ve Saccardy formüllerinin Elazığ yöresi ve benzeri iklim koşullarında rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir. Eğim ve düşey aralığın artması ile taşınan toprak miktarının buna paralel arttığı ve teras yapımını takip eden yıllar itibariyle azaldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Seki teras, düşey aralık, demir çubuk

## Determination of appropriate vertical interval for bench terraces in Elazığ region

### Abstract

Objective of this study was to determine suitable vertical interval (H) for the bench terraces for soil conservation purposes in Elazığ. The study was carried out between 2010-2016 under semiarid and subhumid conditions separately. Experiment was 2-way factorial, completely randomized block design with three replications. Factors were slope distance (3 different distances) and vertical interval (3 intervals). Thus, a total of 81 plots were used for each climate type in the study. Iron rods were nailed into the soil at the lower end of each plot and level of soil surface was marked on the rods. Soil loss was determined as the distance between first year marked point and the level of soil surface on the rods at the measurement time. Data were analyzed by using 2-way factorial ANOVA and means were separated by using Duncan multiple range test ( $P<0,05$ ). Results showed that vertical interval and slope distance values used in this study can be used in Elazığ and other regions with similar climatic conditions. Additionally, results revealed that soil loss increased as slope distance and vertical interval increased but it decreased in the following years.

**Keywords:** Bench terraces, vertical interval, iron rods

To cite this article (Atıf): Kalkan, B , Taşdemir, C , Gökbülak, F , Tiryaki, O . (2017). Determination of appropriate vertical interval for bench terraces in Elazığ region. Ormanlık Araştırma Dergisi, 4 (2), 121-132.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.310337>

### 1. Giriş

Teraslar eğimli yamaçlar üzerinde düşen yağışın yüzeyel akış hızına ulaşmadan tutulmasını ve toprağa infiltre olmasını sağlayan, üzerinde dikilen veya ekilen fidan veya tohuma daha iyi yetişme şartları sağlayan mekanik yapılardır. Eğimli arazide yapılan ağaçlandırmalarda, yüzeyel toprak hareketine ve eğimle paralel artan kuraklık etkilerine karşı teraslama tekniğine başvurulmaktadır. Denemeler ve uzun yılların uygulama sonuçları, teraslama yapılan ağaçlandırma alanlarında fi-

danların tutma yüzdeleri ile büyüme hızlarının, teraslanmamış alanlara oranla çok büyük ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Aşk ve Aydemir, 1967).

Türkiye’de ağaçlandırma çalışmalarında ormancıları ilk olarak teraslama yapmaya yönelten neden, güneyde eğimli yamaçlarda teras tesisine gitmeden yapılan ağaçlandırmalardaki başarısız sonuçlar olmuştur. Bugün, bu tesisler ağaçlandırma çalışmalarında geniş ölçüde kullanılmaktadır (Ürgenç, 1986).



Erozyonu önleyici mekanik tedbirler arasında yer alan teraslar, işlevleri bakımından iki ana gruba ayrılırlar. Bunlardan eğimli (akıtıcı) teraslar, daha çok yağışlı bölgelerde yağış sularını kısa mesafede belirli bir hıza ulaşmadan keserek zararsız bir şekilde yamaç dışına akıtılması amacıyla, genellikle bir tarafa doğru %1' i aşmayan hafif bir eğimle yapılmaktadırlar. Eğimsiz (emdirici) teraslar ise daha çok yetersiz yağışın olduğu bölgelerde mevcut yağışı düşüğü yamaçta tutacak şekilde eğimsiz (yamaca paralel sıfır eğimle) inşa edilirler. Her iki terasın ana işlevi yamaç uzunluğunu kısaltmak ve eğimi azaltmak suretiyle yüzeysel suların toprağı aşındırıp taşıyacak hıza ulaşmalarını engellemek; böylece tabaka, çizgi ve oyuntu erozyonunun oluşmasını önlemektir. Kısacası bu tesislerin ana amacı toprağın korumasına hizmet etmektir. Bu aslı görevi yanında teraslar, özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda yüzeysel suların toprağına infiltre olmalarını sağlamak suretiyle toprak nemi üzerinde olumlu katkı yapmaları ve fidan köklerinin daha iyi gelişim göstermelerini kolaylaştırıcı hizmetleri de bulunmaktadır.

Balcı (1996), herkes tarafından kabul edilen bir teras sınıflaması yoksa da genel ve müşterek birçok özellikleri göz önünde tutulduğu takdirde, çok kullanılan iki teras tipinden bahsetmekte ve bunları (1) Dik yamaç eğimini azaltan ve çok eski zamanlardan beri kullanılan "Seki Teraslar" ve (2) Az eğimli tarım ve mera arazilerinde kullanılan ve yüzeysel akışı tutup sızdırma veya zararsız bir şekilde uzaklaştıran "Geniş Tabanlı Teraslar" şeklinde sınıflandırmaktadır. Seki terasların kullanılma amaçlarını ise (1) Dik yamaçlar üzerinde yüzeysel akış ve toprak erozyonunu azaltmak, (2) Toprak nemini ve verimliliğini artırarak veya koruyarak araziden daha yoğun faydalanma ve ürün alma olanağını yaratmak şeklinde açıklamaktadır.

Seki teras yapımında tüm dünyada kabul görmüş çeşitli bilimsel görüş ve öneriler bulunsa da, ülkemizde ormancılık sektöründe seki teras inşa edilirken hangi aralık mesafenin kullanılacağı konusunda bir araştırmaya dayalı elde edilmiş sonuçlar bulunmamaktadır. Uygulamalarda genel yaklaşım ise seki teraslara geliş güzel aralık mesafe verme şeklindedir. Bu şekilde bilimsel araştırma sonuçlarına dayanmayan yanlış uygulamalar, bu teraslardan beklenen faydanın elde edilememesine ve tartışılmasına neden olmuştur (Hızal 2001).

Bu çalışma ile Hızal (2001) tarafından Elazığ yöresinde iki farklı iklim tipinde (yarı-kurak ve yarı-nemli, nemli) kullanılmasının uygun olduğu belirtilen Morgan ve Saccardy eşitliklerinin kullanılarak, farklı eğim sınıflarında uygun düşey ve yatay teras aralıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Elazığ yöresinde farklı iklim tiplerine sahip olan Baskil İlçesi Çavuşlu ve Maden İlçesi Kavak köylerinde iki farklı arazide deneme alanları tesis edilmiştir.

#### 2.1.1. Deneme alanının tanıtımı

##### 2.1.1.1. Baskil- Çavuşlu köyü (yarı kurak iklim bölgesi)

Baskil ilçesi sınırları içerisinde yer alan Çavuşlu köyü Elazığ ilinin batısında bulunmaktadır. Deneme alanı 1455-1524 m yükseltileri arasında ve güney bakıda yer almaktadır. Deneme alanı 38° 29' 58"-38° 30' 02" kuzey enlemleri ile 38° 53' 20"-38° 53' 31" doğu boylamları arasında bulunmaktadır.

##### 2.1.1.1.1. İklim özellikleri

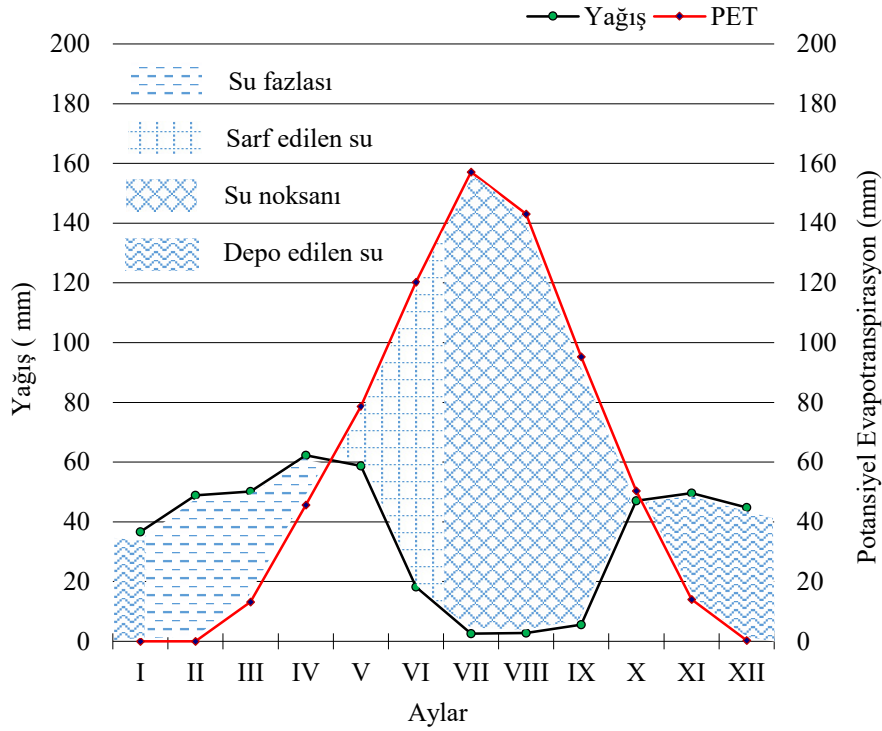
Deneme sahasına en yakın Baskil İlçesi Meteoroloji İstasyonunun 1979-2005 yılları arasındaki kayıtlarına göre yıllık toplam yağış miktarı 427,3 mm ve ortalama sıcaklık 17,7 °C'dir. Thornthwaite yönteminin Kantarcı (2005) tarafından değiştirilmiş şekli ile belirlenen iklim tipi "Yarı nemli, yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), kış mevsiminde orta derecede su fazlası olan ve okyanus iklimine yakın iklim tipidir. Thornthwaite yöntemiyle yapılan su bilançosuna göre ise (Şekil 1) haziran ayından itibaren 5 ay boyunca su noksanı bulunmaktadır.

Deneme alanında ölçümlerin yapıldığı 2013-2015 yılları arasında Baskil Meteoroloji İstasyonundan alınan yıllık toplam yağış miktarları ise sırasıyla 266 mm, 306 mm ve 298 mm ve ortalama sıcaklıklar ise sırasıyla 18 °C, 14 °C ve 13 °C'dir (Tablo 1).

##### 2.1.1.1.2. Toprak ve jeoloji özellikleri

Deneme alanının da içinde bulunduğu Büyük Çay Vadisi kuzeyinde, Büyük Çay Havzası ile Baskil Havzası arasında geniş yüzeyleme alanına sahip birimler Elazığ Mağmatitleri'ni oluşturmaktadır (Türkmen ve ark., 2001; Gerçek, E., 2005). Araştırma alanında ana materyal, Gabro-diyoritik kayalarla temsil edilen ada yayı toleyitleri, bazaltik-andezitik kayalar ve volkano sedimanterleri karakterize eden ada yayı ürünleri ve çarpışma gronodiyoritlerinden oluşan Elazığ Mağmatitleri; Geç Kretase'de kuzeye dalmasının bir sonucu olarak kısmen okyanusal, kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş yay ürünlerinden oluşmaktadır (Turan ve ark., 1995).

Deneme alanının toprak özelliklerini belirlemek amacıyla 81 parselde tesis edilen sekilerin parseller üzerine denk gelen yamaç şevlerinden



Şekil 1. Baskil- Çavuşlu'ya (yarı kurak iklim bölgesi) ait Thornthwaite su bilançosu  
Figure 1. Water balance in Baskil- Çavuşlu (semi-arid climate region) according to Thornthwaite method

Tablo 1. Baskil meteoroloji istasyonuna ait 2013-2015 yılları arasındaki Yıllık ortalama yağış (mm), Ortalama sıcaklık (°C) değerleri  
Table 1. Average annual precipitation and average temperature for Baskil meteorological station between 2013-2015

Aylar	2013		2014		2015	
	O.S.	O.Y.	O.S.	O.Y.	O.S.	O.Y.
Ocak	2,7	28,6	2,6	2,2	1,4	21,8
Şubat	7	51,6	4,4	21,4	2,3	38,6
Mart	11,5	14,2	8	0	5,1	51,6
Nisan	17,5	48,8	12,8	54,6	9	34,2
Mayıs	22,4	71,2	16,7	38	15,6	34,8
Haziran	28,3	0,6	21	1,2	21,4	1,6
Temmuz	31,3	2,4	27	0	29,4	0
Ağustos	31,8	0,2	27,4	0	26,4	1,8
Eylül	25,5	4,8	20,7	51,8	24,1	0
Ekim	21,7	15,4	13,9	54	14,4	82,2
Kasım	13,9	19,8	5,8	48,8	7,1	11,8
Aralık	2,2	8,8	4,5	34,2	1,1	19,6
Yıllık Ortalama	17,9	266,4	13,7	306,2	12,9	298

O.Y.: Yıllık ortalama yağış (mm), O.S.: Ortalama sıcaklık (°C)

0-40 cm derinliğinde toprak örnekleri alınarak Enstitü Müdürlüğümüz bünyesindeki laboratuvar-da analizleri yapılmıştır. Erozyonun daha çok üst toprak kademesindeki toprak özellikleri ile ilgili oluşu ve toprağın daha çok yüzeysel akışa etkisi bakımından incelenmesi nedeni ile toprak örnekleri sadece 0-40 cm derinliğinden alınmıştır. Alınan toprak örneklerinin Bouyoucos hidrometre

yöntemi ile tekstür (Irmak,1954), 1/2,5 oranında toprak- su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile pH (Richardsds, 1954), Scheiblerkalsimetre yöntemi ile kireç (Gülçur, 1974), 1/2,5 oranında hazırlanmış süspansiyonda cam elektrotlu EC metre ile elektriki iletkenliği (Jackson, 1962), değiştirilmiş Walkley Black yöntemi ile organik madde (Irmak, 1954), Mikro-Kjeldahl yöntemi ile total

azot (Irmak, 1954), Olsen test yöntemi ile posfor (Olsen ve Dean, 1965), Alevli Fotometre yöntemi ile yarıyıllı potasyum ve sodyum (Jackson, 1962), Middleton yöntemi ile dispersiyon oranı (Balcı, 1996) analizleri yapılmıştır. 81 parselden alınan toprakların analiz sonuçlarına göre; pH 6,31-8,06, elektriksel iletkenlik 0,041-0,122 mmhos/cm, kireç %0,74-15,97, organik madde %0,99-4,96, total azot %0,060-0,227, yarıyıllı fosfor 1,50-276 ppm, yarıyıllı potasyum 58,84-916 ppm, sodyum 6,17-51,42 ppm, dispersiyon oranı %26-62 arasında değişmektedir. Buna göre deneme alanındaki toprakların kumlu balçık ve kumlu killi balçık tekstürlü, hafif alkali, tuzsuz, kireçli, organik madde bakımından fakir, azot ve potasyumca orta, fosforca düşük içerikte, erozyona duyarlı topraklar olduğu tespit edilmiştir.

### 2.1.1.2. Maden- Kavak köyü (yarı nemli- nemli iklim bölgesi)

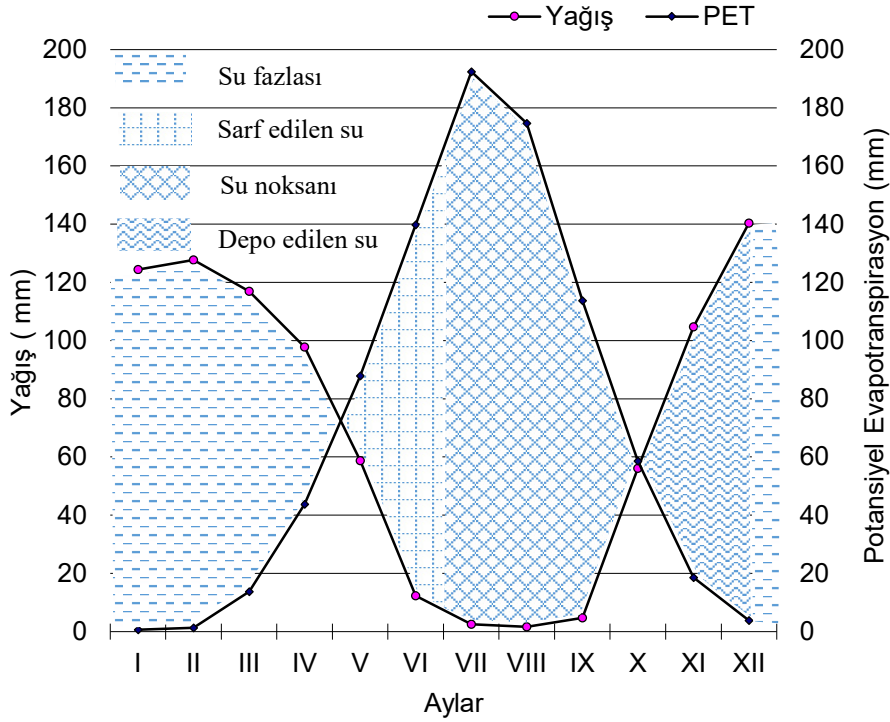
Maden ilçesi Kavak köyü, Elazığ ilinin güneydoğusunda bulunmaktadır. Deneme alanının yüksel-

tisi 1771-1843 m arasında değişmekte olup, kuzey bakıda yer almaktadır. Çalışma sahası 38° 22' 18"-38° 22' 43" kuzey enlemleri ile 39° 27' 20"-39° 27' 45" doğu boylamları arasında bulunmaktadır.

#### 2.1.1.2.1. İklim özellikleri

Deneme alanına en yakın Maden İlçesi Meteoroloji İstasyonunun 1979-2005 yılları arasındaki kayıtlarına göre yıllık toplam yağış miktarı 847,8 mm, yıllık ortalama sıcaklık 19,07 °C'dir. Thornthwaite yönteminin Kantarcı (2005) tarafından değiştirilmiş şekli ile belirlenen iklim tipi "nemli, orta sıcaklıkta (Mezotermal) yaz mevsiminde kuvvetli su noksanı olan, karasal iklim tipidir". Thornthwaite yöntemiyle yapılan su bilançosuna göre (Şekil 2), Haziran ayından itibaren 5 ay boyunca su noksanı bulunmaktadır.

Ölçümlerin yapıldığı 2013-2015 yılları arasında Maden Meteoroloji istasyonundan alınan yıllık toplam yağış sırasıyla 487, 524, 538 mm ve ortalama sıcaklıklar sırasıyla 20, 16, 15 °C'dir (Tablo 2).



Şekil 2. Maden- Kavak'a (yarı nemli iklim bölgesi) ait Thornthwaite su bilançosu  
Figure 2. Water balance in Maden-Kavak (semi-humid climate region), according to Thornthwaite method

#### 2.1.1.2.2. Toprak ve jeoloji özellikleri

Deneme alanının yer aldığı Maden ilçesi ve civarının jeolojik yapısı, Yıldırım ve Eroğlu'nun (2013), Rigo De Righi ve Cortesini'ye atfen bildirmesine göre, Maden Karmaşığı (Orta Eosen)'dir. Maden Kar-

maşığı, cevherleşmeyi içerisinde bulunduran ana birimi oluşturmaktadır. Birim inceleme alanı içerisinde, çamurtaşı-radyolarit, volkanitler (lav akıntıları, yastık lav ve spliti) dasit ve diyabaz-gabrolar ile temsil edilmektedir (Yıldırım ve Eroğlu, 2013).

