

**TURK J FOR SCI**

e-ISSN: 2618-6616



**TURKISH JOURNAL OF  
FOREST SCIENCE**



Volume

**4**

Issue

**1**

Year

**2020**



# *Turkish Journal of Forest Science*

Available online at [dergipark.gov.tr/turkjforsci](http://dergipark.gov.tr/turkjforsci)



## **CORRESPONDING ADDRESS**

Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
Faculty of Forestry  
46100 – Kahramanmaraş/TURKEY  
Tel: +90 (344) 300-1813  
E-mail: [tjfseditor@gmail.com](mailto:tjfseditor@gmail.com)  
Web: <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjforsci>

This journal is double-blind peer-reviewed and published semi-annually.



# *Turkish Journal of Forest Science*

Available online at [dergipark.gov.tr/turkjforsci](http://dergipark.gov.tr/turkjforsci)



## **OWNER**

Prof. Dr. Niyazi CAN  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University

## **EDITOR-IN-CHIEF**

Dr. Hasan SERIN, Professor  
Forest Industry Department, Kahramanmaraş Sutcu Imam University

## **ASSISTANT EDITOR-IN-CHIEF**

Dr. Hakan OGUZ, Associate Professor  
Department of Landscape Architecture, Kahramanmaraş Sutcu Imam University

## **EDITORIAL BOARD**

Turgay AKBULUT, Professor  
[takbulut@istanbul.edu.tr](mailto:takbulut@istanbul.edu.tr)  
+90 (212) 338-2400 / (25368)  
Forest Industrial Engineering Department  
Istanbul University  
TURKEY

Nilgöl ÇETİN, Professor  
[nilgul.cetin@ikcu.edu.tr](mailto:nilgul.cetin@ikcu.edu.tr)  
+90 (232) 329-3535 / (5201)  
Forest Industrial Engineering Department  
Izmir Katip Celebi University  
TURKEY

Selçuk GÜMÜŞ, Professor  
[sgumus@ktu.edu.tr](mailto:sgumus@ktu.edu.tr)  
+90 (462) 377-2861  
Forest Engineering Department  
Karadeniz Technical University  
TURKEY



# *Turkish Journal of Forest Science*

Available online at [dergipark.gov.tr/turkjforsci](http://dergipark.gov.tr/turkjforsci)



Nilgöl KARADENİZ, Professor  
nkaradeniz@ankara.edu.tr  
+90 (312) 596-1361  
Department of Landscape Architecture  
Ankara University  
TURKEY

Fatih MENGELOĞLU, Professor  
fmengelo@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1776  
Forest Industrial Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Mustafa VAR, Professor  
mvar@yildiz.edu.tr  
+90 (212) 383-2650  
Department of Urban and Regional Planning  
Yildiz Technical University  
TURKEY

Turgay DİNDAROĞLU, Associate Professor  
turgaydindaroglu@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1815  
Forest Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Kadir KARAKUŞ, Associate Professor  
karakus@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1774  
Forest Industrial Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Mahmut REİS, Associate Professor  
mreis@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1738  
Forest Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY



# *Turkish Journal of Forest Science*

Available online at [dergipark.gov.tr/turkjforsci](http://dergipark.gov.tr/turkjforsci)



Mehmet PAK, Assistant Professor  
mpak@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1737  
Forest Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Alper UZUN, Assistant Professor  
auzun@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1817  
Forest Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Şule KISAKÜREK, Assistant Professor  
skazanci@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1819  
Department of Landscape Architecture  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Ferhat ÖZDEMİR, Assistant Professor  
ferhatozd@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1752  
Forest Industrial Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY

Sercan GÜLCİ, Assistant Professor  
sgulci@ksu.edu.tr  
+90 (344) 300-1749  
Forest Engineering Department  
Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
TURKEY



## ADVISORY BOARD

- Dr. Cengiz ACAR, Professor, Karadeniz Technical University  
Dr. Abdullah E. AKAY, Professor, Bursa Technical University  
Dr. Mustafa AVCI, Professor, Süleyman Demirel University  
Dr. İsmail AYDIN, Professor, Karadeniz Technical University  
Dr. Ergün BAYSAL, Professor, Muğla Sıtkı Koçman University  
Dr. Suha BERBEROĞLU, Professor, Çukurova University  
Dr. Nihat Sami ÇETİN, Professor, Katip Çelebi University  
Dr. Andrew G. KLEIN, Professor, Texas A&M University, Texas, USA  
Dr. Laurant M. MATUANA, Professor, Michigan State University, Michigan, USA  
Dr. Engin NURLU, Professor, Ege University  
Dr. Turgay ÖZDEMİR, Professor, Karadeniz Technical University  
Dr. Sezgin ÖZDEN, Professor, Çankırı Karatekin University  
Dr. Harun PARLAR, Professor, Technical University of Munich  
Dr. Sorin POPESCU, Professor, Texas A&M University, Texas, USA  
Dr. Yusuf SERENGİL, Professor, İstanbul University  
Dr. Ramesh Sivanpillai, Professor, University of Wyoming, Wyoming, USA  
Dr. Raghavan SRINIVASAN, Professor, Texas A&M University, Texas, USA  
Dr. Salih TERZİOĞLU, Professor, Karadeniz Technical University  
Dr. Ramzi TOUCHAN, Professor, University of Arizona, Arizona, USA  
Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU, Professor, Artvin Çoruh University  
Dr. Adnan UZUN, Professor, Işık University  
Dr. Mustafa VAR, Professor, Yıldız Technical University  
Dr. Ahmet YEŞİL, Professor, İstanbul University  
Dr. Mustafa YILMAZ, Professor, Bursa Technical University