Tablo 2.Maden Meteoroloji İstasyonuna Ait 2013-2015 Yılları Arasındaki Yıllık ortalama yağış (mm), Ortalama sıcaklık (°C) değerleri.

Table 2. Average annual precipitation and mean temperature for Maden meteorological station between 2013-2015

Aylar	2013		2014		2015	
	O.S.	O.Y.	O.S.	O.Y.	O.S.	O.Y.
Ocak	4,7	162	4,4	39,1	1,1	153,4
Şubat	8	86	6	37,2	35,	1
Mart	13,1	35	9,5	53,4	6,6	118,4
Nisan	19,4	62	13,9	42,4	10,6	69,8
Mayıs	24,6	62,8	18,7	35,4	18,2	10
Haziran	30,7	7,6	23,7	40,8	24,2	8,4
Temmuz	33,8	0	29,3	5	29,4	2,4
Ağustos	34,4	0,2	30	4,4	29,3	0
Eylül	28,2	1,4	23	56	25,9	3,2
Ekim	21,1	6,4	15,9	47	16,4	118
Kasım	15,7	43,4	8,3	134,4	9,8	21,6
Aralık	5,3	14,8	5,9	28,8	4,8	31,6
Yıllık Ortalama	19,9	481,6	15,7	523,9	14,9	537,8

O.Y.: Yıllık ortalama yağış (mm), O.S.: Ortalama sıcaklık (°C)

Deneme alanının toprak özelliklerini belirlemek amacıyla tesis edilen sekilerin parseller üzerine denk gelen yamaç şevlerinden 0-40 cm derinliğinde toprak örnekleri alınarak Enstitü Müdürlüğümüz bünyesindeki laboratuvarında analizleri yapılmıştır. 81 parselden alınan toprakların analiz sonuçlarına göre; pH 5,99- 6,89, elektriksel iletkenlik 0,04-0,17 mmhos/cm, kireç % 1,46-1,54, organik madde %0,09-3,22, posfor 40,87-189 ppm, potasyum 58,24-312,63 ppm, sodyum 9,43-41,83 ppm ve dispersiyon oranı %34-84 arasında değişmektedir. Buna göre deneme alanının toprakları, kumlu balçık ve killi balçık tekstürlü, hafif asit, tuzsuz, kireçli, organik madde bakımından fakir, potasyumca zengin ve fosforca düşük içerikte olup erozyona duyarlıdır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Deneme deseni ve teras aralıklarının belirlenmesi

Farklı 2 iklim tipinde tespit edilen deneme sahalarında parsellerin oluşturulmasında rastlantı bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle 3 farklı blokta, 3 değişik eğim grubu tespit edilmiştir. Arazi eğiminin % olarak tespitinde Nivo kullanılmıştır. Sheng (2002), seki terasların basit yapımlarını açıklarken terasların tasarımlarını hesaplamada temsili eğimin kullanılmasını önermiştir. Arazide nivo ile eğimin tespitinde, temsili eğimin bulunduğu alanda 3 farklı noktadan ölçülen eğimin ortalaması alınmıştır.

Teras aralığı, genellikle birbirini takip eden iki terasın kanalları veya teraslardaki karşılıklı iki nokta arasındaki “ düşey aralık” veya uzaklık olarak ta-

nımlanmaktadır. Birbirini takip eden iki teras arasındaki yatay uzaklık ise düşey aralıkla ilgili olup ona dayanılarak hesap edilmektedir.

Yarı kurak iklim tipinin bulunduğu Baskil-Çavuşlu deneme sahasında düşey aralık hesabında  $H^2 = 64 \times S$  Saccardy eşitliği kullanılmıştır. Bu eşitlikte;

H= Düşey aralık (m)

S= Eğim (m/m)' dir.

Yarı nemli-nemli iklim tipinin hakim olduğu Maden-Kavak deneme sahasında ise düşey aralık belirlenirken, Uzak Doğu ülkelerinden Taiwan'da kullanıldığı Morgan (1990) tarafından belirtilen Morgan eşitliği kullanılmıştır. Morgan eşitliği  $H = S \times Wb / 100 - (S \times U)$  olup, eşitlikte;

H = Düşey aralık (m)

S = Eğim (%)

Wb = Sekinin eni (m)

U = Seki eteğinin eğimi ( yatay mesafenin düşey mesafeye oranını göstermekte olup, bu değer 0,5 ile 1 arasında değişmektedir. U'nun değeri makinalı çalışmada U = 1, elle çalışmada U= 0,75 ve kayadan oluşan eteklerde ise U = 0,50) olarak alınmaktadır.

Uygun eşitlikler yardımı ile tespit edilen düşey aralığın (H1) artırılması halinde taşınan toprak miktarında değişiklik meydana gelip gelmediğini bulmak için, hem yarı kurak hem de yarı nemli iklim bölgesinde orijinal düşey aralık (H1) %25 artırılarak teraslara verilecek ikinci düşey aralık (H2) tespit edilmiştir. İkinci düşey aralık (H2)'de %25

artırılarak üçüncü düşey aralık (H3) tespit edilmiştir (Şekil 3).

Taşınan toprak miktarında ortaya çıkacak farklılığın, düşey aralıklardan kaynaklandığını ifade edebilmek için, deneme alanı seçiminde her bir eğim grubundaki parsellerin aynı bakı, rakım ve toprak özelliğinde olması sağlanmıştır. Böylece her bir

iklim tipinde, 3 blokta, 3 farklı eğim grubunda, 3 değişik düşey aralık ve 3 yineleme kullanılarak 81 parselde teraslar tesis edilmiştir.

Baskil-Çavuşlu'da eğime göre hesap edilen düşey aralık (H) ve yatay aralıklar (L) Tablo 3'te gösterilen değerler olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Saccardy eşitliğine göre belirlenen yatay ve düşey teras aralıkları  
Table 3. Horizontal and vertical terrace intervals determined by Saccardy equality

Eğim: %47,5		Eğim: %52,5		Eğim: %57,5	
Düşey aralık (H)	Yatay Aralık (L)	Düşey aralık (H)	Yatay Aralık (L)	Düşey aralık (H)	Yatay Aralık (L)
5,5 m	11,5 m	5,8 m	11,0 m	6,0 m	10,4 m
6,8 m	14,3 m	7,2 m	13,7 m	7,5 m	13,0 m
8,5 m	17,8 m	9,0 m	17,1 m	9,5 m	16,5 m



Şekil 3. En solda H1, ortada H2 ve sağda H3 düşey aralığında Baskil-Çavuşlu'da tesis edilen seki teraslar.  
Figure 3. A view of bench terraces established in Baskil (on the left H1, in the middle H2, on the right H3 vertical interval)

Maden-Kavak'da eğime göre hesap edilen düşey aralık (H) ve yatay aralıklar (L) Tablo 4'da verilen değerler olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Morgan eşitliğine göre belirlenen yatay ve düşey teras aralıkları  
Table 4. Horizontal and vertical terrace intervals determined by Morgan equality

Eğim: %45		Eğim: %55		Eğim: %60	
Düşey aralık (H)	Yatay aralık (L)	Düşey aralık (H)	Yatay aralık (L)	Düşey aralık (H)	Yatay aralık (L)
4 m	8,8 m	6 m	11,0 m	7,5 m	12,5 m
5 m	11,1 m	7,5 m	13,6 m	9,3 m	15,5 m
6,25 m	13,8 m	9,5 m	17,2 m	11,6 m	19,3 m

### 2.2.2. Terasların tesisi

Yarı nemli ve yarı kurak iklim bölgelerinde uygun eşitlikler yardımı ile hesaplanan düşey aralıklar Nivo yardımı ile araziye applike edilmiştir. Bunun için seki teras yapılacak alanın tamamını karşıdan gören bir noktaya Nivo aleti kurulmuştur. Daha önceden hesapla belirlenen düşey aralıklar Nivo yardımı ile toprağa çakılan kazıklarla araziye applike edilmiştir. Seki teras tipinin düz veya yatay olmasını sağlamak için yine Nivo yardımı ile her 10 metrede bir kazıklar toprağa çakılmıştır. Bıçak genişliği 5 m olan D 85 A dozer ile genellikle sırt noktasında dozerin kendisine yer inşasıyla başlayan seki teras yapımı toprağa çakılan kazıklar ortalanarak 5 m genişlikte inşa edilmiştir. Öncelikle sıfır meyille yol inşasına benzeyen şekilde teras yapımı gerçekleştirilmiş, daha sonra içe doğru %2'lik eğim vermek üzere dozer bıçağı içe doğru çevrilmiştir. Bu eğimi vermek üzere sekinin sonuna giden dozer dönüştü 3'lü ripperle seki terasın iç kısmını ripperlemiştir. 3'lü ripperin sadece orta ripper izine 2 metre aralıkta sedir fidanları dikilmiştir. Yapılan seki terasların şev kısmına şev uzunluklarının farklı oluşu ile fidan dikilmesi halinde farklı tutma başarılarının yüzeysel akışı farklı etkileme olasılıkları düşünülerek tüm şevler boş bırakılmıştır.

### 2.2.3. Parsellerin oluşturulması

Yarı nemli- nemli iklim bölgesinde (Maden-Kavak) seki teraslar yapıldıktan sonra oluşturulan parsellerin enine genişliği 25 m'dir. Her bir blokta 3 eğim, 3 düşey aralık ve 3 tekerrür olmak üzere oluşturulan 27 parselde terasların enine toplam uzunluğu 675 m, 3 bloğun toplam teras enine uzunluğu ise 2025 m'dir. Parsellerin boyuna uzunluğu ise sabit olmayıp hesaplanan düşey mesafe ölçülerindedir. Bu uzunluk 9,6 m ile 22,5 m arasında değişmektedir. Bloklar alt alta gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Alt alta yerleşmiş 3 blok üzerinde, bulunduğu yerin iklim bölgesi ve eğimine göre uygun eşitlik yardımı ile hesaplanmış düşey aralık mesafesinde yapılmış 3 adet seki (her blokta 1 seki ve düşey aralık uzunluğundaki parselin en altında toprağa çakılmış 4 adet demir çubuk) yer almıştır. 5 m bıçak genişliği olan D 85A dozerin arazideki hareket kabiliyeti ve seki teras yapımı için öncelikle dozerin düz bir zemine yerleşme gerekliliği nedeni ile düşey aralıklara ait tekerrürler zorunlu olarak yan yana inşa edilmiştir.

Yarı kurak iklim bölgesinde (Baskil-Çavuşlu) parsellerin genişliği 10 m'dir. Bu iklim bölgesinde her bir blokta 27 parselde tesis edilen terasların enine toplam uzunluğu 270 m, 3 bloğun toplam uzunluğu ise 810 m'dir. Hesaplanan düşey aralıklara göre belirlenen parsellerin boyuna uzunluğu ise 12-19,3 m arasında değişmektedir. Parsellerin en alt noktasına çakılan demir çubuklar arası mesafe ise 2 m'dir.

### 2.2.4. Toprak kayıplarının ölçümü

Uygun formül yardımı ile hesaplanan orijinal düşey aralığın artırılması halinde taşınan toprak miktarının değişip değişmeyeceğini bulmak için toprağa 25 cm uzunluğunda demir çubuklar çakılmıştır (Şekil 4). Erozyonla taşınan toprak miktarının belirlenmesinde; kolay ölçüm yapılmasına imkan sağlaması, basit bir ölçümü gerektirmesi, ekonomik olması, fazla zaman alıcı olmaması ve ölçüm için fazla detaylı uzmanlık gerektirmemesi bakımından daha avantajlı özelliklerinin olmasından dolayı toprak içerisine çakılan demir çubuk yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, 3 blokta her parselde 4 adet demir çubuk olmak üzere 1 blokta toplam 108 adet, 3 blokta toplam 324 adet demir çubuk toprağa çakılmıştır. 2 farklı iklim tipinde ölçüm yapılan demir çubuk sayısı 648 adettir. 25 cm uzunluğundaki demir çubuklar her 5 cm'lik kısmında uzun çizgi ile 1 cm'lik kısmında kısa çizgi ile işaretlenmiş olup, 20 cm'lik kısmı toprağa çakılı 5 cm'lik kısmı toprak üstünde görünür şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Demir çubuk ve ölçüm cetveli  
Figure 4. Iron rod and measuring scale



Şekil 5. Demir çubukların toprağa çakılı durumu  
Figure 5. Nailed iron rods in the soil

Özhan (2004), erozyon ölçme yöntemleri arasında saydığı demir çubuklar yardımı ile erozyon belir-

lenmesini “arazi yüzeyinin değişik noktalarına demir çubuklar çakılarak çubuğun en üst yüzeyi ile toprak yüzeyi aynı düzeye getirilir. Belirli aralıklarla bu çiviler kontrol edilerek çivinin üst yüzeyi ile kontrol sırasındaki toprak yüzeyi arasındaki fark yani derinlik farkı belirlenir. Bu işlem belli aralıklarla devam ederek belirli bir periyotta taşınan toprak miktarı daha önce belirlenmiş olan iki yüzey arasındaki farklardan yararlanmak suretiyle hesaplanır” şeklinde açıklamaktadır. Bu projede ise 2 cm eninde ve 25 cm uzunluğunda demir çubuklar kullanılmış, demir çubukların arazide kolayca fark edilebilmesi için üst kısımdan 5cm’lik kesim toprak üstünde bırakılmıştır. Ölçümler 3 yıl boyunca her ay düzenli olarak yapılmış ve kayıt altına alınmıştır. Derinlik farkında meydana gelen değişiklikler metre yardımı ile ölçülmüş istatistiki değerlendirmede her yıl son alınan ölçüm o yılın toplam derinlik farkı olarak kabul edilerek değerlendirilmiştir.

Dijk (2002), dik tropikal yamaçlarda yüzeysel akış ve sediment üretimine seki terasların etkisini araştırdığı bir projede şev erozyonunu ölçmek için 5

mm çapında ve 50 cm uzunluğunda erozyon pimini kullandığını ifade etmektedir. Aynı şekilde Kantarcı ve Öztürk (2003), İstanbul ağaçlı bölgesinde su erozyonun ölçülmesi amaçlı yaptığı çalışmada oyuntuların gelişimini izlemek amacı ile demir çubuklardan faydalanmıştır.

Parlak (2011), erozyon ölçümün 4 temel yolundan biri olarak saydığı “yüzey yükseklik değişim” miktarını yamaç süreci için en uygun metot olarak ifade etmiştir. Bunun için toprağın içine erozyon pimlerinin yerleştirilmesini ve çalışma süresince bu pimlerin yerlerinin sabit kalması gerektiğini belirtmiştir.

#### 4. Bulgular

##### 4.1. Baskil-Çavuşlu’ya (yarı kurak iklim bölgesi) ait bulgular

Yarı kurak iklim bölgesinde 3 farklı eğimde 3 değişik düşey aralık kullanılarak tesis edilen seki teraslarda 3 yıl boyunca demir çubuklarda ölçülen derinlik farkı Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Yarı kurak iklim bölgesinde farklı eğimde (E) ve değişik düşey aralıkta(H), tesis edilen seki teraslarda yıllar (Y) itibariyle demir çubuklarda ölçülen derinlik farkları (cm/yıl).

Table 5. Depth differences (cm/year) measured on iron rods for years (Y) on terraces with different slopes (E) and different vertical interval (H) in semi arid study site

E/H	Eğim 1			Eğim 2			Eğim 3		
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	0,57	0,48	0,80	0,31	0,60	0,81	0,94	0,73	1,23
Y <sub>2</sub>	0,10	0,10	0,29	0,20	0,24	0,23	0,19	0,28	0,22
Y <sub>3</sub>	0,49	0,63	0,80	0,10	0,29	0,62	0,73	0,69	0,75

Yarı kurak iklim bölgesinde yer alan Baskil- Çavuşlu’ya ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre eğim ve düşey aralık  $p < 0,05$  ve yıl  $p < 0,001$  önem

düzeyinde toprak taşınması üzerinde etkili olurken, etkileşimler etkili olmamıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Yarı kurak iklim bölgesine ilişkin varyans analizi  
Table 6. ANOVA table for the data collected from the semi- arid study site

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önemlilik seviyesi
BLOK	2,016	2	1,008	1,143	,344
E	11,332	2	5,666	6,424	,009
H	9,994	2	4,997	5,666	,014
E * H	2,096	4	,524	,594	,672
Hata 1	14,112	16	,882		
YIL	45,286	2	22,643	25,075	,000
E * YIL	7,908	4	1,977	2,189	,090
H * YIL	3,171	4	,793	,878	,487
E * H * YIL	3,510	8	,439	,486	,858
Hata 2	32,508	36	,903 <sup>c</sup>		

Farklı ortalamaların belirlenmesi için yapılan Duncan testine göre eğim bakımından E3 (0,64 cm) en yüksek değere sahip olup ilk grubu oluştururken, E1 ve E 2 (sırasıyla 0,47 ve 0,38 cm) son grubu oluşturmuştur. Düşey aralık bakımından H3 (0,64 cm) en yüksek değere sahip olup ilk grupta yer alırken, H2 ve H1 (sırasıyla 0,45 ve 0,40 cm) son grupta yer almıştır. Yıl bakımından ise, Y1 (0,72 cm) ilk sırada yer alıp ilk grubu, Y3 (0,57 cm) ikin-

ci grubu ve Y2 (0,20 cm) ise üçüncü ve son grubu oluşturmuştur.

#### 4.2. Maden-Kavak'a (yarı nemli-nemli iklim bölgesi) ait bulgular

Yarı nemli iklim bölgesinde 3 farklı eğimde 3 değişik düşey aralık kullanılarak tesis edilen seki teraslarda 3 yıl boyunca demir çubuklarda ölçülen derinlik farkı Tablo: 7'da verilmiştir.

Tablo 7. Yarı nemli iklim bölgesinde farklı eğimde (E), değişik düşey aralıkta(H), tesis edilen seki teraslarda yıllar (Y) itibarıyla demir çubuklarda ölçülen derinlik farkları (cm/yıl).

Table 7. Depth differences (cm/year) measured on iron rods for years (Y) on terrace with different slope (E) and different vertical interval (H) in semi-humid, humid climate region

E/H	Eğim 1			Eğim 2			Eğim 3		
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	1,49	1,56	1,84	1,11	1,49	2,79	1,73	2,09	2,55
Y <sub>2</sub>	1,03	0,53	0,84	0,87	0,91	0,94	0,33	0,82	0,91
Y <sub>3</sub>	0,82	0,76	0,88	0,81	0,83	0,95	0,46	0,62	0,81

Yarı nemli iklim bölgesinde yer alan Maden Kavak'a ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre eğim, toprak taşınması üzerinde istatistiksel olarak etkili

çıkılmaz iken, düşey aralık  $p < 0,05$  ve yıl  $p < 0,001$  önem düzeyinde toprak taşınması üzerinde etkili olmuştur. Etkileşimler ise etkili olmamıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Yarı nemli-nemli iklim bölgesine ait varyans analizi

Table 8. ANOVA table for the data collected from the semi- humid, humid study site

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önemlilik seviyesi
BLOK	3,369	2	1,684	,623	,549
E	1,850	2	,925	,342	,715
H	32,382	2	16,191	5,986	,011
E * H	12,851	4	3,213	1,188	,354
Hata1	43,278	16	2,705		
YIL	245,174	2	122,587	48,480	,000
E * YIL	17,687	4	4,422	1,749	,161
H * YIL	23,259	4	5,815	2,300	,078
E * H * YIL	16,552	8	2,069	,818	,592
Hata2	91,029	36	2,529		

Toprak seviyesinde değişim üzerinde etkili çıkmayan eğim işlemine ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre, ortalama toprak seviyesindeki değişim miktarları E 2, E 3 ve E 1 için sırasıyla 1,19 cm, 1,15 cm ve 1,08 cm olarak hesaplanmıştır.

Taşınan toprak miktarına ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre; düşey aralık bakımından H3 (1,39 cm) en yüksek değere sahip olup ilk grupta yer alırken, H2 ve H1 (sırasıyla 1,07 cm ve 0,96 cm) son grupta yer almıştır. Yıl bakımından ise, Y1 (1,85 cm) ilk sırada yer alıp ilk grubu, Y2 (0,80 cm) ve Y3 (0,77 cm) ise ikinci grubu oluşturmuştur.

#### 5. Tartışma ve Sonuç

Çalışma, deneme alanları Mülga Elazığ il Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün sorumluluğundaki Toprak Muhafaza çalışma sahalarında ve iki farklı iklim tipine sahip yerde gerçekleştirilmiştir. Farklı eğim ve düşey aralıklarda gerçekleştirilen çalışmada 3 yıl boyunca elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlara göre, Baskil-Çavuşlu yöresinde toprak taşınması bakımından istatistiksel olarak eğimin, düşey aralık ve yılın, Maden Kavak yöresinde ise sadece düşey aralık ve yılın etkili olduğu tespit edilmiştir. Her iki sahada da düşey aralık arttıkça toprak kaybı miktarının arttığı görülmüştür.



Elazığ yöresinde iklim tipi ve eğim dikkate alınmak sureti ile uygun eşitlikler (Morgan ve Saccardy) kullanılarak hesaplanan düşey ve yatay aralıklarda %25'lik bir artış yapılması durumunda demir çubuk derinliklerinde 0,10-0,50 cm, %56 artış yapılması durumunda ise 0,20-0,23 cm fark meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum, seki teras yapımında uygun düşey ve yatay aralık mesafenin artmasına paralel taşınan toprak miktarının da arttığını göstermiştir.

Bu konuda, Uğurlu ve ark. (1999) tarafından Elazığ yöresinde ve bu çalışmanın yapıldığı yerlerin iklim tiplerine benzer bölgelerde yaptıkları bir araştırmada, seki terasların herhangi bir eşitlik kullanılmadan geniş yatay aralıklarda yapılması nedeni ile teraslarda yırtılma ve göçmelerin meydana geldiği gözlemlenmiş ve bu nedenle seki terasların erozyonu önleme açısından olumsuz bir durum sergilediği ifade edilmiştir. Hızal (2001), aynı araştırma ile ilgili yaptığı değerlendirmede ise, Maden ve Altinyaka'da ortalama %37,5 ve %47,5 eğimli deneme alanlarında yapılan seki terasların sırasıyla 36,50 m, 40,25 m ve 32,10 m, 45,55 m ortalama yatay aralıklarla inşa edildiklerini; oysa uygun eşitlikler (Morgan ve Saccardy) kullanılarak bu teraslara verilecek yatay aralıkların sırasıyla Maden için 17,08 m ve 19,2 m, Altinyaka için 12,04 m ve 17,34 m olması gerektiğini, 3-4 kat daha büyük yatay aralıkta inşa edilen terasların erozyon açısından kendisinden beklenen amaçları gerçekleştiremediğini ifade etmiştir.

Maden-Kavak'ta proje deneme alanının yer aldığı çalışma alanında, Mülga Elazığ İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün aynı yılda inşa ettiği seki teraslar mevcuttur. Ancak uygulamada süre gelen alışkanlıkla geniş yatay aralıklar kullanılarak yapılan seki terasların bir kısmında yırtılmalar ve göçmeler meydana gelmiştir. Diğer taraftan aynı sahada, aynı iklim koşulları altında, aynı ekipman kullanılarak, ancak uygun eşitliklerle tespit edilen düşey ve yatay aralıklarda yapılan bu çalışmanın teraslarında herhangi bir yırtılma ve bozulma gerçekleşmemiştir. Buna bağlı olarak seki terasların kendisinden beklenen amacı gerçekleştirebilmesi için uygun düşey ve yatay aralıklarla inşa edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Nitekim Hızal (2001), seki terasların doğru kriterlere dayanarak seçtikleri ve inşa tekniklerine uygun olarak yaptıkları varsayımından hareketle, bunların yüzeysel akışları azaltacaklarını ve böylece erozyonu önleyebileceklerini söylemenin mümkün olabileceğini ifade etmiştir.

Doğan ve ark.(1996), Orta Anadolu iklim koşullarında sekilerin standartlarını araştırdığı bir projede 8 farklı dikey aralık kullanarak yaptığı bir projede, 1 mm'lik yüzey akışın sebep olduğu toprak kaybı miktarının, dikey aralıkları yüksek olan teraslarda,

dikey aralığı az olanlara göre daha fazla olduğunu saptamıştır.

Eğim açısından toprak kaybı miktarı değerlendirildiğinde, Baskil Çavuşlu'da  $E3 > E1 > E2$  ve Maden Kavakta ise  $E2 > E3 > E1$  şeklinde olması ve düzenli bir sıralama göstermemesinin en önemli sebebinin, deneme alanının kuruluşunda sahanın fizyografik yapısı nedeniyle eğim sınıflarının tam uygun ayarlanamaması olabileceği düşünülmektedir. Oysa, genel olarak eğimin artmasıyla taşınan sediment miktarının da artması beklenen bir olgudur. Bu konu hakkında, Doğan ve ark. (1996), Orta Anadolu iklim koşullarında sekilerin standartlarını araştırdıkları projede, 1969-1993 yılları arasında saptanan ortalama toprak kaybı miktarı ile eğim derecesi faktörü arasında;  $Y = 263,256 + 101,082 X$  denklemi ile gösterilen, korelasyon katsayısı  $r = 0,777$  olan ve  $\alpha = 0,05$  seviyesinde önemli doğrusal bir ilişki saptamış ve arazi eğiminin artmasına paralel toprak kaybı miktarının da arttığını belirlemiştir.

Balcı (1996), Diseker ve Yoder (1936)'ya atfen eğimin %5'den %10 çıkması halinde erozyon miktarında 3 katı bir artış, %15'e çıkması halinde ise 5 katı bir artış meydana geldiğini bildirmiştir.

Balcı (1996), Bolu yöresinde Aydemir (1972)'in yaptığı bir denemeye atfen, eğimin %15'den %28'e çıkması halinde mısır, buğday ve fındık ürünü altında oluşan erozyonda yaklaşık 1,5 kat bir artma olduğunu bildirmiştir. Eğim artışı %15'den %45'e çıktığında erozyon yaklaşık olarak mısır ve buğday'da 1,8 kat, fındıkta ise 2,5 kat ölçülmüştür.

Çepel (1988), eğim derecesinin artmasına paralel yüzeysel akışın artacağını, bunun sonucunda da erozyonun şiddetli olacağını ve toprak derinliğinin azalacağını ifade etmiştir.

Her iki deneme sahasında da 1. yılda daha fazla toprak kaybı miktarının meydana geldiği görülmüştür. İlk yıldan sonra genel olarak toprak kaybı miktarında görülen azalmanın nedeni, daha çok tesis edilen seki terasların bozulan doğal dengeyi yeniden kazanmış olabileceğine bağlanabilir. Balcı (1996), yağmurun miktar, şiddet ve yıl içindeki dağılışı gibi özellikleri yağmur damlasının kinetik enerjisi, toprağı disperleştirme etkisi ve dolayısıyla yüzeysel akış miktarı ve hızının taşınan toprak miktarı üzerinde etkili olduğunu ifade etmektedir.

Baskil Meteoroloji İstasyonundan alınan kayıtlara göre yıllık ortalama yağış miktarı bakımından 2. ve 3. yıllar birbirine çok yakın değerdedir (sırasıyla 306,2 mm ve 298 mm). Ancak 1 günde düşen yağışlar bakımından 2 yıl arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Alınan meteoroloji kayıtlarına göre 30 Mart 2015 tarihinde 31,3 mm ve 3 Ekim 2015 tarihinde 27,2 mm'lik günlük toplam

yağış meydana gelmiştir. 2. yıl olan 2014 yılında ise sadece 15 Ekim’de 21,4 mm’lik bir yağış kayıtl edilmiştir. 30 Mart 2015 tarihinde vejetasyon döneminin henüz yeni başladığı dolayısıyla toprak yüzeyinin nispeten çıplak olduğu bir dönemde günlük toplam 31,3 mm’lik eroziv karakterli bir yağışın taşınan toprak miktarını arttırdığı, 2 yıl arasındaki bu farkın bundan kaynaklanabileceği tahmin edilmiştir.

Taşınan toprak miktarına etkisi bakımından toprak analiz sonuçları incelendiğinde; her iki iklim bölgesinde de balçık tekstüründe, organik maddece fakir, dispersiyon oranı bakımından erozyona duyarlı toprakların yer aldığı görülmektedir. Toprak bakımından birbirine oldukça yakın özellikler taşıyan blok ve parseller, toprak taşınmasına etki bakımından aynı özelliktedirler.

Üç yıl boyunca demir çubuklarda derinlik farkı ölçümünde toprak kayıplarının ilkbahar ve sonbahar aylarında meydana geldiği, hazirandan başlayarak eylül sonuna kadar demir çubuklarda derinlik farkı meydana gelmediği tespit edilmiştir. Araştırma alanlarına ait su bilançoları ile demir çubuklardaki derinlik farkı karşılaştırıldığında, derinlik farklarının toprakta su fazlası olduğu dolayısıyla yüzeysel akışın daha çok gerçekleştiği dönemlerde görülmektedir. Ancak, 3 yıl boyunca her iki iklim bölgesinde yaz ayları yağışsız geçmiştir. Bu nedenle bu aylara ilişkin bir değerlendirme yapmak zordur.

Maden-Kavak’ta aynı şartlarda uygulayıcı birimlerin teknik yapım şartlarına uymadan geniş düşey aralıklarda yaptıkları seki teraslarda bir takım yırtılma ve göçmeler meydana gelirken, uygun formül yardımı ile hesaplanan düşey aralık mesafede inşa edilmiş proje seki teraslarında herhangi bir olumsuzluk gözlenmemiştir. Bu nedenle, teraslardan beklenen faydanın elde edilebilmesi için bu çalışmada tespit edildiği gibi iklim ve eğim dikkate alan Morgan ve Saccardy eşitlikleri kullanılarak belirlenen düşey aralıklara göre teraslar tesis edilmesinin başarılı sonuçlar ortaya koyacağı görülmektedir.

### Teşekkür

Bu makale, Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen “Elazığ Yöresinde Seki Teraslarda Uygun Düşey Aralığın Belirlenmesi” başlıklı bitirilen araştırma projesi sonucunda hazırlanan ve OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen proje sonuç raporunun (Kalkan ve ark., 2016) özetidir. Bu projenin alınmasında fikri emeği bulunan merhum Prof. Dr. Ahmet HIZAL hocamızı rahmetle anar, proje süresince katkılarını esirgemeyen danışman hocamız Prof. Dr. Ferhat GÖKBULAK’a, emeği geçen Güney Doğu Ana-

dolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-personeli ve Elazığ Kadastro Komisyon Başkanlığı personeline sonsuz teşekkürü borç biliriz.

### Kaynaklar

Aşk,K., Aydemir,H. (1967). Tokat’ta Arazi Onarım Banketleri Üzerinde Bazı Denemeler, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi No: 21, Ankara.

Balcı, N. (1996). Toprak Koruması, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü Yayın No:3947, O.F. Yayın No: 439, İstanbul.

Çepel, N.(1988). Orman Ekolojisi. İ.Ü. Yayın No: 3518, Orman Fakültesi Yayın No: 399, İstanbul.

Dijk, Albert I.J.M.Van. (2002). Water and Sediment Dynamics In Bench-Terraces Agricultural Steeplands In West Java. Indonesia, July 2002. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) (Ziyaret tarihi: 20.11.2014)

Doğan, O., Küçükçakar, N., Cebel, H.,Akgül, S., Sevinç N., Denli Ö., (1996). Orta Anadolu İklim Koşullarında Uygulanan Aralıklı Basamak (Gradoni) Sekilerim Standartları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No: 200, Rapor Serisi No: R-106, Ankara.

Gerçek, E. (2005). Yolçatı- Baskil- Kömürhan (Elazığ) Arası, Elazığ Magmatitlerinden Kaynaklanan Suların Hidrokimyasal Prospeksiyon Parametleri, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmamış) Elazığ.

Gülçur, F. (1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Hızal, A. (2001). Seki Teraslar Erozyonu Önler mi? Kavak Ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü *Kavakçılık Araştırma dergisi* 2001- No:27

Irmak, A. (1954). Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 599, O. F. Yayın No: 27, İstanbul.

Jackson, M.L. (1962). Soil Chemical Analysis, Constable and Company Ltd., London, England.

Kantarıcı, M.D., ve Öztürk, M. (2003). Yeniden Düzenlenmiş Bir Açık Ocak Kömür Sahasında Yağışın Sebep Olduğu Yüze Erozyonu ve Ağaçlandırmanın Önleyici Etkisi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı 19-21 Mart 2003 İstanbul.

Kantarıcı, M.D. (2005). Orman Ekosistemleri Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü Yayın No: 4594, O.F. Yayın No : 488, İstanbul.

Morgan, R.P.C. (1990). Soil Erosion and Conservation. Longman Scientific and Technical. John Wileysons, Inc.,New York.

Olsen,S,R., And DEAN, L.A. (1965). Phosphorus, Met-

---

hods of soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Editor C.A. Black American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A. P-1035-1049

Özhan, S. (2004). Havza Amenajmanı. İ.Ü Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481 İstanbul.

Parlak, M. (2011). Su Erozyonunun Araştırılmasında Kullanılan Yöntemler. Toprak Ve Su Sempozyumu Kitapçığı, 2011.

Richards, L.A.Ed. (1954). Diagnosis and Improvement of Salinaand Alkali Soils. United StateDepartment Of Agriculture Handbook 60-94.

Sheng, T.C. (2002). BenchTerrace Design Made Simple. 12 thISCO Conference, Beijing 2002.

Turan,M., Aksoy, E., Bingöl,A. (1995). Doğu Toroslar'ın Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri,

*Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, S:72, Sf:1-23 Elazığ.

Türkmen, İ., İncegöz, M., Aksoy, E., Kaya, M. (2001). Elazığ Yöresinde Eosen Stratigrafisi ve Paleocoğrafyası ile İlgili Yeni Bulgular *Yerbilimleri Dergisi*: 24, Sf: 81-95, Ankara.

Uğurlu, S., Fidan, C., Kaplan, A. (1999). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Seki Terasların Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Açısından Başarı Durumunun Saptanması Teknik Bülten No: 6 Elazığ.

Ürgenç, S. (1986). Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 3314, Fakülte No: 375, İstanbul.

Yıldırım,N., Eroğlu,M. (2013). Maden Karmaşığında Asit Dositik Kayaçlarla İlişkili Hidrotermal Tip Bakır Cevherleşmelerine Güneydoğu Anadolu'dan Bir Örnek (Yukarı şeyhler, Diyarbakır). *MTA Dergisi*, Temmuz 2013.

## Orman yangınları açısından riskli yılların güneş leke döngüsüne bağlı olarak önceden tahmin edilebilmesi

Uğur BALTACI (Orcid: 0000-0001-8379-7040)<sup>1\*</sup>, Feriha YILDIRIM (Orcid: 0000-0003-4938-3922)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orman Genel Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, ANKARA

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: [ubaltaci@gmail.com](mailto:ubaltaci@gmail.com), Geliş Tarihi/Recived: 15.09.2017, Kabul Tarihi /Accepted: 21.11.2017

### Öz

Ülkemizde ve dünya genelinde, bazı yıllar daha çok sayıda ve büyük ölçekte orman yangınları görülmekte iken, bazı yıllarda orman yangını sayısı ve büyüklüğü azalmaktadır. Orman yangını istatistikleri yangın adedi ve yanan alan olarak zamana bağlı grafik haline dönüştürüldüğünde, minimum ve maksimum noktaları farklı sinüzoidal eğriler şeklinde periyodik bir dalgalanma görülmektedir. Bu durum, orman yangınlarının bir dış etkene bağlı olarak artıp azaldığını gösterebilir. Bu çalışmamızda; adet ve alan olarak orman yangınları ile Güneş Leke Döngüsü (Güneş Radyasyon Döngüsü) karşılaştırılmış ve aralarında güçlü bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, orman yangını açısından riski yüksek yılların tahmininde kullanılabilir. Orman yangınları ile mücadelede orta ve uzun vadeli programlar yapılırken bu tespitlerin göz önünde bulundurulmasının büyük önem arz ettiği düşünülmektedir. Özellikle bütçe planlamaları ve önceden alınacak tedbirler açısından bu öngörülerin dikkate alınması uygun olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Orman yangınları, güneş leke döngüsü, risk tahmini

## Forecasting risky years for forest fires depending on sunspot cycle

### Abstract

Forest fires are observed in larger scales and more frequently in some years in Turkey and across the world, while some years number of fires and affected areas decreased significantly. When the forest fire statistics are visualized by plotting the number of fires and the total burned area by years, a periodic fluctuation in the form of sinusoidal curves, with different minimum and maximum points are observed. This indicates that the forest fires increase or decrease in number due to an external factor that shows periodic behavior. In this study; it has been revealed that there is a strong relationship between forest fires and the Sunspot Cycle (Solar Radiation Cycle). Findings obtained as a result of this study, can be used to predict the high risk years forest fires. It is thought that it is very important to consider these determinations when medium and long-term programs are conducted for forest fire fighting. It will be appropriate to take these precautions into consideration especially in terms of budget planning and precautionary measures to be taken.