## CONTENTS

### Research Article

- ENDEMİK ÜÇ *SIDERITIS* L. TAKSONUNUN TOHUM VE DIŞ MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ 1 - 10  
Ali TOPAL, Seyran PALABAŞ UZUN
- SAHİLÇAMI AĞAÇLANDIRMA ALANLARININ VERİMLİLİKLERİ İLE BAZI EKOLOJİK FAKTÖRLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER (SİNOP-BEKTAŞA YÖRESİ ÖRNEĞİ) 11 - 25  
Nuray KAHYAOĞLU, Engin GÜVENDİ
- KASTAMONU İLİ VAHŞİ DEPOLAMA ALANI TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ İNCELENMESİ 26 - 39  
Gamze SAVACI, Çağatay ÖKSÜZ
- KENTSEL DONATI ELEMANLARININ KENT ESTETİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: KAHRAMANMARAŞ KENTİ ÖRNEĞİ 40 - 59  
Esra BAYAZIT, Şule KISAKÜREK
- ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ ORMAN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN TARIMSAL ORMANCILIK KAVRAMI VE UYGULAMALARI HAKKINDA BİLGİ DÜZEYLERİ 60 - 71  
Ayşe Esra HAKVERDİ
- REJENERE LİF ÜRETİMİNDE KIZILÇAM ODUNUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ 72 - 85  
Sami TÜRKOĞLU, Ahmet TUTUŞ
- KAHRAMANMARAŞ İLİ HALFALI DERESİ YAĞIŞ HAVZASINDA RUSLE DENKLEMİNDE YER ALAN BİTKİ AMENAJMAN FAKTÖRÜNÜN (C) UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ 86 - 98  
Bülent ABİZ, Mahmut REİS
- ORMAN ALANLARI İÇİNDEKİ SU KAYNAKLARINDA AQUAFORSTRY UYGULAMALARI 99 - 112  
Onur ÖZDEN, Ahmet TOLUNAY
- KORUMA AMAÇLI İŞLETİLEN ORMANLARIN OPTİMAL KURULUŞLARININ BELİRLENMESİ 113 - 132  
Nuri BOZALİ



- REKREASYON ALANI PLANLAMASI İÇİN TERMAL KONFOR ZONLARININ BELİRLENMESİ: ERBİL-İRAK ÖRNEĞİ  
Twana ABDULRAHMAN HAMAD, Hakan OGUZ 133 - 145
- HAVZALARDA BAZI HİDROLOJİK KARAKTERİSTİKLERİN ARCHDYRO YAZILIMI KULLANILARAK BELİRLENMESİ  
Ahmet REİS, Turgay DİNDAROĞLU 146 - 159
- WEB-TABANLI AĞAÇ BİLGİ SİSTEMİ:  
KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE ÖRNEĞİ  
Hakan OGUZ, Alper UZUN, Şule KISAKÜREK 160 - 171





## ENDEMİK ÜÇ *SIDERITIS* L. TAKSONUNUN TOHUM VE DIŞ MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Ali TOPAL<sup>1</sup>, Seyran PALABAŞ UZUN<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

<sup>2</sup> Orman Muhendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar: [seyran@ksu.edu.tr](mailto:seyran@ksu.edu.tr)

Ali TOPAL: <https://orcid.org/0000-0001-9692-2496>

Seyran PALABAŞ UZUN: <https://orcid.org/0000-0001-7090-4804>

**Please cite this article as:** Topal, A. & Palabaş Uzun S. (2020) Endemik üç *Sideritis* L. taksonunun tohum ve dış morfolojik özellikleri. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 1-10

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Gelis 23 Mart 2020 / Received 23 March 2020

Duzeltmelerin gelisi 1 Nisan 2020 / Received in revised form 1 April 2020

Kabul 3 Nisan 2020 / Accepted 3 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Türkiye, birçok aromatik bitkiden oluşan Lamiaceae familyası için bir gen merkezidir. Bu familyanın bir üyesi olan *Sideritis* cinsi tıbbi ve aromatik bitkiler içinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde, *Sideritis* cinsi 55 takson ile temsil edilmektedir. Bunun 40'ı endemiktir. Çalışmada endemik *Sideritis* taksonlarından 3 tanesi (*S. brevidens* P.H.Davis, *S. vuralii* H.Duman & Başer and *S. rubriflora* Hub.-Mor.) ele alınmıştır. Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda taksonların dış morfolojik özellikleri ve tohumlarının en-boy ölçüleri, ağırlıkları, Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) çekilen fotoğraflardan tespit edilen yüzey ornamentasyonları ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre incelenen taksonların tohum şekilleri triangular-ovat ya da ovat olarak tespit edilmiştir. Tohumların ortalama ağırlıkları 0,03 gr ile 0,11 gr arasında değişmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Endemik, Morfoloji, *Sideritis*, Tohum, SEM.