**Keywords:** Forest fires, sun spot cycle, risk forecasting

To cite this article (Atf): Baltacı, U., Yıldırım, F. (2017). Orman yangınları açısından riskli yılların güneş leke döngüsüne bağlı olarak önceden tahmin edilebilmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 4 (2), 133-142.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338404>

### 1. Giriş

Orman yangınları sadece yakıp yok ederek değil, erozyonu artırarak, atmosferdeki karbon emisyonunu yükselterek ve madde döngüsünü bozarak ekosistemleri şiddetle etkilemektedir (Gomes ve Radovanovic, 2008).

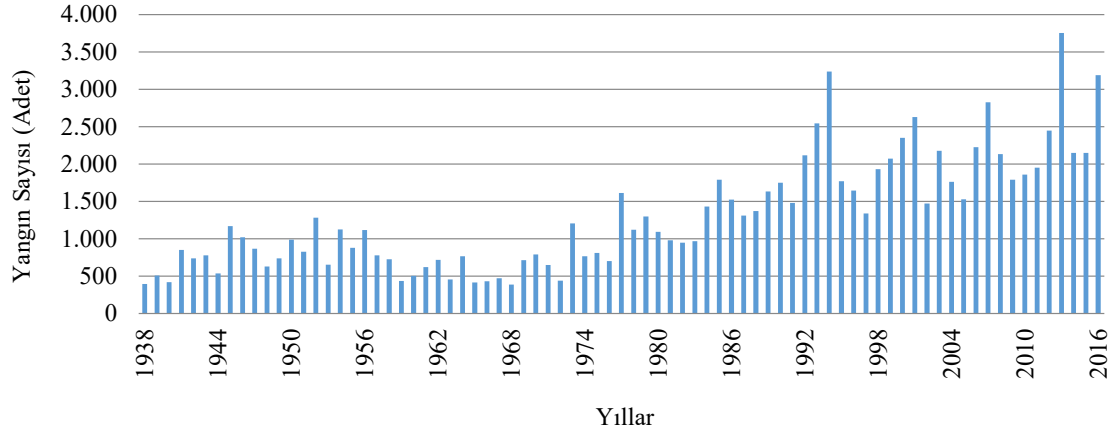
1937-2016 yılları arasındaki 80 yıl boyunca ülkemizde toplam 104.276 adet orman yangını çıkmış ve bu yangınlarda 1.662.033 hektar orman alanı zarar görmüştür. Bu bilgilere göre ülkemiz-

de yıllık ortalama 1303 adet orman yangını çıkmış ve yılda ortalama 20.775 hektar orman alanı zarar görmüştür. Son 10 yıllık dönemde (2007-2016) ise toplam 24.264 adet orman yangınında 90.424 hektar orman alanı zarar görmüş olup yıllık ortalama yangın adedi 2.426, yıllık yanan alan ise 9.042,4 hektar olarak gerçekleşmiştir. Son 10 yıllık dönemde yangın başına ortalama 3,7 ha orman alanı zarar görmüştür (OGM, 2017).

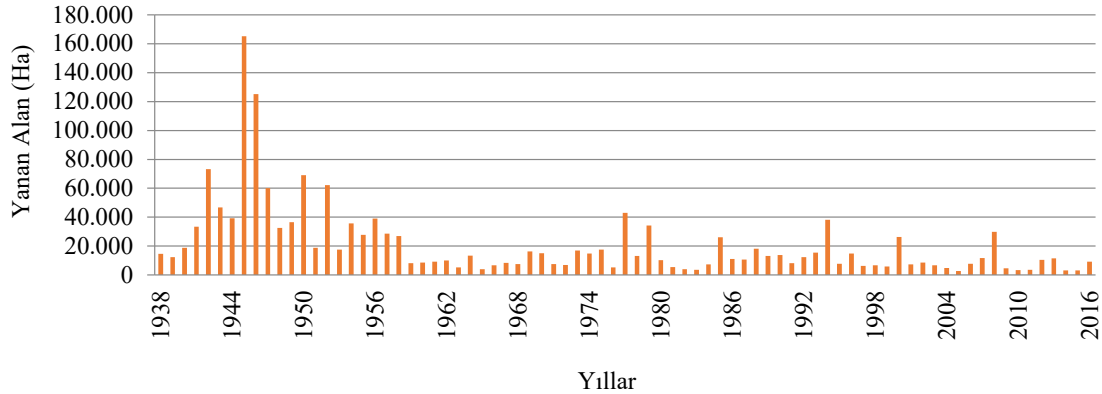
Orman yangın istatistikleri, 1937 yılından günümüze kadar, yıllık yangın adedi ve zarar gö-

ren alan olarak analiz edildiğinde; farklı minimum ve maksimum noktalarına sahip periyodik iniş ve çıkışlar olduğu görülmektedir. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) orman yangınları ile mücadele kapasitesi yıllar içerisinde büyük bir hızla geliştiğinden, orman yangınları sayıca artmış olsa da erken ve etkili müdahalenin bir sonucu olarak

yanan alan sürekli olarak azalmıştır. Ancak yangın adedi ve yanan alan verilerindeki inişli çıkışlı durum değişmemiş, periyodik olarak artışlar ve düşüşler gerçekleşmeye devam etmiştir. Veriler grafik haline dönüştürülüp incelendiğinde, ortalama 4-6 yılda bir orman yangınları açısından riskli dönem yaşandığı görülmüştür (Şekil 1-2).



Şekil 1. 1937-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının yıllara dağılımı (OGM, 2017)  
Figure 1. Annual number of forest fires between 1937-2016



Şekil 2. 1937-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının yıllara göre alan olarak dağılımı (OGM, 2017).  
Figure 2. Annual burned areas between 1937-2016

Orman içerisinde ya da yakınında yakılan bir ateşin orman yangınına dönüşmesi ve başlayan yangının şiddeti çeşitli kriterlere bağlıdır. Bu kriterlerin başında iklim parametreleri, topoğrafya, yanıcı maddenin çeşidi ve nemi gelmektedir (Sağlam ve ark., 2008). Yanıcı maddenin ince, neminin düşük olması tutuşmayı kolaylaştıracağından orman yangını riskini ve yayılma hızını artırmaktadır (Küçük ve ark., 2008). Eğim arttıkça yangının yayılma hızı da artmaktadır (Zhou ve ark., 2007). Orman yangınları için en tehlikeli şartları ise "şiddetli rüzgar, yüksek eğim ve ince yanıcı maddelerin" bir arada olduğu durum oluşturmaktadır (Aguado ve ark., 2002). Orman yangınının yayılma oranı, yakıt tüketimi ve yangın şiddeti; yakıt özelliklerine ve

hava koşullarına bağlıdır (Küçük ve ark., 2007). Ormancılık faaliyetleri de yakıt özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Bilgili, 2003).

İklim parametreleri içerisinde ise rüzgâr, yangının başlaması ve yangın şiddeti açısından tüm bu kriterlerden çok daha etkilidir (Küçük ve ark., 2007). Rüzgâr, alçak basınçla yüksek basınç arasında yer değiştiren hava akımı olup hava daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar büyük olursa, hava akım hızı da o kadar fazla olur. Eğer hava kütlesi içerisindeki sıcaklık dağılımı düzgün değilse ya da diğer bir deyişle sıcaklık farkları fazla ise kararsız hava koşulları or-

taya çıkmaktadır (Flannigan ve ark, 2001). Kararsız hava hallerinin ani basınç değişikliği nedeniyle ortaya çıkardığı ani rüzgârlar (gust), orman yangınının başlaması (ateşin orman yangınına dönüşmesi) ve yayılması (yangın hızı ve şiddeti) açısından en önemli etken olarak görülmektedir (Cramer, 2004).

Büyük orman yangınlarının karakteristik özellikleri; kararsız hava koşulları nedeniyle çok kısa zamanda çok büyük alanlara yayılmaları, şiddetli rüzgar nedeniyle kontrol altına alınamamaları ve bunun sonucunda ancak göl, deniz, orman içi büyük açıklıklar ve ormansız alanlar gibi doğal engellere ulaştığında (yani yanıcı madde bittiğinde) sonlanmalarıdır. Kısaca kararsız hava koşullarının mevcudiyeti güçlü ve ani rüzgarlara sebep olmakta, bu da ormandaki bir ateşin kontrol edilemez büyüklükte afete dönüşmesine yol açmaktadır (Rollo, 2004).

İklim parametrelerini şekillendiren en önemli faktör, gezegenimizin enerji kaynağı olan güneşten gelen radyasyondur. Gezegenimize ulaşan güneş radyasyonundaki değişimler; kısa, orta ve uzun vadeli meteorolojik değişkenleri etkilemektedir. Özellikle güneş radyasyonunun gezegenimize en düşük ve en yüksek miktarda ulaştığı dönemler, atmosferik kararsızlık açısından önemli zaman dilimleridir. Bu dönemlerde fırtınalar gibi ekstrem hava olayları daha sık görülmektedir. Bu ekstrem meteorolojik faktörlerin, büyük orman yangınlarını tetikleyen en önemli etken olduğu düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu konuda yapılan ender çalışmalardan birinde; Gomes ve Radovanovic İspanya ve Portekiz'de 2005 yılında çıkan orman yangınları ile güneş aktivite değişimini karşılaştırmış ve doğrusal bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir (Gomes ve Radovanovic, 2008). Yapılan çalışma, güneş aktivitesindeki kısa dönemli değişimlerin sıcaklık üzerindeki etkisine dayanmaktadır. Böylece sıcaklığın etkisiyle düşen neme bağlı olarak orman yangınları adet ve alan olarak artmaktadır. Çalışmamız ise uzun dönemli değişimlerin şiddetli rüzgar ve kararsız hava halleri üzerine etkisini, buradan hareketle de orman yangınları ile ilişkisini açıklamaya çalışmaktadır.

Çalışmada orman yangınları ile güneş aktivitesindeki periyodik değişimler karşılaştırılarak bir ilişki olup olmadığı analiz edilmiştir. Güneş leke döngüsü, güneş radyasyon değişiminin en belirgin göstergesidir. Çalışmamız sonucunda güneş leke döngüsü ile orman yangını sayısı ve yanan alan miktarı arasında güçlü bir bağlantı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bağlantı ile gelecek dönemlere ait güneş döngü tarihleri kullanılarak orman yangınları

açısından “yüksek risk potansiyeli olan yıllar” önceden tahmin edilebilecektir.

Yıllık orman yangını sayısı ve yanan alan verileri Orman Genel Müdürlüğü, Orman Yangınları İle Mücadele Dairesi Başkanlığı veri tabanından alınmıştır (OGM 2017). Veri sağlığı açısından değerlendirmeler; hem 1937 yılından günümüze kadar tutulan verilerle, hem de verilerin daha güvenilir olduğu 1970 yılından günümüze kadar tutulan verilerle ayrı ayrı yapılmıştır.

Güneş termodinamik bir yıldız olduğundan enerjisi sabit değildir. Güneşin ürettiği ve doğal olarak dünyamıza ulaşan enerji, dönemsel olarak inişli çıkışlı bir yapıya sahiptir. Atmosferimizdeki tüm olaylar da işte bu iniş çıkıştan etkilenmektedir. Güneş radyasyonunun ortalama 11 yıllık döngüsü boyunca minimum ile başlayan radyasyon seviyesi, döngünün orta noktasına doğru maksimuma çıkıp döngü sonunda tekrar minimuma inmektedir. Bir döngü boyunca atmosferimize ulaşan enerji seviyesi de bu döngüye bağlı olarak artıp azalmaktadır. Döngünün minimum ve maksimum noktalarında yaşanan büyük ve ani enerji değişimlerinin atmosferimizde radikal değişimlere sebep olabileceği düşünülmektedir.

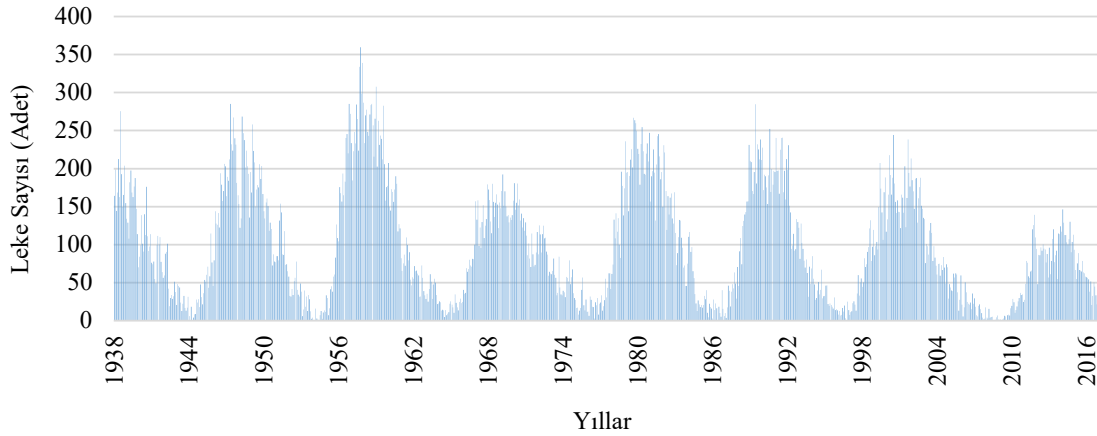
Bu çalışmamızda güneş radyasyon verisi olarak, son yıllarda popüler bir kullanıma sahip “Güneş Leke Sayıları” verisi alınmıştır. Güneş radyasyon değişimi, döngü süresi içinde leke sayısı ile doğru orantılıdır ve döngüdeki minimum ve maksimum noktalarına bağlı olarak artıp azalmaktadır.

Güneş döngüsü verilerinin değerlendirilmesine ihtiyaç olduğundan, 1937-2016 yılları arasındaki “Güneş Leke Sayıları” verileri SIDC veri tabanından (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>) çekilerek analiz edilmiş ve grafik haline dönüştürülmüştür (Şekil 3).

Çalışmada öncelikle 1937-2016 yılları arasında çıkan orman yangını verileri ile aynı döneme ait güneş radyasyon değişim verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 4-5). Daha sonra OGM veri kalitesinin 1970’li yıllara kadar düşük olma ihtimali dikkate alınarak, 1970-2016 yılları arasında çıkan orman yangını verileri ile güneş radyasyon verileri de karşılaştırılmıştır (Şekil 6-7). Bunun yanında 1955-2016 yıllarını kapsayan 6 güneş döngüsü dönemi için hem dönemsel toplam leke sayıları hem de bu döneme ait yanan alan miktarları karşılaştırılarak aralarındaki korelasyona bakılmıştır.

## 3. Bulgular

Güneş döngüsü verileri ile yıllık orman yangını istatistikleri (OGM 2017) karşılaştırıldığında; 1937-2016 yılları arasında güneş döngüsünün minimum ve maksimum noktalarına denk gelen yıllarda,



Şekil 3. 1937-2016 yılları arasında Güneş Leke Döngüsü (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>)  
Figure 3. Sunspot cycles between 1937-2016

diğer yıllara göre daha çok orman yangını çıktığı (Şekil 4) ve daha fazla orman alanının yangından zarar gördüğü (Şekil 5) görülmektedir. Keza, OGM veri kalitesinin 1970'li yıllara kadar düşük olma ihtimali dikkate alınarak aynı karşılaştırma OGM'nin 1970-2016 yılları arası verileri ile tekrar edilmiş olup orman yangını verileri ve güneş radyasyon verileri arasında Şekil 6 ve Şekil 7'de görüldüğü üzere benzer bir ilişki tespit edilmiştir. Buna göre; orman yangınlarının en fazla sayıya ulaştığı yıllar ile güneş döngüsünün minimum ve maksimum noktalarının yaşandığı yıllar birbiriyle çakışmaktadır

Güneş döngüsünün tüm minimum noktalarında mutlaka orman yangını açısından bir maksimum yıl yaşanmıştır. Ayrıca yangın adedi olarak en yüksek yıllar mutlaka güneş döngüsünün minimum ve maksimum noktalarına denk gelmektedir. Güneş döngüsünün minimum ve maksimum yılları dışında kalan, grafiğin iniş ve çıkış yılları ise genel olarak orman yangınları açısından daha sakin geçen dönemler olarak tespit edilmiştir.

Bu bağıntılar; güneş döngüsünün minimum ve

maksimum noktalarında dünyaya ulaşan enerji miktarındaki büyük değişimlerin kararsız hava hallerine yol açtığı, oluşan basınç farkları nedeniyle şiddetli rüzgarlar meydana geldiği ve bu durumun orman yangınları üzerinde büyük etkiler yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

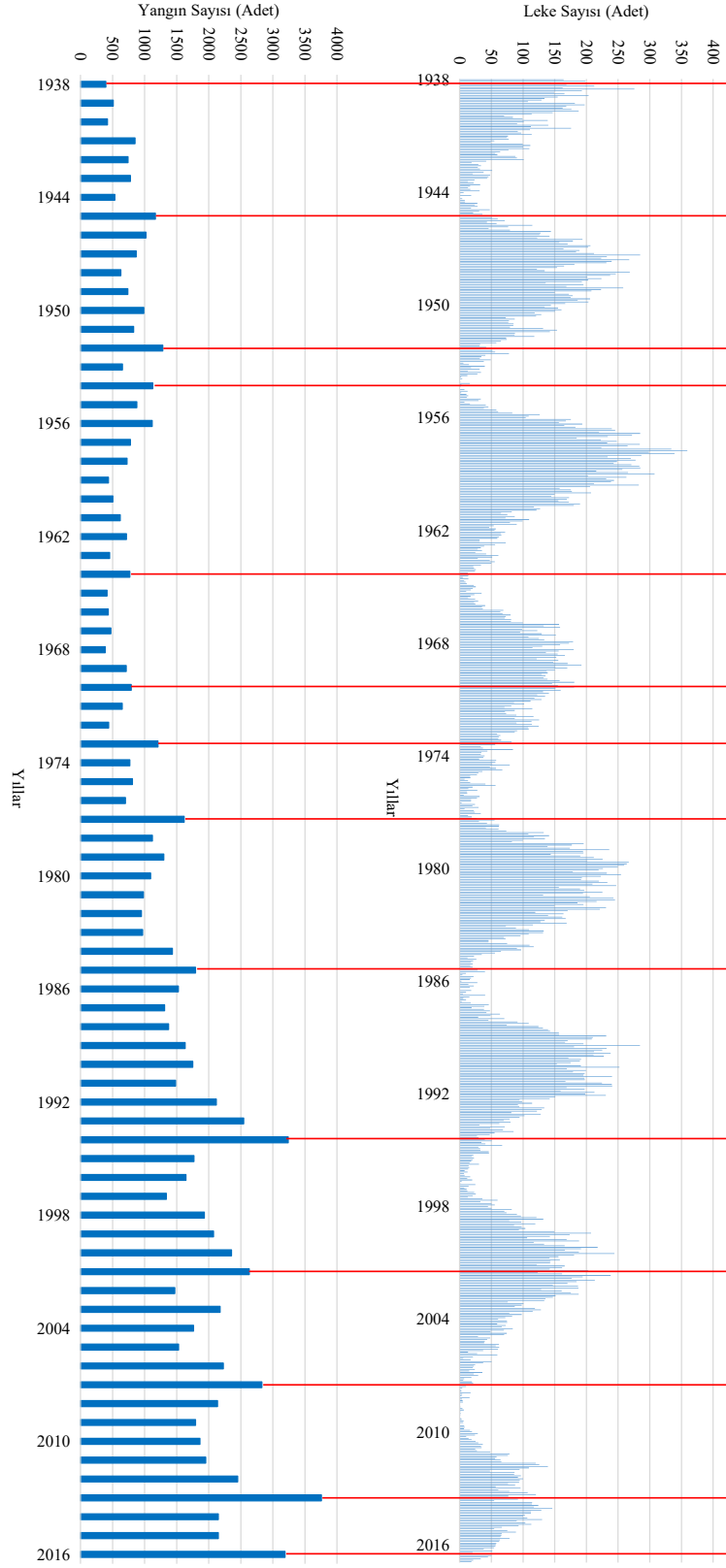
Dönemsel olarak yapılan karşılaştırmalar ise daha çarpıcıdır. Her döngü ortalama 10-12 yıllık dönemi kapsamaktadır. Bu zaman süresinde güneşte üretilen toplam enerji miktarı da dönemsel olarak değişmektedir. Yani her döngüde güneşten dünyaya ulaşan toplam enerji miktarları farklıdır. Toplam enerji bakımından döngüsel bazda güneş radyasyonu verileri ile aynı dönemde çıkan orman yangınlarından zarar gören toplam alan arasında belirgin bir doğrusal ilişki bulunmaktadır (Şekil 8).

Her döngünün minimum ve maksimum dönemlerinde orman yangınları açısından büyük artışlar görülmekle beraber, büyüklük olarak toplam enerjisi yüksek olan bir döngünün minimum ya da maksimum döneminde yanan alan miktarı, toplam enerjisi düşük olan döngüye göre çok daha yüksektir (Tablo-1).

Tablo 1. 1955-2016 yılları arasında gerçekleşen güneş döngüleri boyunca oluşan toplam enerji ve bu dönemlerde yanan orman alanları (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>, OGM, 2017)

Table 1. The energy generated during the solar cycle between 1955-2016 and the burned areas during these periods

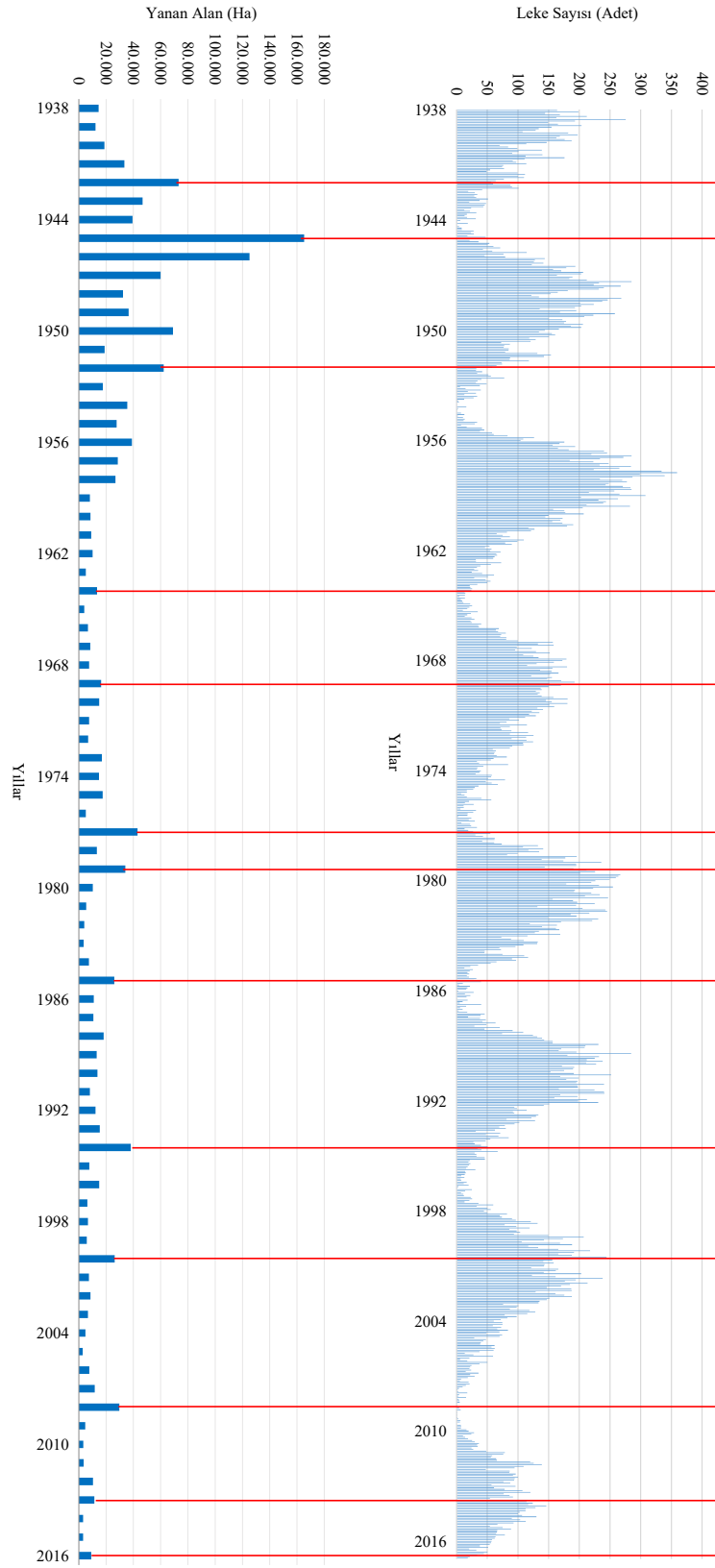
Dönem (Yıllar)	Toplam güneş radyasyonu (Güneş Leke Sayısı)	Toplam yanan alan miktarı (Ha)
1955-1964	16.244	176.593
1965-1976	12.061	126.839
1977-1986	13.894	158.136
1987-1996	12.644	152.229
1997-2009	12.204	129.340
2010-2016	6.083	44.332



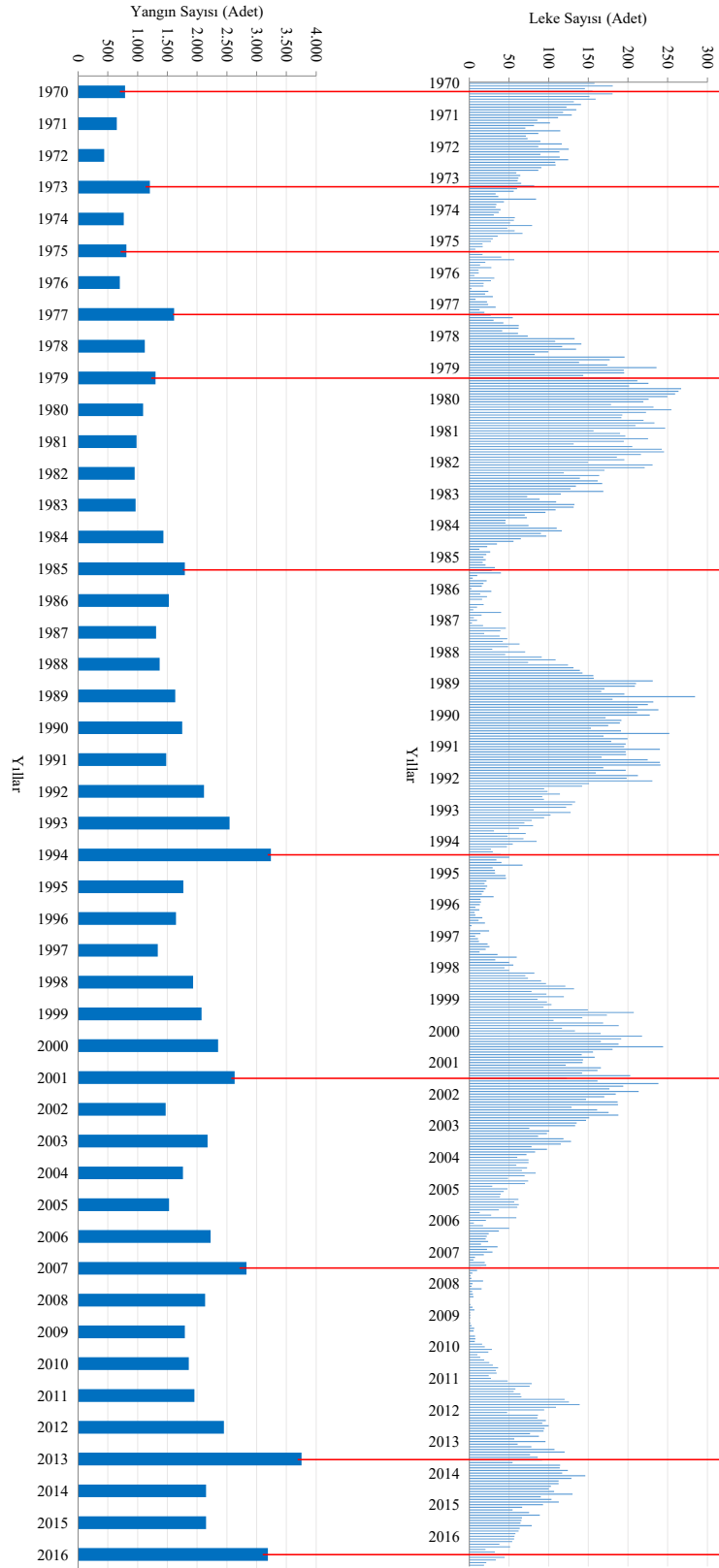
Şekil 4. 1937-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının adet olarak güneş döngüsü verileri ile karşılaştırılması (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>, OGM 2017)

Figure 4. Comparison between number of forest fires and solar cycle data between 1937-2016



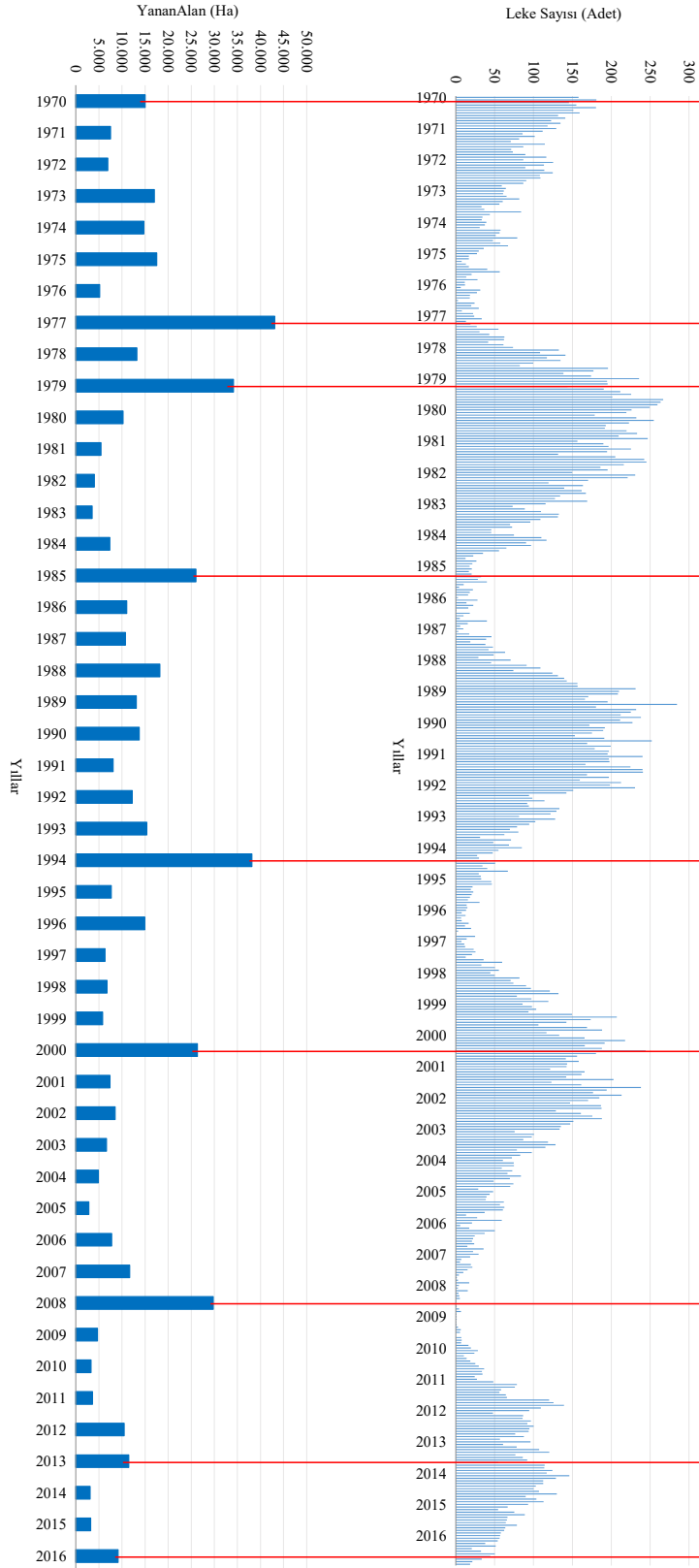


Şekil 5. 1937-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının alan olarak güneş döngüsü verileri ile karşılaştırılması (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>, OGM 2017:26)  
 Figure 5. Comparison between burned area and solar cycle datas between 1937-2016

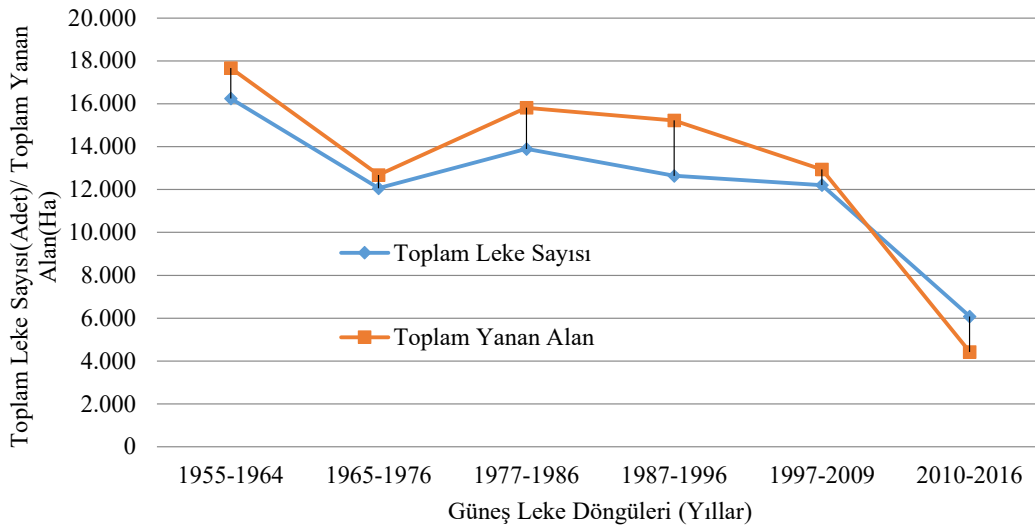


Şekil 6. 1970-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının adet olarak güneş döngüsü verileri ile karşılaştırılması (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>, OGM, 2017)

Figure 6. Comparison between number of forest fires and solar cycle data between 1970-2016



Şekil 7. 1970-2016 yılları arasında çıkan orman yangınlarının alan olarak güneş döngüsü verileri ile Karşılaştırılması (<http://www.sidc.be/silso/datafiles>, OGM, 2017)  
 Figure 7. Comparison between burned area and solar cycle data between 1970-2016



Şekil 8. “Dönemsel toplam güneş leke sayısı” ile “Güneş döngüsü” baz alınmış “Dönemsel toplam yanan orman alanı miktarı” ilişkisi ([http://www.sidc.be/silso/datafiles\\_-OGM](http://www.sidc.be/silso/datafiles_-OGM), 2017)  
Figure 10. Relationship between Cyclic Total Number of Sunspots and Total Burned Forest Area Based on Solar Cycle

Döngü bazlı olarak hesaplanan toplam güneş radyasyonunu ifade eden güneş leke sayıları ile aynı dönem için hesaplanan toplam yanan orman alanı arasındaki korelasyon katsayısı ;

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

= + 0,983 olarak hesaplanmıştır.

Formüde, x: Toplam güneş radyasyonunu ifade eden dönemsel güneş leke sayıları (adet) serisini,

y: Aynı dönemler için hesaplanan toplam yanan orman alanı (Ha) serisini ifade etmektedir.

(PEARSON Korelasyon Metodunda, 0,80-1,00: arası değerler çok güçlü bağıntıyı ifade eder)

Yüksek enerjiye sahip döngüleri kapsayan yıllarda toplam olarak daha büyük orman alanları zarar görürken, düşük enerjiye sahip döngüleri kapsayan yıllarda ise daha küçük orman alanları zarar görmüştür. 2010-2016 yıllarını kapsayan döngü (Güneş Döngüsü-24) henüz tamamlanmamış olduğu için, 31 Aralık 2016 tarihine kadar üretilen toplam enerji ile aynı tarihe kadar çıkan toplam orman yangını verileri karşılaştırılmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Dünyaya ulaşan enerjideki ani değişimler, özellikle güneş döngüsünün minimum ve maksimum noktalarında kararsız hava hallerine ve dolayısıyla

la ani ve şiddetli rüzgarlara neden olabilmektedir. Büyük orman yangınlarının en önemli sürücüsü olan ani ve güçlü rüzgarlar, kararsız hava hallerinin yaşandığı dönemlerde büyük ve ani basınç farkları sebebiyle oluşmaktadır. Böylesine meteorolojik açıdan riskli zamanlarda çıkan orman yangınlarının, yanıcı maddenin sürekliliği de mevcut ise mücadele gücü ne olursa olsun kontrol altına alınabilmesi mümkün olmamaktadır. Kararsız koşullar nedeniyle süreç içerisinde birçok alçak ve yüksek basınç noktası oluştuğundan, orman yangını esnasında rüzgar yönünün ve dolayısıyla yangının ilerleme yönünün sürekli değişmesi de mümkün olabilmektedir. Böyle bir yangın ancak doğal bir engelle karşılaştığında yani önündeki yanıcı madde tükendiğinde kendiliğinden çökerek kontrol altına alınabilmektedir.

Bulgularımıza göre; güneş radyasyon değişimini temsilen kullanılan güneş leke döngüsü verileri, atmosferik kararsızlık dönemlerinin önceden tahmin edilebilmesine ve dolayısıyla orman yangınları açısından riskli yılların çok önceden tahminine olanak verebilir.

Çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, döngünün minimum ve maksimum noktalarına denk gelen yıllarda orman yangınları için daha fazla tedbir alınması gerektiği açık bir gerçektir.