### SEED AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THREE ENDEMIC *SIDERITIS* L. TAXA

**ABSTRACT:** Turkey is a gene center for the Lamiaceae family comprising many aromatic plants. The genus *Sideritis* L., a member of this family, has an important place in medicinal and aromatic plants. In Turkey, the genus *Sideritis* is represented by 55 taxa and 40 of this number are endemic to Turkey. In this study, three of the endemic *Sideritis* taxa (*S. brevidens* P.H.Davis, *S. vuralii* H.Duman & Başer and *S. rubriflora* Hub.-Mor.) were discussed. As a result of the field and laboratory studies, the morphological features of the taxa and also dimensions, weights, the surface ornamentations, determined by the Scanning Electron Microscope (SEM of the seeds) images, of the seeds were revealed. According to the results, the seed shapes of the examined taxa were determined as triangular-ovate or ovate. Average weights of seeds range from 0.03 g to 0.11 g.

**Keywords:** Endemic, Morphology, *Sideritis*, Seed, SEM

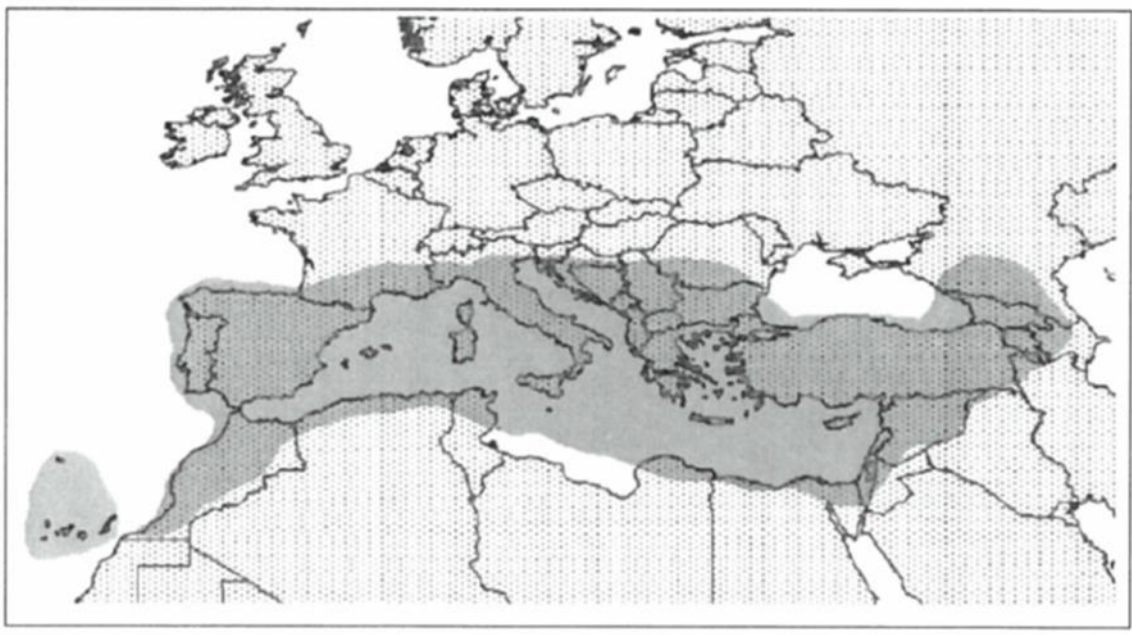
## GİRİŞ

Türkiye, gerek farklı iklim tiplerine sahip olması gerekse üç floristik bölgenin kesişme noktasında bulunması sebebiyle barındırdığı bitki türlerinin çeşitliliği ile dünyanın zengin ülkelerinden birisidir. Ülkemizde yapılan son çalışmalara göre flora sayımız 11453 adet doğal taksona ulaşmıştır. Floramızın yaklaşık 1/3'ü (%31,85) endemik olup takson sayısının 3648 olduğu belirtilmektedir (Güner ve ark., 2012).

Türkiye zengin florasına paralel olarak tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından da oldukça çeşitlidir. Ülkemizdeki türlerin en az 1000 kadarından çeşitli şekillerde yararlanıldığı ve 400 kadarının ticaretinin yapıldığı tahmin edilmektedir. Bunların da yaklaşık %11'inin endemik olduğu bildirilmektedir (Arslan, 2014; Arslan ve ark., 2015).

Türkiye, birçok aromatik bitkiden oluşan *Lamiaceae* familyası için bir gen merkezidir. Dağçayı ve Adaçayı isimleri ile bilinen *Sideritis* cinsi bu familyanın önemli cinslerinden biridir. Bu cins dünyada özellikle Akdeniz havzasında yayılış göstermekle birlikte, Bahama Ada'larından Çin'e, Almanya'dan Fas'a kadar geniş bir alanda 150'den fazla türle temsil edilmektedir (Şekil 1) (Öke, 2006). *Sideritis* cinsi ülkemizde 55 takson ile temsil edilmekte olup bu sayının 40 adeti (%74) endemiktir (Güner ve ark., 2012).

Halk tıbbında *Sideritis* türlerinin çaylarından hazırlanan infüzyonlar; diüretik, ağrı kesici, antispazmodik, karminatif, yatıştırıcı, öksürük kesici, midevi, soğuk algınlıkları ve gastrointestinal hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bazı *Sideritis* türlerinden elde edilen ekstraların; antistres, antiülser, analjezik, antioksidan, antibakteriyel, antienflamatuar, antifeedant ve insektisidal etkiler gösterdiği tespit edilmiştir (Çarıkçı ve ark., 2012).