Bulgulara göre güneş radyasyonu “toplam enerji” bakımından da her dönem farklılıklar göstermiştir. Yüksek enerjili döngülerde çok daha büyük yangınların gerçekleştiği; düşük enerjili döngülerde

ise yangın sayısının ve yangın büyüklüklerinin çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bu durumda 10-12 yıllık dönemleri kapsayan güneş radyasyon döngüleri boyunca hangi dönemin orman yangınları açısından daha tehlikeli geçeceğini tespit etmek mümkündür. Orman yangınları ile mücadelede orta ve uzun vadeli programlar yapılırken bu tespitlerin göz önünde bulundurulması büyük önem arz edecektir. Özellikle bütçe planlamaları ve önceden alınacak tedbirler açısından bu öngörülerin dikkate alınması uygun olacaktır.

### Kaynaklar

Aguado, I., Chuvieco, E., Martín, P. and Salas, J., 2002. Assessment of forest fire danger conditions in southern Spain from NOAA images and meteorological indices. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 1664.

Bilgili, E., 2003. Stand development and fire behavior. *Forest Ecology and Management*, 179: 333-339.

Cramer, O.P., 2004. Recognizing weather conditions that affect forest fire behavior. *Fire Management Today*, V.64(1): 29-33.

Flannigan, M.D. and Wotton, B.M., 2001. *Climate, weather and area burned In: Forest fires*. New York Academic Press, NY pp. 351-373.

Gomes J.F., Radovanovic M., 2008. Solar activity as a

possible cause of large forest fires-a case study: analysis of the Portuguese forest fires. *Science of the Total Environment*, 394(1):197-205

Küçük Ö., Bilgili E., Sağlam B., 2008. Estimating crown fuel loading for calabrian pine and Anatolian black pine. *International Journal of Wildland Fire*, 17:147-154.

Küçük Ö., Bilgili E., Sağlam B., Başkaya Ş., Dinçdurmaz B., 2007. Some Parameters Affecting Fire Behavior in Anatolian Black Pine Slash. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32(2): 121-129.

OGM (Orman Genel Müdürlüğü), 2017. Orman Yangınları Değerlendirme Raporu, S 26.

Rollo, T., 2004. Atmospheric stability forecast and fire control. *Fire Management Today*, 64(1):56-58

Saglam, B., Bilgili, E., Küçük, Ö., Durmaz, B.D., 2008. Fire behavior in Mediterranean shrub species (Maquis). *African Journal of Biotechnology*, 7 (22): 4122-4129

Sunspot Numbers | SILSO. (n.d.). Retrieved from <http://www.sidc.be/silso/datafiles> (Erişim: 01.10.2017)

Zhou, X., Mahalingam S., Weise, D., 2007. Experimental study and large eddy simulation of effect of terrain slope on marginal burning in shrub fuel beds. *Proceedings of the Combustion Institute*, 31: 2547-2555.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/sunearth/news/gallery/april2013-ssn\\_predict\\_1.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/news/gallery/april2013-ssn_predict_1.html). Erişim : (01.10.2017)

## Organik madde, yavaş çözünen gübre ve fidan sıklığının dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) fidanlarının çap ve boy gelişimine etkileri

Cemal FİDAN (Orcid: 0000-0002-9964-8637)<sup>1\*</sup>, Hazin Cemal GÜLTEKİN (Orcid: 0000-0003-4214-6561)<sup>2</sup>,  
Hülya TAMYÜKSEL (Orcid: 0000-0001-6853-922X)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İZMİT

<sup>2</sup>Emekli Araştırmacı, İZMİT

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: [cemalfidan@ogm.gov.tr](mailto:cemalfidan@ogm.gov.tr), Geliş Tarihi/Recived: 27.07.2017, Kabul Tarihi /Accepted: 20.11.2017

### Öz

Bu çalışma ile su basar taban arazilerin ağaçlandırılmasında kullanılmak üzere İzmit Orman Fidanlığında, birim alandan en fazla sayıda standart fidan (SF) elde edilmesi amaçlanmıştır. Kök boğazı çapı (KBÇ)  $\geq 0,8$  cm ve fidan boyu (FB)  $\geq 70$  cm olan 1+0 yaşlı ve çıplak köklü Dar yapraklı dişbudak (DYD) fidanları SF olarak kabul edilmiştir. Bu maksatla organik madde miktarı (OMM), gübre ve fidan yetiştirme sıklığı (FYS) faktör olarak ele alınıp incelenmiştir. Denemede OMM ana işlem olarak ele alınmış ve 150 m<sup>2</sup>'lik fidan yetiştirme yastığına 2 m<sup>3</sup> (OMM-2), 1 m<sup>3</sup> (OMM-1) ve organik madde (OM) ilavesi olmayan (OMM-0) olmak üzere farklı 3 doz olarak uygulanmıştır. Gübreleme işleminde yavaş çözünen gübre (YÇG) kullanılmış, OM işlem parselleri bölünmek suretiyle gübreli (GL) ve gübresiz (GS) olarak tatbik edilmiştir. FYS ise metre karede; 100, 75, 50 ve 25 fidan olacak şekilde 4 seviyeli olarak uygulanmıştır. Birim alandan SF elde edilmesi konusunda FYS ve OMM istatistiki olarak anlamlı (P<0,05) bulunurken, gübreleme anlamsız çıkmıştır. Ortalamaların karşılaştırıldığı Duncan Testi'ne göre, birim alandan en fazla SF üretimi gübresiz OMM-2 işlem parselinden elde edilmiştir. Bu işlem parselinin 100, 75, 50 ve 25 fidan sıklıklarından elde edilen SF adedi sırasıyla; 40a, 43a, 35a ve 17b olarak bulunmuştur. İlk üç sıklıktan elde edilen SF adedi istatistiki anlamda farksız olmakla birlikte, en düşük sıklığın daha ekonomik olacağı düşüncesiyle metre karede 50 adet fidan işlemi önerilebilir. Benzer şekilde GS+OMM-1 ve GS+OMM-0 işlem parsellerinden elde edilen ortalama SF sayıları istatistiki olarak farksız olduğundan, bu işlem parselleri için 25 fidan sıklığı önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Dar yapraklı dişbudak, fidan yetiştirme sıklığı, kaliteli fidan, organik madde, yavaş çözünen gübre

## Effects of organic matter, slow-release fertilizer and seedling density to diameter and height development of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) seedlings

### Abstract

The aim of the study was to obtain maximum quantity of standard seedling (SS) per unit area in Izmit Forest Nursery to use in the bottomland ash (*Fraxinus angustifolia*) plantations. In this context, SS was described as 1+0 age of bare-root ash seedlings with root collar diameter greater than 0.8 cm and seedlings' height over 70 cm. Organic matter (OM) was applied as main treatment with the rates of 0 m<sup>3</sup> (no organic matter addition), 1 m<sup>3</sup> and 2 m<sup>3</sup> per 150 m<sup>2</sup>. Slow-release fertiliser (SRF) was used and organic matter (OM) was applied as fertilised (F) and non-fertilised (NF) by dividing the plots. Seedling density (SD) was planned and applied at 4 levels as 25, 50, 75 and 100 seedlings per square meter. According to analysis of variance, SD and OM application rates were significant while application of SRF was non-significant. Duncan Multiple Comparison Test was used to compare the mean values of SS. The maximum SS production was obtained from 2 m<sup>3</sup> OM. The numbers of SS obtained from the densities of 100, 75, 50 and 25 were 40a, 43a, 35a and 17b respectively. The numbers of SS obtained from the first three densities were not statistically different. However, since it's considered that the least density would be more economic, 50 seedlings per square meter could be suggested for 2 m<sup>3</sup>. Accordingly as the numbers of SS obtained from non-fertilised plots OM-1 and OM-0 were not statistically different 25 seedlings per square meter is suggested for these plots.

**Keywords:** Narrow-leaved ash, quality seedling, organic matter, seedling density, slow-release fertiliser

To cite this article (Atıf): Fidan, C., Gültekin, H., Tamyüksel, H. (2017). Effects of organic matter, slow-release fertilizer and seedling density to diameter and height development of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) seedlings. Ormanlık Araştırma Dergisi, 4 (2), 143-151. DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.331301>

## 1. Giriş

İnsanlar çalıştıkları alanlarda birçok problemle karşılaşmaktadırlar. Ormancılık faaliyetleri çoğunlukla açık alanlarda yapıldığından çevresel faktörlerin etkilerine maruz bulunmakta ve bu yönüyle çalışanlar daha fazla problemle karşılaşabilmektedirler. Diğer taraftan ülkemiz çok farklı iklim özelliklerinin bulunduğu ve değişik ekolojik koşulların hakim olduğu ortamları barındırmaktadır. Ormancılıkta teknik anlamda başarılı çalışmalar yapılabilmesi, bölgesel özelliklerin ve yerel koşulların iyi tanınmasına bağlı bulunmaktadır. Özellikle fidanlık çalışmalarında, başta fidanlığın yer aldığı bölgenin iklim özellikleri olmak üzere toprak, taban suyu, sulama suyu, yabancı otlar, drenaj durumu ve yetiştirilecek bitkilerin yetişme ortamı isteklerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle, fidanlık çalışanlarının uzun süre aynı yerde görev yapması önem arz etmektedir. Nitekim bu hususta Gültekin (2014), ormancılıkta, özellikle de ağaçlandırma ve fidanlık çalışmalarında özel bilgi üretiminin zorunlu olduğunu, başarının yerel bilgi üretimi ve onların paylaşılmasıyla gerçekleşebileceğini belirtmektedir.

Ağaçlandırma çalışmalarının başarısında, türün fidanlık tekniğinin, fidanlıkta uygulanan kültürel işlemlerin ve buna bağlı olarak fidan kalitesinin taşıdığı önem bilinmektedir. Tolay (1994), kaliteli fidan yetiştirebilmek için birbirine yakın çap ve boylara sahip fidanlar elde etmek gerektiğini belirtmektedir. Bu hususta başarı sağlayabilmek için ise tohumun tohum kaynaklarından (tohum meşcereleri, tohum bahçeleri gibi) toplanması, fidan parsellerinde homojen yetiştirme işlemlerinin (homojen toprak işleme, gübreleme, ekim, bakım, sulama vb.) uygulanması hususlarına dikkat edilmesinin gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Fidan kalite standartlarının belirlenmesinde her ne kadar yetiştirilen fidanların kök boğazı çapı (KBÇ), fidan boyu (FB), ince kök sayısı ve kuru kök ağırlığının fazla olması, kök-gövde oranının büyük olması belirleyici ise de, ağaçlandırılacak arazinin koşulları da önemli rol oynamaktadır. Kurak mıntikalarda kök-gövde oranı yüksek ve nispeten küçük boylu fidanlar daha başarılı olurken, yağışı yüksek ve su basar nitelikteki arazilerde yoğun diri örtünün daha hızlı baskılanması ve bakım masraflarının azaltılmasında KBÇ nispeten daha kalın ve boylu fidanlar daha başarılı olmaktadır (Çiçek ve ark. 2006a, 2007a, 2007b). Nitekim bu hususta Tolay (1978) fidan kalite standartları belirlenirken, fidanların dikileceği alanlarda gerekli ön inceleme ve testler yapıldıktan sonra fidan kalite kıstaslarının belirlenmesinin daha doğru olacağını ifade etmektedir. Tolay (1983), Lavender (1976)'ya

atfen, kalite standartlarının belirlenmesinde genellikle morfolojik özelliklerin dikkate alındığı ve bu hususta ana kıstas olarak gövde uzunluğu ve kök boğazı çaplarının kullanıldığını belirtmektedir.

Günümüzde kaliteli fidan amaca uygun fidan olarak tanımlanmaktadır (Gültekin, 2014). Ülkemizde son zamanlarda endüstriyel ağaçlandırmalara hız verilmiş, ağaç türleri ve orman bölge müdürlükleri bazında endüstriyel ağaçlandırmaya uygun alanlar belirlenmiştir. Belirlenen bu türler içerisinde Dar yapraklı dişbudak (DYD) ağaç türü de bulunmaktadır. Bu maksatla Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü, Hendek ve Akyazı orman işletme müdürlüklerinde toplam 1000 ha saha endüstriyel ağaçlandırmalar için ayrılmıştır. Sakarya Nehrinin Karadeniz'e dökülen deltasında yer alan bu sahalar, su basar nitelikte olup çok yoğun ve boylu diri örtü barındırmaktadırlar. İzmit Orman Fidanlığında yetiştirilen ve çalışmamızın konusu olan 1+0 yaşlı ve çıplak köklü DYD fidanları, su basar nitelikteki taban arazilerin ağaçlandırılmasında kullanılmaktadır. Bu arazilerde son derece boylu ve yoğun diri örtü problemi bulunmaktadır. Bu tip sahaların ağaçlandırılmasında boylu fidan kullanılması, diri örtü rekabeti ve kültür bakım maliyetlerinin azaltılması bakımından önemli görülmektedir (Tolay, 1983; Çiçek ve ark. 2007a; Çiçek ve ark., 2011). Diğer taraftan, ağaçlandırma çalışmalarında dikilen fidanların başarısında KBÇ'nin en yüksek korelasyonu verdiği belirlenmiştir (Clark and et all, 2010; Schmidt-Vogt, 1981).

İzmit Orman Fidanlığında yürütülen bu çalışma ile birim alandan en fazla sayıda 1+0 yaşlı, çıplak köklü, KBÇ  $\geq 0,8$ cm ve FB  $\geq 70$ cm olan DYD fidanlarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla, 3 doz OM, 2 doz kimyasal gübre (gübreli ve gübresiz) ve 4 farklı FYS (100, 75, 50 ve 25 fidan/m<sup>2</sup>) işlem olarak uygulanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma materyalinin tanıtımı

#### 2.1.1. Deneme alanının tanıtımı

Çalışmanın gerçekleştirildiği İzmit Orman Fidanlığı, ortalama 10 m yükseltide, 29°54' doğu boylamı ile 40°46' kuzey enlemi arasında düz bir arazide yer almaktadır. Deneme alanının tesis edildiği fidanlık sahası taban arazide ve genç alüvyon topraklardan oluşmaktadır. Toprak tahlil raporlarına göre toprak türü; tozlu balçık olup, pH değeri 7,30-8,10 arasında değişen topraklar hafif ve orta derece alkalin sınıfına girmektedir. Az kireçli olan toprakların CaCO<sub>3</sub> içeriği %0,33-1,66 arasında değişmektedir. Deneme alanı işlem par-

sellerinde öngörülen miktarlarda humus karıştırıldıktan sonra toprak numunesi alınmış ve analizler yapılmıştır. Kontrol parselindeki organik madde içeriği ortalama %5,31 bulunmuştur (Tablo 1). Yörenin yıllık ortalama sıcaklığı 14,5°C olup, aylık en yüksek sıcaklık ortalaması 29,2°C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ortalaması ise 2,8°C ile Ocak ayında görülmektedir. Yörenin yıllık ortalama yağış miktarı 771,7 mm dir. En az yağış alan ay, ortalama 36,8 mm ile Ağustos ayıdır (Kılıçaslan ve ark., 2005).

### 2.1.2. Deneme materyalinin hazırlanması ve deneme alanında uygulanan kültürel işlemler

Denemede Kavakçılık yerleşkesi ve İzmit Orman Fidanlığındaki Dar yapraklı dişbudak (DYD) ağaçlarından toplanan tohumlar kullanılmıştır. Ekim ayında toplanan tohumlar iki aylık (Ocak ortası-Mart ortası ) soğuk ıslak katlamaya alındıktan sonra mart ayının ikinci yarısında hazırlanan yastıklara ekilmiştir. Tohum ekimi için İzmit Fidanlığında 150 m uzunluğunda yan yana üç yastık kullanılmıştır. Organik madde miktarı ile ilgili işlem parselleri, her bir yastığa farklı bir doz gelecek şekilde

humus ilave edilerek oluşturulmuştur (Şekil 1). Bu işlem parselleri sırasıyla; 1) humus ilavesi olmayan ya da kontrol (OMM-0), 2) 1 m<sup>3</sup> humus ilave edilen (OMM-1) ve 3) 2 m<sup>3</sup> humus ilave edilen (OMM-2) parselleridir. Deneme alanı işlem parsellerinde öngörülen miktarlarda humus karıştırıldıktan sonra toprak numunesi alınmış ve analizler yapılmıştır. Kontrol parselindeki organik madde içeriği ortalama %5,31 bulunmuştur (Tablo 1). Ana faktör olarak uygulanan farklı OMM işlemleri ikiye bölünmek suretiyle gübreli (GL) ve gübresiz (GS) olmak üzere iki seviyeli olarak tatbik edilmiştir. Gübre olarak yavaş çözünen (üç ay) ozmokot gübre kullanılmıştır. Bölünmüş parseller üzerinde metrekarede 100, 75, 50 ve 25 adet fidan (af) olmak üzere 4 farklı FYS işlemi uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarda, Dar Yapraklı Dişbudağın fidan yetiştirme sıklığının ağaçlandırmalar için metrekarede 50-100, özel amaçlı kullanımlar için ise 30-50 adet arasında olmasının gerektiği belirtilmiştir (Gültekin, 2014). Çalışmamızda esas itibarıyla ortam verimliliğine göre FYS'nin değişip değişmediği incelendiğinden, FYS'de kontrol işlemine yer verilmemiştir.



Şekil 1. Yastıklara organik madde karıştırılması  
Figure 1. Mixing organic matter to nursery seedbed

Tablo 1. Organik madde (humus) ilave edildikten sonra 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ile ilave edilen humus ve gübrenin analiz değerleri  
Table 1. Analyzes results of soils sampled from the depth of 0-30 cm after organic matter (humus) addition

Analiz edilen madde	CaCO <sub>3</sub> %	EC mS/cm	pH	OM %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	FSK %	Değiştirilebilir katyon			
								Ca <sup>++</sup> me/100g	Mg <sup>++</sup> me/100g	K <sup>+</sup> me/100g	Na <sup>+</sup> me/100g
OMM-0	0,52	0,44	7,73	5,31	0,10	8,77	18,79	2496,14	128,85	97,80	58,57
OMM-1	0,69	0,61	7,83	7,27	0,14	8,73	19,98	2585,46	135,57	158,35	57,11
OMM-2	1,15	0,67	7,72	8,78	0,18	9,05	21,32	2677,15	132,76	182,88	55,77
Humus	1,21	2,05	6,82	43,81	0,89	12,49		3.042,25	159,41	2.129,00	83,32
Gübre					12,00	12,00		4,10	1,20	12,00	

OMM-0: Humus ilavesi olmayan parsel, OMM-1: 1m<sup>3</sup> humus ilave edilen parsel, OMM-2: 2m<sup>3</sup> humus ilave edilen parsel, CaCO<sub>3</sub>: Kalsiyum karbonatı, EC: Elektriksel iletkenliği, pH: Toprak reaksiyonunu, OM: Organik maddeyi, N: Azotu, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Fosforu, FSK: Faydalanılabilir su kapasitesini, Ca: Kalsiyumu, Mg: Magnezyumu, K:Potasyumu, Na: Sodyumu ifade etmektedir.