Şekil 1. *Sideritis* cinsinin dünya üzerindeki yayılışı (Öke, 2006).

Duman ve ark. (2005) *Sideritis* taksonlarının revizyonunu yaptıkları çalışmalarında türleri taksonomik yönden revize etmişler ayrıca gövde ve yaprak anatomilerini, karyolojik özelliklerini ve uçucu yağ bileşenlerini ortaya koymuşlardır. Ayrıca Kirimer ve ark. (2004), Uçar ve Turgut (2009), Erbaş ve Fakir (2012), Türkmenoğlu ve Duman (2015), Erdem ve ark. (2017), Hanoğlu ve ark. (2020) gibi araştırmacılar çeşitli *Sideritis* taksonlarını uçucu yağ ve fitokimyasal özellikleri, morfolojik, palinolojik, anatomik ve karyolojik özellikleri yönünden araştırmışlardır. Bu çalışma ile de ülkemize özgü endemik *Sideritis* taksonlarından daha önce tohum özellikleri detaylı bir şekilde çalışılmamış 3 taksonun (*S. brevidens*, *S. rubriflora* ve *S. vuralii*) tohum ve dış morfolojik özelliklerini, yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları ile ortaya koymak amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Bitki örnekleri çiçeklenme ve meyve verme dönemlerinde Mersin ili sınırları içerisinde kalan doğal yetişme lokalitelerinden her takson için en az 10 adet toprak üstü kısmı olmak üzere toplanmıştır. Taksonlar endemik olmaları nedeniyle topraktan söküm işleminden kaçınılmıştır. Toplanan örnekler tekniğine uygun olarak kurutularak herbaryum materyali haline getirilmiş ve KASOF (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu) herbaryumuna yerleştirilmiştir. Ayrıca toplanan bitkilerden tohum örnekleri temin edilmiştir. Materyallerin araziden temin edildiği lokaliteler ve denizden yükseklikleri Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1. Bitki materyallerinin toplandığı lokasyonlar.

Tür	<i>S. brevidens</i>	<i>S. vuralii</i>	<i>S. rubriflora</i>
İlçesi	Anamur	Anamur	Silifke
Mevkii	Abanoz yayla yolu Kocadönme mv.	Kaşyaylası yolu Seyirtepe mv.	Şehitlik
Rakımı ( m )	1136	1340	242

### Metod

Taksonların dış morfolojik özellikleri belirlenirken her takson için ortalama 10 birey üzerinde ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde Davis'in (1965-1985) "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" ve Duman ve ark. (2005)'nin "Türkiye *Sideritis* L. Türlerinin Revizyonu" adlı eserlerde yazılan morfolojik özelliklerden farklılıklar görülmesi halinde bu farklı bulunan değerler organlar için verilen ölçüm değerlerine eklenmiştir. Morfolojik incelemelerde, taksonların habitus, sürgün, yaprak ve çiçek özellikleri incelenmiştir. Ölçümler yapılırken Yaltırık (1971)'de açıklanan yöntemler kullanılmıştır.

*Sideritis* taksonlarına ait tohumların morfolojik incelemeleri için her bir taksondan ortalama 30'ar adet olgun ve dolu tohumda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Leica EZ4 marka stereomikroskop altında tohumlarının polar (boy) ve ekvatorial (en) ölçümleri milimetrik kumpas kullanılarak elde edilmiştir. Tohum ağırlıkları ise Dikomsan marka hassas terazi tartılmıştır. Tohumların renklerinin tespiti için Leica APO 8 marka stereomikroskop

kullanılmış ve tohum örneklerinin dijital fotoğraf sistemi ile fotoğrafları elde edilerek ve tohum renkleri saptanmıştır. Tohumların yüzey ornamentasyonunun tespiti için Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) çekimleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Üniversite - Sanayi - Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM) Mikroskobik Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tohum örnekleri direkt olarak çift taraflı yapışkan bant yardımıyla uygun şekilde staplar üzerine yerleştirilerek altın ile kaplanmıştır. EVO LS10 model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile her takson için farklı büyütme oranlarında mikro fotoğrafları çekilmiştir. Tohumların yüzey ornamentasyonunu belirlerken Bojnanský ve Fargašová'nın (2007) Atlas of Seeds and Fruit of Central and East-European Flora (Orta ve Doğu Avrupa Florası Tohum ve Meyvesi Atlası) adlı kaynaktan faydalanılmıştır.

## BULGULAR

### *Dış Morfolojik Özellikler*

#### *Sideritis brevidens* P.H.Davis



Şekil 2. *S. brevidens*



Şekil 3. *S. brevidens* (vertisillat)

Habitus: Çok yıllık otsu, tabanda odunsu; gövde dik (15-)39-56 cm boylarında, tabandan itibaren yoğun dallanmış.

Sürgün: Alt kısımlarda kısa salgı ve kısa dik örtü tüylü, üst kısımlarda yoğun kısa salgı ve sert kısa batıcı tüylü; yapraklar gövdenin alt kısmında yoğunlaşmış, yaprak boyu internodyumlara eşit veya daha uzun internodyumlar arası 1-5 cm, alttakiler daha kısa.

Yaprak: Yapraklar her iki yüzde de yoğun basık beyaz ipeksi örtü tüylü; alt yapraklar 1-5 mm kadar kısa saplı, lamina eliptik-oblong veya lanseolat 2-3,5x0,9-1,4 cm, tepesi akut, kenarı krenulat, tabanı attenuat; orta gövde yapraklar sapsız, lamina oblong-ovat, ovat-genişçe lanseolat, 1,8-3,7(-4)x 0,8-1,9 cm, tepesi akut, kenarı krenat, tabanı kordat yada nadiren obtus üst gövde yapraklar sapsız, lamina ovat-kordat, 2-3,5 x 1-2 cm, tepesi akut akuminat, küçük sarımsı mukrolu, kenarı tamdan, krenulat serrulata kadar.

Çiçek: Çiçek durumu dallanmış veya basit; vertisillatlar 3-10 adet, her vertisillat 6 çiçekli, vertisillatlar arası alt kısımlarda 5-6,5 cm, üst kısımlarda 1-2 cm.

Braktelerin dış yüzü yoğun dik ince salgı ve ince beyaz örtü tüylü, iç yüzü seyrek salgı ve örtü tüylü, belirgin ağsı damarlı, kenarı tam; alt brakteler ovat, akümenle birlikte 1,7-2 x 1,2-1,5 cm, akümen 6-8 mm; orta brakteler orbikulat, ovat- orbikulat, akümenle birlikte 1-1,6 x 0,9-1,6 cm, akümen 1,5-4(-5) mm; üst brakteler orbikulat, akümenle birlikt 0,9-1,4 x 0,9-1,3 cm, akümen 1-2,5 mm.

Kaliks 8-11 mm, dişler triangular (bazen lanseolat) 2,5-3x 1-1,5 mm hemen hemen eşit, dişlerin dış yüzü yoğun uzun örtü ve seyrek salgı tüylü, iç yüzü seyrek salgı tüylü,; tüp 6-8 mm, dış yüzü yoğun uzun ve kısa salgı tüylü, iç yüzü boğaz kısmında halka şeklinde uzun örtü tüylü ve seyrek kısa salgı tüylü.

Korolla sarı, 12-14 mm, kaliksten uzun; tüpün üst kısmı ve lopların dış yüzü yoğun basık örtü tüylü, dudakların içyüzü boğaza kadar küçük örtü tüylü; tüpün iç kısmında filamentlerin alt bölgesindeki tüyler tam halka şeklinde değil; Üst dudağın iç kısmında 2 kahverengi çizgi yok, alt dudağın iç kısmında 2 kahverengi çizgi yok.

Tehlike kategorisi: **CR**

### *Sideritis vuralii* H.Duman & Başer



Şekil 4. *S.vuralii*



Şekil 5. *S. vuralii*'deki pannoz tüylenme

Habitus: Çok yıllık otsu, tabanda odunsu; gövde dik, 30-78 cm, basit veya dallanmış.

Sürgün: Basık beyaz pannoz tüylü, salgı tüysüz; internodyumlar 2,5-12 cm boyunda alttakiler kısa.

Yaprak: Yaprakların her iki yüzü yoğun basık beyaz pannoz tüylü, damarlar belirgin değil (altta belirgin; alt gövde yapraklar sık bir rozet şeklinde, bariz saplı, sap 2-3,5(-4) cm, lamina oblong eliptikten obovat, oblanseolat veya spatulata kadar, 1-6 x 0,5-2 cm, tepesi obtus, kenarı bariz krenulat serrat, tabanı attenuat; orta gövde yapraklar sapsız veya 2 cm kadar saplı, lamina eliptik oblong, linear-oblong veya oblanseolat-obovat, 2-4,5(-5)x 0,8-1,2 cm, tepesi akut-obtus, kenarı hafif krenat krenulat-serrulat veya tam, tabanı attenuat; üst gövde yapraklar sapsız bazen 0,3 cm'ye kadar saplı, lamina eliptik, 1,8-4 x 0,6-0,8 cm, tepesi akut, kenarı tam, tabanı attenuat; yapraklar çiçek durumuna doğru kademeli olarak küçülür, yaprak boyu üstte internodyumlardan kısa.

Çiçek: Çiçek durumu basit veya 2-6 dallı korimbus halinde; her bir daldaki vertisillat 3-14 adet, her vertisillatta (5-)6 çiçek, vertisillatlar arası alt kısımlarda (0,5-)2-6 cm, üst kısımlara doğru sıklaşır, tepede bazen sık bir spika şeklini alır.

Brakteler yoğun beyaz pannoz örtü tüylü, damarları belirgin değil, kenarı tam, tabanı  $\pm$ ampleksikaul, yoğun tüy örtüsünden dolayı konnat gibi görünür; alt brakteler lanseolat, 1-1,4 x 0,5- 0,7 cm, tepesi akut; orta brakteler ovat-orbiculattan kordata kadar, akümenle birlikte 0,4-0,7 x 0,4-0,7 cm, akümen 0,5-1,5 cm; üst brakteler ovat-orbikulat, akümenle birlikte 0,5-0,7 x 0,5-0,7 cm, akümen 0,5 mm, üst brakteler kaliksten daha kısa, alt brakteler bazen kaliks kadar.