Tohum ekimi için fidanlıklarımızda yapraklı türlerin yetiştirilmesinde uygulanan yastıkta 5 sıralı çizgi ekimi yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3). Mayıs



ayının ikinci yarısında işlem yastıklarında öngörülen sayıda fidan bırakılacak şekilde tekleme yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 2. Yastıkların tohum ekimi için hazırlanması (solda), fidan seyreltme çalışmaları (sağda)  
Figure 2. Seedbed preparation for sowing (left), thinning of seedling (right)

### 2.1.3. Arazi Çalışmaları ve Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Vejetasyon dönemi sonunda (kasım-aralık) işlem parsellerindeki tüm fidanların KBC yerden yaklaşık 2,5 cm yükseklikten milimetre hassasiyetindeki kumpasla, FB ise yerden tepe tomurcuğu arasındaki kısım santimetre hassasiyetindeki boy ölçerler ile ölçülmüştür. Araştırma çalışması faktöriyel olarak; 1- FYS (4 seviyeli), 2- OMM (3 seviyeli), ve 3- gübre (2 seviyeli) olmak üzere üç tekrarlı olarak bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırmada tek bağlı değişken olarak SF adedi kullanılmıştır. Bu nedenle işlem parsellerindeki SF adedinin belirlenmesinde  $KBC \geq 0,8$  cm ve  $FB \geq 70$  cm olan 1+0 yaşlı ve çıplak köklü DYD fidanları esas alınmıştır. Yüzde ve adet cinsinden değerlerin normal dağılım gösterme olasılıklarının düşük olduğu ve bu tür değerlere karekök dönüşümünün uygulanarak analiz edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Ercan, 1997). İşlem parsellerinden elde edilen SF değerleri adet cinsinden olduğu için karekök dönüşümleri sağlanarak istatistikî analizleri yapılmıştır. Verilerin analizinde “Tarımsal İstatistik (TARİST)” paket programı kullanılmıştır. Model olarak ise bu programın faktöriyel analizler altında bulunan tesadüf bloklarının 13 numaralı modeli (bölünmüş parseller modeli) seçilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. FYS'nin birim alandan en fazla sayıda standart fidan elde edilmesine etkisi

Yapılan varyans analizine göre, FYS standart fidan (SF) elde edilmesi konusunda  $P=0,0002$  ola-

sılık seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Tablo 2). Ortalamaların karşılaştırıldığı Duncan Testi'ne göre birim alandan SF elde edilmesi konusunda FYS etkili bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Birim alandan en fazla SF üretimi gübresiz ve  $2 \text{ m}^3$  organik madde ilavesi olan (OMM-2) işlem parsellerinden elde edilmiştir. Bu işlem parsellerinde yetiştirilen SF adedi 100, 75, 50 ve 25 fidan sıklıkları için sırasıyla; 40a, 43a 35a ve 17b olarak bulunmuştur (Şekil 3). Gübreli işlem parsellerinde en fazla SF üretimi OMM-2 işlem parselindeki  $75 \text{ af/m}^2$  sıklığından elde edilmiştir. Gübreli işlem parsellerinde en fazla SF üretimi sırasıyla; OMM-2/ $75 \text{ af/m}^2$ , OMM-1/ $75 \text{ af/m}^2$  ve OMM-0/ $100 \text{ af/m}^2$  işlem parsellerinden 32, 27 ve 22 adet fidan olarak elde edilmiştir.

#### 3.2. YÇG'nin birim alandan en fazla sayıda SF elde edilmesine etkisi

Yapılan varyans analizine göre gübreleme işlemi SF elde edilmesi konusunda istatistikî anlamda etkili bulunmamıştır. Ancak, elde edilen grafikler incelendiğinde (Şekil 3), OMM azaldıkça gübrenin etkisinin arttığı görülmektedir. Gübrelemenin nispeten daha etkili olduğu OM ilavesi yapılmayan ancak, gübre uygulanan (OMM-0+GL) işlem parselleri dikkate alındığında, incelemeye konu edilen tüm yetiştirme sıklıklarında gübrelemenin etkili olmadığı ve tüm sıklıkların tek bir grupta toplandığı görülmektedir (Tablo 3).

#### 3.3. OM miktarının birim alandan en fazla sayıda SF elde edilmesine etkisi

Yapılan varyans analizine göre, OM miktarı SF elde edilmesi konusunda  $P=0,044$  olasılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Tablo 2). FYS dikka-

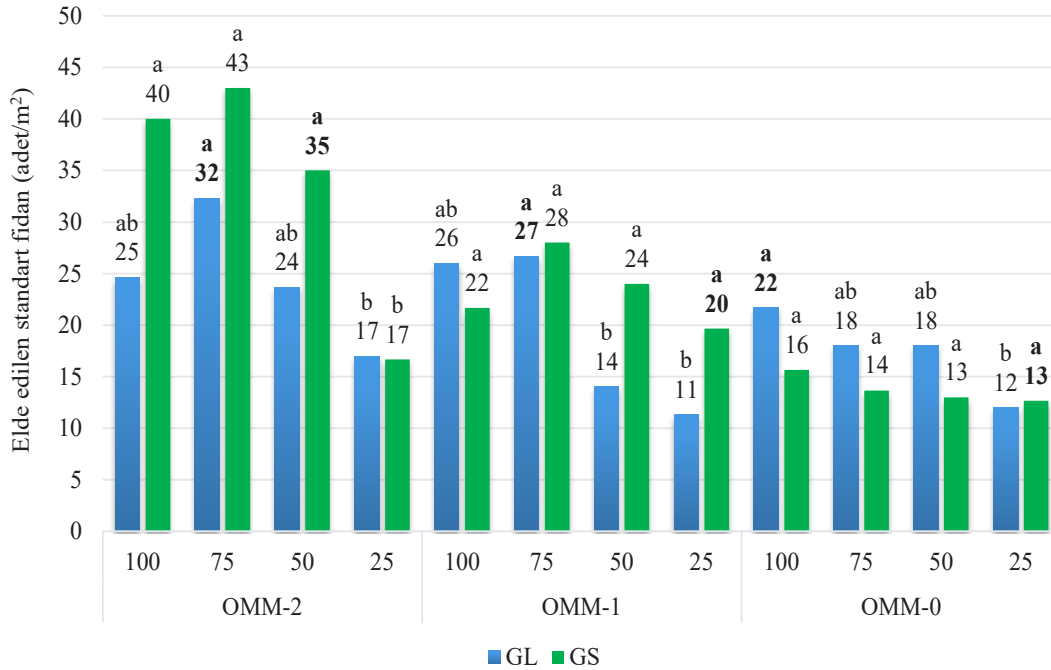
te alınmadan yapılan değerlendirmede gübresiz parsellerde OM miktarının birim alandan SF elde edilmesi konusunda etkili olduğu belirlenmiştir (P<0,05; Şekil 4). Buna göre gübresiz OMM-2, OMM-1 ve OMM-0 işlem parsellerinden elde edilen SF adedi sırasıyla; 34a, 23ab ve 14b olarak bulunmuştur. FYS dikkate alındığında ise gübre-

siz OMM-2 işlem parsellerinde 100, 75 ve 50 af/ m<sup>2</sup> sıklıkları aynı grupta yer almış ve istatistiki anlamda farksız çıkmış, ancak bu sıklıklar 25af/ m<sup>2</sup> sıklığına göre farklı bulunmuşlardır. Gübresiz OMM-1 ve OMM-0 işlem parsellerinde ise anlamlı fark çıkmamıştır (Şekil 3).

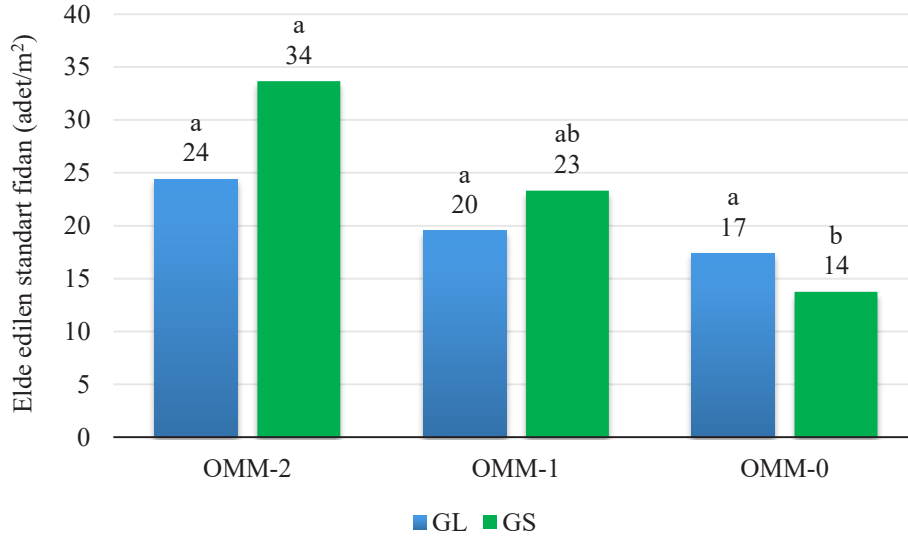
Tablo 2. Gübre, OMM ve FYS işlemlerinin SF elde edilmesi konusundaki etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 2. ANNOVA test results for the effects of organic matter, fertilizer and seedling density on achieving standard seedling

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F	Alfa tipi hata
Tekerrur	2	0.563	0.282	2.322ns	0.3010
Gübre (G)	1	0.001	0.001	0.007ns	0.8986
Hata-1	2	0.243	0.121		
OMM	2	20.287	10.144	4.712*	0.0440
G*OMM	2	7.191	3.595	1.670ns	0.2473
Hata-2	8	17.221	2.153		
FYS	3	15.765	2.255	9.787***	0.0002
G*FYS	3	0.076	0.025	0.047ns	0.9810
OMM*FYS	6	7.604	1.267	2.360*	0.0499
G*OMM*FYS	6	4.390	0.732	1.363ns	0.2554
Hata	36	19.330	0.537		
Genel	71	92.670	1.305		

ns = önemsiz (not significant), \* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5), \*\* = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1), \*\*\* = önemli %0.1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %0.1)



Şekil 3. Birim alandan SF elde edilmesinde FYS, OMM ve YÇG'nin etkisi  
Figure 3. Effects of OM, SRF and SD on the production of standard seedling from a certain unit area



Şekil 4. FYS dikkate alınmadan birim alandan SF elde edilmesinde OMM ve gübrenin etkisi  
Figure 4. Effects of organic matter and fertilizer on the production of standard seedling

### 3.4. İşlem Etkileşimlerine İlişkin Bulgular

Yapılan varyans analizine göre 3 faktörlü işlem etkileşimi (OMM\*G\*FYS) ile gübre faktörünün yer aldığı ikili etkileşimler anlamsız, OMM\*FYS etkileşimi ise anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Ortalamaların karşılaştırıldığı Duncan Testine göre ise bu farklılıklar gübreli OMM-2, OMM-1, gübresiz OMM-2 ve gübreli OMM-0 işlem parsellerinde oluşmuştur. Gübreli OMM-2 ve OMM-1 işlem parsellerinin ikisinde de en fazla SF 75 fidan/m<sup>2</sup> sıklığından elde edilmiştir. Gübreli işlem parsellerinden elde edilen SF adet değerleri fazladan aza doğru: GL+OMM-2 işlem parseli için; 75 (32a), 100 (25ab), 50 (24ab), 25 (17b), GL+OMM-1 işlem parseli için; 75 (27a), 100 (26a), 50 (14b), 25 (11b) ve OMM-0 işlem parseli için ise 100 (22a), 75 (18ab), 50 (18ab) ve 25(12b) olarak bulunmuştur (Şekil 3). Gübresiz OMM\*FYS etkileşimi ise OMM-2 işlem parselinde oluşmuştur. Bu işlem parselinden elde edilen SF adedi fazladan aza doğru; 75 (43a), 100(40a), 50(35a) ve 25(17b) olarak bulunmuştur.

## 4. Tartışma ve Sonuç

### 4.1. FYS'nin SF elde etme bakımından değerlendirilmesi

İzmit Orman Fidanlığında yetiştirilen fidanların Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan, yoğun ve boylu diri örtü problemi olan su basar nitelikteki taban arazilerin ağaçlandırılmasında kullanılacağı için, SF yetiştirme ön koşulu olarak kök boğazı çapının en az 0,8 cm, boyunun da en az

70 cm olması öngörülmüştür. Bu hususta Çiçek ve ark (2007a; 2011), DYD ağaçlandırma alanlarında çok yoğun ve boylu diri örtü sorunu bulunduğu, düşük yastık sıklıklarında yetiştirilmiş boylu fidanların kullanılmasının, dikim sonrası bakım masraflarının azaltılması ve diri örtü ile rekabete avantaj sağlanması açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, fidan kalitesi bakımından boydan ziyade kök boğazı çapı daha çok önem arz etmektedir. Nitekim ağaçlandırma çalışmalarında, dikilen fidanların başarısına, KBC'nin en yüksek korelasyonu verdiği belirlenmiştir (Clark and et all, 2010; Schmidt-Vogt, 1981). Eyüboğlu (1975) yaptığı çalışmada fidan boylarının fidan sıklığı ile değişmediğini, Özdemir (1971) ise fidan boylarının sıklıkla doğru orantılı olarak yükseldiğini, kök boğazı çaplarının ise fidan sıklığı arttıkça azaldığını belirtmiştir. Yapılan diğer bazı çalışmalarda, büyük boyutlu fidanların yaşama ve büyümeyi artırdığı belirlenmiştir (Clausen 1963, Funk et al. 1974, Belanger ve McAlpine 1975, Howell ve Harrington 1988). Taban arazilerdeki yetiştirme ortamlarında yürütülen gençleştirme ve yeni orman kurma çalışmalarında farklı boyutlardaki (30-70 cm) fidanların kullanılabilmesi, ancak bu yetiştirme ortamlarındaki yoğun ve boylu diri örtüye karşı büyük boyutlu fidan kullanımının avantaj sağlayabileceği belirtilmektedir (Çiçek ve Yılmaz 2006).

Bu çalışmada, yastıklara farklı miktarlarda organik madde ilave edilerek farklı besleme gücüne sahip ortamlar oluşturulmuş ve birim alandan daha fazla sayıda SF (KBC  $\geq 0,8$  cm ve FB  $\geq 70$  cm) elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Elde edilen veriler

bu yönüyle değerlendirildiğinde, yetiştirme ortamının (yastık) OM içeriği arttıkça daha yüksek yetiştirme sıklıklarından daha fazla SF elde edilebildiği görülmektedir (Şekil 3). Şekil 3, OMM-2 ve OMM-1 işlem parsellerinde birim alanda 100, 75 ve 50 adet fidan yetiştirme sıklığından elde edilen SF adetleri karşılaştırıldığında, gübresiz OMM-2'deki SF adetlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bir diğer anlatımla, FYS fidan yetiştirilen ortamın besleme gücüne göre değişebilmektedir. Nitekim Gültekin (2014), DYD ağaçlandırmaları için fidan yetiştirme sıklığını metrekarede 50 ila 100 fidan olarak belirtmektedir. Ancak, fidan yetiştirme ortamı aşırı zenginleştirildiğinde olumsuz etki oluşabilmekte ve SF sayısı azalabilmektedir (Şekil 3). Benzer şekilde FYS arttıkça SF adedi belli sıklığa kadar artmakta, ancak sonra azalmaktadır. Bu durum gübresiz OMM-2 ve OMM-1 işlem parselinde bariz bir şekilde görülmektedir (Şekil 3).

#### 4.2. OM miktarının etkisinin değerlendirilmesi

Bitki beslenmesinde ve toprak strüktüründe OM çok önemli rol oynamaktadır. Topraktaki organik maddenin kaynağı bitki artıklarıdır. Bitkilerin %40'ını kökler oluşturmaktadır. Toprak üstü kısmı hasat edilen bitkilerin, toprak içerisinde bulunan kökleri, OM olarak bir sonraki ürünün yetiştirilmesi için gerekli olan besin maddelerini sağlamakta ve strüktürü düzenlemektedir. Ancak, fidanlıklarda yetiştirilen fidanlar kökleriyle beraber söküldüğünden, topraktaki OM miktarı eksilmektedir. Bu nedenle fidanlık topraklarında oluşan OM açığının karşılanması için, yeşil gübreleme amacıyla ekim yapılması, ya da OM ilavesi gerekmektedir (Warkentin, 1984).

Yaptığımız çalışmada OMM'nin birim alandan SF elde edilmesinde önemli olduğu görülmüştür. Fidan yetiştirme sıklığı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmeye göre, ortamdaki OM miktarının artışına paralel olarak, birim alanda üretilen SF sayısı da artmıştır (Şekil 4). Nitekim farklı organik madde içeriklerinde, ayçiçeği bitki fidesi yetiştirilmesini konu alan bir çalışmada, toprak OM içeriğinin artışına bağlı olarak fide oluşum oranının da arttığı belirlenmiştir (Önemli, 2004). Organik maddenin, toprağın su tutma ve katyon değişim kapasitesinin artmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir. OM oransal olarak toprağın çok az bir kısmını oluşturmasına rağmen, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısında önemli değişiklikler meydana getirmekte, başta azot olmak üzere, topraktaki birçok bitki besin maddesinin kaynağını oluşturmakta ve bu anlamda adeta yavaş çözünen gübreler gibi işlev görmektedir (Buck,1996). Organik maddenin bitkiler için ne kadar önemli olduğu bilinmektedir.

Ancak burada asıl önemli olan, birim alandan daha fazla SF elde edilmesi konusunda, ortamdaki OM miktarının fidan yetiştirme sıklığına bağlı olarak nasıl bir etkide bulunduğu. Böyle bir değerlendirme yapıldığında, OM miktarının artışına bağlı olarak SF eldesinin 75af/m<sup>2</sup> sıklığa kadar arttığı, ancak ondan sonra düştüğü görülmektedir (Şekil 3). Bu değerlendirmeye göre, gübreli OMM-2 işlem parsellerinde 75 af/m<sup>2</sup> fidan sıklığı en iyi sonucu (SF=32) vermiştir. En fazla SF gübresiz OMM-2 işlem parsellerinden elde edilmiştir. Ekimde ıslah edilmiş tohumun gereğinden fazla kullanılması hem girdi olarak tohum maliyetini hem de ekim ve bakım maliyetlerini arttıracaktır. , Bu nedenle istatistiki anlamda 100, 75 ve 50 fidan/m<sup>2</sup> sıklıkları aynı grupta yer almasına rağmen, maliyet de göz önünde bulundurularak, etkili en düşük sıklığın (50 fidan/m<sup>2</sup>) esas alınmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür. Farklı OM içerikleri dikkate alındığında; 1 m<sup>2</sup> alanda GL+OMM-2 ve GL+OMM-1 için 75; GS+OMM-2 için 50; GL+OMM-0, için 100; GS+OMM-1 ve GS+OMM-0 için ise 25 fidan sıklıklarının önerilebileceği görülmektedir (Şekil 3).