Kaliks 6-7,5 mm, dış yüzü yoğun uzun beyaz pannoz tüylü; dişler triangular-lanseolat, 1,5-2 x 0,5-1 mm, tepesi obtus, dişlerin dış yüzü pannoz, iç yüzü dik, seyrek örtü tüylü, tüyler iç yüzde kenarlarda daha sık ve uzun; kaliks tüpü 4,5-5,5 mm, iç yüzü boğaz kısmında seyrek örtü tüylü.

Korolla sarı, 9-10 mm, kaliskten daha uzun; tüpün üst kısmı ve lopların dış yüzü yoğun uzun beyaz tüylü, üst dudağın iç kısmı ile alt dudağın loplarının birleşme yerleri daha seyrek tüylü; tüpün iç kısmı filamentlerin alt bölgesinde halka şeklinde tüylü; üst dudağın iç kısmı kahverengi çizgili

Tehlike kategorisi: **VU**

### ***Sideritis rubriflora* Hub.-Mor.**



Şekil 6. *S. rubriflora*



Şekil 7. *S. rubriflora*'nın korollası

Habitus: Çok yıllık, otsu, tabanda odunsu; gövde dik, 25-78 cm, basit veya dallanmış.

Sürgün: Alt kısımlarda yoğun uzun basık beyaz yünsü, üst kısımlarda beyaz tomentoz tüylü; internodyumlar altta 2 mm'ye kadar kısa, orta ve üstte 2-5 cm boyunda.

Yaprak: Yapraklar her iki yüzde de yoğun uzun beyaz örtü tüylü ve salgılı, bariz skrobikulat, belirgin ağsı damarlı; alt gövde yapraklar 0,2-0,4 cm saplı, lamina spatulat veya genişçe obovat 1,3-1,5 x 0,8-1 cm, tepesi obtus, kenarı krenat, krenat-serrat, tabanı attenuat; orta gövde yapraklar sapsız, lamina spatulattan oblong'a kadar, 1-3 x 0,5-1 cm, tepesi akut obtus, kenarı krenat dentat, tabanı  $\pm$  aurikulat; üst gövde yapraklar sapsız, lamina oblong, 1-2,5 x 0,5-0,8 cm, tepesi akut, kenarı krenat dentat, tabanı  $\pm$  aurikulat; yapraklar gövdenin alt kısmında yoğunlaşmış, orta ve üst internodyumlardan kısa kısa.

Çiçek: Çiçek durumu basit veya az dallanmış; vertisillatlar 7-15 adet, her vertisillat 6 çiçekli, vertisillatlar arası alt kısımlarda 3-4 cm, üst kısımlarda 0,3-1 cm'ye kadar.

Brakteler dış yüzü yoğun basık beyaz kısa tomentoz tüylü, iç yüzü ince seyrek uzun örtü tüylü, belirgin ağsı damarlı, damarlar kırmızı; alt ve orta brakteler orbikulattan reniforma kadar, akümenle birlikte 0,7-1,3 x 0,9-1,6 cm akümen (1-)2-5 mm; üst brakteler reniform-orbikulat, akümenle birlikte 0,5-0,7 x 0,7-0,9 cm, akümen 1-2 mm; bütün braktelerin kenarları tam, tabanları ± amplexikaul.

Kaliks 7-8,5 mm, tüp 4-5,5 mm, dişler linear(-triangular), 3(-4) x 1 mm, eşit, tepesi akut (-akuminat), dişlerin ve tüpün dış yüzü dağınık, uzun örtü ve ince salgı tüylü, örtü tüyleri tüpte daha sık ve uzun, iç yüzde dişler boğaz kısmına kadar basık dik örtü tüylü, tüp tüysüz.

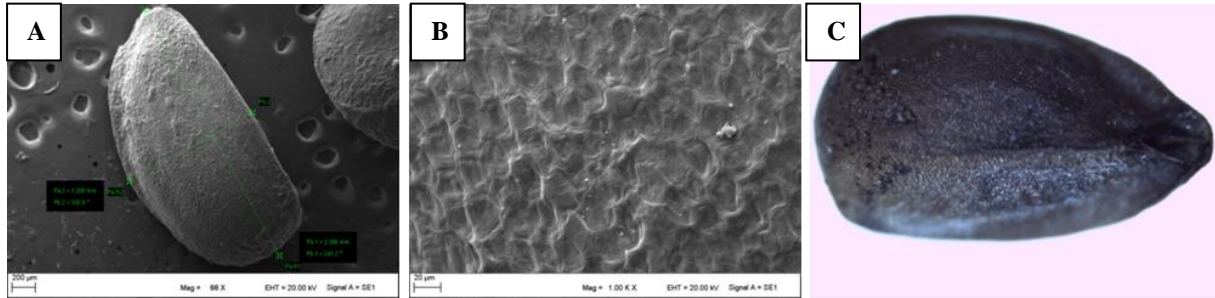
Korolla kırmızı mor, 9-11 mm, kaliksten uzun; tüpün üst kısmı ve loplara dış yüzü marjinler hariç yoğun basık örtü tüylü; üst dudakın iç yüzü seyrek örtü tüylü, korolla tüpünün ağız kısmı ve loplara birleşme yerleri örtü tüylü, tüpün iç kısmında filamentlerin alt bölgesinde tüyler tam halka şeklinde; üst dudakın iç kısmında 2 kahverengi çizgi var.

Tehlike kategorisi: VU

### Taksonların Tohum özellikleri

#### *Sideritis brevidens* P.H.Davis

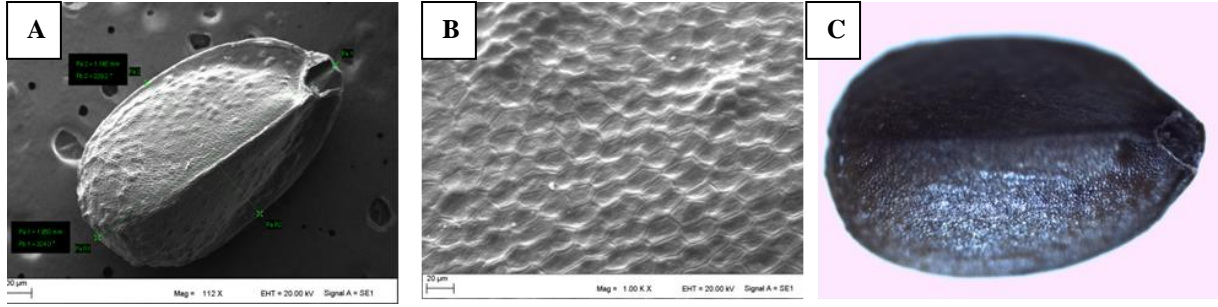
Tohumlar düz kenarlı, triangular-ovat (üçköşeli-yumurtamsı) şekle sahiptir. Tohum rengi kahverengidir. Tohumların elektron mikroskobu görüntülerine bakılarak tohum üzerindeki ornamentasyonun reticulate-foveate (ağsı-çukurcuklu) olduğu saptanmıştır. Tohum ortalama boyutlarının 2,58±0,18 (2,14-2,92) uzunluğa ve 1,54±0,16 (1,11-1,88) genişliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Tohumların ortalama ağırlığı 0,11 gr'dır.



**Şekil 8.** *Sideritis brevidens* türünün: A. Tohumun Ekvatoryal (En) ve Polar (Boy) uzunlukları B. Tohum yüzey ornamentasyonu C. Steromikroskop görüntüsü ve tohum rengi

#### *Sideritis vuralii* H.Duman & Başer

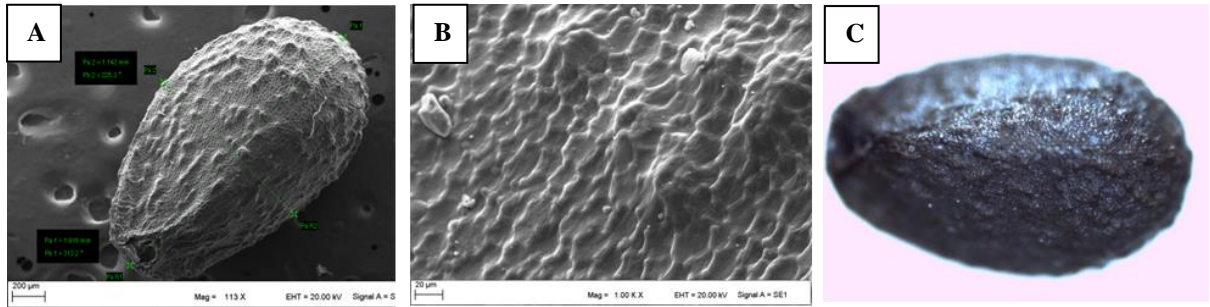
Tohumlar düz kenarlı, triangular-ovat (üçköşeli-yumurtamsı) şekle sahiptir. Tohum rengi kahverengidir. Tohumların elektron mikroskobu görüntülerine bakılarak tohum üzerindeki ornamentasyonun tuberculate (hafifçe şişkin-çıkıntılı) olduğu saptanmıştır, şişkin çıkıntılar araları reticulate-foveate (ağsı-çukurcuklu) yapıya sahiptir. Tohum ortalama boyutlarının 2,03±0,07 (1,78-2,23) uzunluğa ve 1,23±0,08 (1,06-1,40) genişliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Tohumların ortalama ağırlığı 0,08 gr'dır.



Şekil 9. *Sideritis vuralii* türünün: A. Tohumun Ekvatoryal (En) ve Polar (Boy) uzunlukları B. Tohum yüzey ornamentasyonu C. Steromikroskop görüntüsü ve tohum rengi

### *Sideritis rubriflora* Hub.-Mor.

Tohumlar düz kenarlı, ovat (yumurtamsı) şekle sahiptir. Tohum rengi kahverengidir. Tohumların elektron mikroskobu görüntülerine bakılarak tohum üzerindeki ornamentasyonun verrucose (siğilcikli) olduğu saptanmıştır, siğilcikli alanların araları reticulate (ağsı) bir yapıya sahiptir. Tohum ortalama boyutlarının  $1,86\pm 0,13$  (1,54-2,03) uzunluğa ve  $1,21\pm 0,14$  (0,89-1,32) genişliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Tohumların ortalama ağırlığı 0,03 gr'dır.