Gübresiz OMM-1 ve OMM-0 işlem parsellerinde işlemler arasında anlamlı fark çıkmamıştır. Benzer şekilde burada da en düşük FYS sıklığının en az maliyetli işlem olacağı düşüncesiyle, en düşük yetiştirme sıklığının (25 fidan/m<sup>2</sup>) esas alınması daha uygun olacaktır. Diğer bir anlatımla, FYS arttıkça maliyet de artacağından, bu koşullarda istatistiki anlamda aynı grup içerisinde yer alsa da en düşük sıklığın dikkate alınmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

#### 4.3. YÇG etkisinin değerlendirilmesi

Yapılan varyans analizine göre gübre faktörü birim alanda SF üretimi üzerinde istatistiki manada etkili olmamıştır. Ancak Şekil 4 incelendiğinde, OM miktarının azalmasıyla, gübrenin etkisinin arttığı görülmektedir. Bu çalışmada gübreleme işlemi her ne kadar istatistiki anlamda etkili bulunmasa da, özellikle gübreleme yapılan ve OM ilavesi olmayan işlem parselinin (OMM-0) 25af/m<sup>2</sup> sıklığı hariç diğer sıklıklarında SF adedi fazla bulunmuştur. Nitekim ortam verimliliğinin ve OM içeriğinin yüksek olduğu durumlarda, gübrelemenin etkili olmadığı belirtilmektedir (Gürlevik ve Güler, 2005; Gaddas et al. 1976; Tacenur, 1997). Bizim çalışmamızda, gübrelemenin nispeten daha etkili olduğu OM ilavesi yapılmayan ancak gübre uygulanan (OMM-0+GL) işlem parselleri dikkate alındığında, birim alandan en fazla SF eldesinin 100 fidan/m<sup>2</sup> sıklığından sağlandığı söylenebilir (Şekil 3). Ancak, OM içeriğinin nispeten yüksek olduğu işlem parsellerinde (OMM-2) gübrenin etkisi negatif

olmuş ve SF adedi gübresize oranla daha düşük çıkmıştır (Şekil 3). Fidanlıklarda gübreleme konusunda yapılan çalışmalarda, en ucuz gübrenin inorganik gübre olduğu, ancak uygun gübre seçimi, verilme zamanı ve miktarının iyi ayarlanması gerektiği belirtilmektedir (Tolay, 1987). Bir büyüme döneminde ihtiyaçtan fazla gübre kullanılması durumunda gübrenin toksin etkisi yapabileceği belirtilmektedir (Tolay, 1995). Bu konuda daha sağlıklı değerlendirme yapabilmek için OM ilavesinden sonra topraktaki bitki besin maddelerinin durumuna bakmak gerekmektedir. Toprak analiz değerleri incelendiğinde özellikle kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>), kalsiyum (Ca<sup>++</sup>) azot (N) ve potasyum (K<sup>+</sup>) miktarlarının OM ilavesi ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir (Tablo 1). Buradan hareketle, DYD fidanı yetiştirmede kullanılacak kimyasal gübrenin daha isabetli seçilebilmesi için burada etkili olduğu görülen bitki besin elementlerinin göz önünde bulundurulması, OM miktarındaki artışa paralel olarak artan besin elementleri yönünden zengin olan gübrelerin tercih edilmesinin gerektiği söylenebilir.

#### 4.4. İşlem Etkileşimlerine İlişkin Değerlendirmeler

Birim alandan SF elde edilmesinde OMM ve FYS arttıkça gübrelemeden beklenen etki istenen oranda artmamıştır. OM kullanılan ve gübreleme yapılan her iki işlem parselinde de en fazla SF eldesi 75 fidan/m<sup>2</sup> sıklığından elde edilmiştir. Ancak bu iki işlem parselinin 75 fidan/m<sup>2</sup> fidan sıklığındaki SF adetleri mukayese edildiğinde, iki misli daha fazla OM karıştırılan OMM-2 işlem parselindeki SF adedinin, gübrelenen OMM-1 işlem parselindeki oranla daha fazla çıktığı görülmektedir. Diğer taraftan, gübreleme yapılan her iki işlem parselinin 75 fidan/m<sup>2</sup> fidan sıklığındaki SF adedi, aynı OM içeriğine sahip gübresizleriyle kıyaslandığında, gübresizlerde daha fazla SF olduğu görülmektedir. Bu durumu şöyle özetlemek mümkündür. Şayet yetiştirme ortamı bitki besin maddeleri yönünden zengin durumda ise gübreleme gereksizdir. Ortamın verimliliği arttıkça birim alandan elde edilebilecek SF adedi 75 fidan/m<sup>2</sup> sıklığına kadar artmakta, ondan sonra ise düşmektedir.

Birim alandan elde edilebilecek SF adedi fidan yetiştirme sıklığına, fidan yetiştirme sıklığı da yetiştirme ortamının verim gücüne, diğer bir ifade ile bitki besin maddeleri yönünden zenginlik durumuna bağlı bulunmaktadır. Yetiştirme ortamının bitki besin maddesi içeriği şayet (Tablo 1), OMM-2 işlem parselinde gösterilen değerler düzeyinde ise gübreleme yapmadan FYS 50 af/m<sup>2</sup>; besin maddelerinin durumu OMM-1 ve OMM-0 işlem

parsellerindeki değerler düzeyinde ise, gübreleme yapmadan, yetiştirme sıklığının 25 af/m<sup>2</sup> alınması daha doğru olacaktır.

Fidan yetiştirmede en önemli girdilerden birisi hiç kuşkusuz tohumdur. İslah edilmiş tohumun maliyetinin daha yüksek olacağı ve ekim aşamasında olabildiğince az tohum kullanılmasının daha ekonomik olacağı varsayımıyla, FYS arttıkça fidan yetiştirme maliyetinin de artacağı gibi bir değerlendirme yapılmıştır. Nitekim birim alana fazla miktarda tohum ekilmesinin tohum sarfiyatını artırarak maliyetleri yükselteceği belirtilmektedir (Çiçek, 2004). Bu nedenle, OM ilavesi olmayan ve gübreleme yapılmayan OMM-2 işlemi için etkili en düşük sıklık olan 50 af/m<sup>2</sup>, OMM-1 ve OMM-0 işlemleri için ise etkili en düşük sıklık olan 25 af/m<sup>2</sup> sıklığı FYS olarak önerilmiştir.

Yetiştirme ortamının verim gücünü artırma konusunda kuşkusuz OM daha etkili olmaktadır. Ancak, organik maddenin tedarik edilmesi ve fidan yastıklarına karıştırılması, YÇG'ye göre daha zor ve pahalıdır. Bu nedenle, YÇG ile ilgili daha doğru ve isabetli sonuç verebilmek maksadıyla, gübre dozunu ve verilme zamanlarını konu alan, detaylı bir araştırma çalışmasına gerek duyulmaktadır. Böyle bir çalışmadan sonra, bu çalışmada incelenen ve FYS olarak 25 af/m<sup>2</sup> sıklığı önerilen OMM-0 işlem parseli ve daha fakir ortamlar için daha isabetli sonuçlar vermek mümkün olabilecektir.

#### Kaynaklar

- Belanger, R.P. ve McAlpine, R.B. 1975. Survival and early growth of planted sweetgum related to root collar diameter. *Tree Plant. Notes*, 26:1-21
- Buck, P.S. 1996. *The Nature and Properties of Soils. Soil Organic Matter. Eleventh Edition*, ISBN:0-02-313371-6, P:361-399, Printed in the United State of America.
- Clark, S. L., C. J. Schweitzer, S. E. Schlarbaum, L. D. Dimov, and F. V. Hebard. 2010. Nursery quality and first-year response of American chestnut (*Castanea dentata*) seedlings planted in the southeastern United States. *Tree Planters' Notes*, 53:13.
- Clausen, K.E. 1963. Nursery selection affects survival and growth of birch. *Res. Note LS-31*. St. Paul, MN, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, pp:2.
- Çiçek E, Yılmaz M, 2006. Effect of seedbed density on morphological characteristics and field performance of *Ulmus laevis* seedlings. *Journal of Balkan Ecology*, 9(2), 167-173.
- ÇİÇEK, E., Yılmaz, F., Tilki, F., Yılmaz, M. and Çetin, B., 2006. The effects of site, provenance and seedling size on the early growth of narrow leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantings. *Journal of Balkan Ecology*.

9(3), 297-304.

Çicek, E., Çicek, N., Bilir, N. 2007a. Effects of seedbed density on one-year-old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and outplanting performance. *New Forests*, 33 (1), 81-91.

Çiçek E, Yılmaz F, Yılmaz M, Yılmaz S, 2007b. Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) tıraşlama alanında diri örtünün belirlenmesi ve kültür bakımı açısından değerlendirilmesi. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 44(1/2/3), 25-28.

Çicek E, Çicek N, Tilki F, 2011. Four-year field performance of *Fraxinus angustifolia* Vahl. and *Ulmus laevis* Pall. Seedlings grown at different nursery seedbed densities. *Research Journal of Forestry*, 5: 89-98.

Ercan, M. 1997. Ms-Excel'in İstatistik Fonksiyonları. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 10, Müdürlük Yayın No: 213, İzmit.

Eyüboğlu, A.K., 1975: Kızılağacın (*Alnus barbata*) Fidanlıkta Yetiştirilmesinde Uygun Ekim Sıklığının Saptanması. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*. Teknik Bülten No:74, Ankara.

Funk, D.T., Limstrom, G.A. ve Laidly, P.R. 1974. Tall yellow-poplar saplings still three years ahead of others. *Tree Plant. Notes*, 25: 8-9.

Gaddas, R.R., Tunçkale, I.H. and Hızal, A. 1976. Kefken Ağaçlama Sahası Toprak Haritası. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit/FAO-Endüstriyel Ormanlık Projesi TUR 71/521.

Gültekin, H.C. 2014. Fidan Üretim Teknikleri. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Müdürlük Yayın No:271, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 26, İzmit.

Gürlevik, N., Güler, B. 2005. Ormanlıkta gübreleme ve ülkemiz açısından önemi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 1. Çevre ve Ormanlık Şurası, Tebliğler II.Cilt, S:751-758. Antalya.

Howell, K.D. ve Harrington, T.B. 1998. Regeneration efficiency of bareroot oak seedlings subjected to various nursery and planting treatments. In: Waldrop TA (ed) Proc. 9th Bienn. South. Silv. Res. Con. USDA Forest. Serv., Sout. Res. Sta., Gen. Tech. Rep. SRS-20, pp 222-226.

Kılıçarslan, H., Zoralioğlu, T., Uludağ, S., Karabulut, S. 2005. Kavak Fidanlıklarında Anaçlık Yöntemiyle Bir ve İki Yaşlı Sırk Çeliği Yetiştirme Standart Metodunun

Tespit Edilmesi ve Ağaçlandırmalardaki Başarısı Üzerine Araştırmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 276, Müdürlük Yayın No: 250, ISSN 1300 – 3933, İzmit.

Önemli, F. 2004. The effects of soil organic matter on seedling emergence in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Trakya University, Tekirdag Agricultural Faculty, Tarla Bitkileri B., 59030 Tekirdag, Turkey

Özdemir, Ö.L., 1971. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)'ın Fidanlıklarda Yetiştirilme Tekniği Üzerine Bazı Deneimler. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi No. 49, Ankara, 51 s.

Schmidt-Vogt, H. 1981. Morphological and physiological characteristics of planting stock: present state of research and research tasks for the future. Pages 433-446 in Proc., IUFRO XVII World Congress. Freiburg i. Br., Federal Republic of Germany.

Tacnur, İ.A. 1997. Fidanlıkta NPK yapay gübre kullanımının kavak fidanı (I-214) gelişimine etkisi ve toprak şartlarının irdelenmesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *Araştırma Dergisi*, 1997/1, Seri No. 24, S:93-108.

Tolay, U., 1987. Nursery Techniques for Broadleaved Forest Tree Species in Turkey. Poplar and Fast Growing Exotic Forest Trees Research Institute. Annual Bulletin No.:23 p:29-51, Yenilik Basımevi-Istanbul/Turkey.

Tolay, U. 1978. Ağaçlandırmada kaliteli fidan sorunu. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi. S:42-46

Tolay, U., 1983. Hendek Orman Fidanlığında Uludağ Göknarı (*Abies bormülleriana* Mattf.)'ın Yetiştirme Tekniği İle Fidan Kalitesi ve Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, O.D.C.: 232.321, İzmit.

Tolay, U. 1994. Yapraklı tür orman ağaçları fidan üretim tekniği. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi. Dergi No: 21, S:1-19

Tolay, U. 1995. Kavak Fidanlık Tekniği. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Müdürlük Yayın No: 204, ISSN: 1300 3933, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 8, İzmit.

Warkentin B. P. 1984. Physical Properties of Forest-Nursery Soils: Relation to Seedling Growth. P:53-61. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Nursery Technology Cooperative Department of Forest Science Oregon State University Corvallis, Oregon 97331 U.S.A.

## Dikili ağaçlardan odun örnekleri alınmasında mekanize bir teknik

Yağmur BİRİCİK (Orcid: 0000-0002-9696-7536)<sup>1\*</sup>, Ünal AKKEMİK (Orcid: 0000-0003-2099-5589)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Marmara Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İSTANBUL

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İSTANBUL

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: yagmurbiricik@hotmail.com, Geliş Tarihi/Recived: 28.09.2017, Kabul Tarihi/Accepted: 18.10.2017

### Sayın Editör,

Odun anatomisi araştırmalarında, dikili ağaçlardan örnek almak için genellikle keski kullanılmaktadır. Bu yöntem, mekanik güç gerektirmekte ve çok zaman almaktadır. Aynı zamanda canlı ağaçları çok fazla tahrip etmektedir. Ağacın gövde kısmından odun parçalarını ayırmak yaklaşık 20-30 dakika sürmektedir.

Önerilen bu teknik, ilk defa arazide ormanlık çalışmalarında kullanılmak üzere tarafımızdan uygulamaya konulmuştur. İnşaat mühendisliği saha çalışmalarında hazır beton kalitesini ölçmek için kullanılan örnek alma metodolojisinden esinlenerek odun anatomisi çalışmalarında kullanılabilceği düşünülen bu yeni teknikte, odun örneklerini profesyonel, yüksek hızlı, darbesiz ve 36 V şarjlı

matkapla almak yaklaşık 1-2 dakika sürmektedir. Odun örnekleri silindirik olup matkabın ucuna takılabilen pançların çaplarına bağlı olarak farklı ebatlarda alınabilmektedir. Odun örneği çapları opsiyonel olarak 10 mm, 20 mm, 30 mm veya 40 mm olabilmektedir. Bu teknikle odundan örnek alımı sırasında, örneklerde herhangi bir kırılma veya parçalanma meydana gelmemektedir. Alınan örneklerin yalnızca ortasında, matkabın sabitleyici ucu nedeniyle küçük bir delik bulunmaktadır. Bu durumun laboratuvar çalışmalarında herhangi bir probleme neden olmadığı ve alınan örneğin her yönüyle (enine, radyal, teğet) anatomik araştırmalar için yeterli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Bu teknik, arazide gerçekleştirilen çalışmayı hızlandırmakta ve enerji kaybını azaltmaktadır. Ayrıca, örnek alımı sabit ve hızlı olduğu için ağaçlara



Şekil 1. Matkapla dikili ağaçtan örnek alınması: karaçam (A), göknar (B, C) ağacı örneği.

verilen zararı azaltmaktadır. Örnek alma işlemi tamamlandıktan sonra, ağacın kendini çabuk toparlaması, böcek ve mantar zararına uğramaması

için ağaç gövdesine açılan deliklerin aşı macunu ile kapatılması önerilmektedir. Bu uygulama ile ağaca verilen stres en asgari düzeyde tutulmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Örnek alınan dikili ağaç gövdesine aşı macunu uygulaması: kayın (A, B) ve karaçam (C) ağacı örneği.

Sonuç olarak, dikili ağaç gövdelerinden daha düzgün örnekler alabilmek ve arazi çalışmalarında zaman kaybını azaltmak için bu mekanize tekniğin uygulanması önerilmektedir.

**Saygılarımızla.**

Yağmur Biricik

Prof. Dr. Ünal AKKEMİK





## Yazar Rehberi

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık Araştırma Dergisi'nde yayımlanacak makaleler "Araştırma Makalesi", "Derleme" veya "Editöre Not" niteliğinde olup toplam 8000 kelimeyi geçmemelidir. Bu sayıya makalenin başlığı, özeti, anahtar kelimeleri, makale metni, şekiller ve tablolardaki kelimeler dâhildir; ancak yazar iletişim adresi ve kaynaklar dâhil değildir.

Araştırma makalelerinde tamamlanan ya da ara sonucu alınan bilimsel çalışmaların sonuçları, konunun ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan önemli bulgulara dayanarak sunulmalıdır.

Derleme makaleler; bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin söz konusu alanlarda deneyimli yazarlarca yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır.

Editöre mektuplar oldukça kısa ve öz (birkaç paragraf) biçimde sunulmalıdır.

Yazılar, Microsoft Word programında yazılmalı ve sayfa yapısı aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

Kâğıt Boyutu	A4 Dikey
Satır Aralığı	Tek (1)
Üst Kenar Boşluk	3,7 cm
Alt Kenar Boşluk	3 cm
Sol Kenar Boşluk	3 cm
Sağ Kenar Boşluk	3 cm
Yazı Tipi	Times News Roman Tur
Yazı Tipi Stili	Normal
Boyutu (Ana başlık)	14
Boyutu (Özetler)	9
Boyutu (Normal metin)	10
Boyutu (Tablo-grafik)	9
Boyutu (Kaynakça)	9

Ayrıntılı bilgi için lütfen:

<http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/3690>

## Instruction for authors

Articles to be published in GDF Journal of Forestry Research can be classified as "Research Paper", "Review Article", "Letter to the Editor" or "Technical Note", and should not be more than 8000 words. Title of the article, abstract, keywords, main text, words in figures and tables are included in this number. However references and contact information of the author(s) are not included.

Research results or interim results should be based on significant findings after thorough evaluation of the subject.

Review articles should be a synthesis, comment or situation assessment of published scientific papers or recent studies by the experienced researchers.

Letter to the Editor should be brief (only a couple of paragraphs).

Articles should be written in Microsoft Word program.

Page layout is given below:

Paper Size	A4 Vertical
Line Spacing	1
Top Margin	3,7 cm
Bottom Margin	3 cm
Left Margin	3 cm
Right Margin	3 cm
Font	Times News Roman
Font Style	Normal
Type Size (Main title)	14
Type Size (Abstracts)	9
Type Size (Regular Text)	10
Type Size (Table-figure)	9
Type Size (References)	9

For further information please contact:

<http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/3690>







ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

1839  
*'dan bugüne*

Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı  
Beştepe Mahallesi Söğütözü Caddesi No:8/1 06560  
Yenimahalle / ANKARA