Şekil 10. *Sideritis rubriflora* türünün: A. Tohumun Ekvatoryal (En) ve Polar (Boy) uzunlukları B. Tohum yüzey ornamentasyonu C. Steromikroskop görüntüsü ve tohum rengi

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Gerek ülkemizde gerekse dünyada *Sideritis* taksonlarının tohum özelliklerine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu taksonlar tıbbi ve aromatik özelliklere sahip olduklarından genellikle kimyasal bileşenleri, antioksidan özellikleri, halk ilacı olarak kullanımları ve çoğunluğu endemik bitkiler olduklarından popülasyon yoğunlukları ve habitat özellikleri ağırlıklı olarak araştırılmıştır (Yordanova ve Apostolova, 2000; Barbet ve ark., 2002; Duman ve ark., 2005; Çarıkçı ve ark., 2012; Erbaş ve Fakir, 2012; Bilgin, 2013; Erdem ve ark., 2017).

Bu çalışmada incelen *Sideritis* taksonları tohum rengi ve şekli yönünden birbirine oldukça benzerlik göstermektedir. Ancak Taramalı Elektron mikroskobu ile yüzey şekilleri incelendiğinde taksonlar arasında farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır. İncelenen taksonlardan *S. brevidens* "reticulate-fovetae" (ağsı-çukurcuklu) ornamentasyona sahip iken *S. vuralii* "tuberculate", *S. rubriflora* ise "verrucose" ornamentasyona sahiptirler. Taksonların tohum özellikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 2'de verilmiştir.



Table 2. Taksonların tohum özellikleri

Takson	Tohum Şekli	Ornamentasyon	Renk	Tohum uzunluğu (mm) (min-max)	Tohum genişliği (mm) (min-max)	Tohum ağırlığı (gr.)
<i>Sideritis brevidens</i>	Triangular-ovate	reticulate-foveate	Kahverengi	2,58±0,18 (2,14-2,92)	1,54±0,16 (1,11-1,88)	0,11
<i>Sideritis vuralii</i>	Triangular-ovate	tuberculate	Kahverengi	2,03±0,07 (1,78-2,23)	1,23±0,08 (1,06-1,40)	0,08
<i>Sideritis rubriflora</i>	Ovate	verrucose	Kahverengi	1,86±0,13 (1,54-2,03)	1,21±0,14 (0,89-1,32)	0,03

Çalışmada taksonların dış morfolojik özellikleri de detaylı olarak incelenmiş ve sonuçlar Tablo 3'te karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Table 3. Taksonların dış morfolojik özellikleri

Takson	Bitki Yüksekliği (cm)	Lamina Boyutları (Boy-En) (cm)	Brahte Boyutları (Boy-En) (cm)	Çiçek Vertisillatlı arı (Adet)	Korolla Rengi	Korolla Boyu (mm)	Kaliks Boyu (mm)
<i>Sideritis brevidens</i>	(15)-39-56	2-3,5x0,9-1,4	1,7-2 x 1,2-1,5	3-10	Sarı	12-14	8-11
<i>Sideritis vuralii</i>	30-78	1-6 x 0,5-2	1-1,4 x 0,5- 0,7	3-14	Sarı	9-10	6-7,5
<i>Sideritis rubriflora</i>	25-78	1,3-1,5 x 0,8-1	0,7-1,3 x 0,9-1,6	7-15	Kırmızı-Mor	9-11	7-8,5

*Sideritis* cinsine ait ülkemizde yayılış gösteren 55 taksondan 14 adeti IUCN (Uluslararası Doğa Koruma Birliği)'in tehlike kategorilerine göre "Tehlikede" (CR, EN ve VU) kategorilerinde yer almaktadır (Kuşaksız, 2019). Bu çalışmada ele alınan taksonlardan 1 adeti CR (Critically Endangered-Kritik Tehlikede) 2 adeti ise VU (Vulnerable-Hassas) tehlike kategorisinde yer almaktadır. Bu taksonlara ait herhangi bir koruma tedbiri uygulanmamakla birlikte tıbbi bitkiler olduklarından doğal ortamlarından faydalanma da oldukça fazladır. Faydalanmanın yüksek olduğu bu tür nesli tehdit altında olan tıbbi ve aromatik bitki taksonlarının kültüre alınarak çoğaltılmaları aşırı faydalanmanın önüne geçilmesine olanak sağlayacaktır.

### YAZAR KATKILARI

**Ali Topal:** Bitki örneklerinin araziden toplanması, dış morfolojik özelliklerin belirlenmesi için ölçümlerin yapılması ve makalenin yazımına katkı sağlama. **Seyran Palabaş Uzun:** Taksonlara ait tohum özelliklerinin belirlenmesi, tohum ölçümlerinin yapılması ve makalenin yazımına katkı sağlama

### KAYNAKLAR

Arslan, N. (2014). Endemik Tıbbi Bitkilerimiz. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23–25 Eylül 2014, Bildiriler Kitabı, s. 9-21, Yalova.

- Arslan, N., Baydar, H., Kızıl, S., Karık, Ü., Şekeroğlu, N. & Gümüşcü, A. (2015). Tıbbi Aromatik Bitkiler Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1 s. 483-507, Ankara.
- Barbet, J.C., Francisco-Ortega, J., Santos-Guerra, A., Turner, K.G., & Jansen, R.K. (2002). Origin of Macaronesian *Sideritis* L. (Lamioideae: Lamiaceae) inferred from nuclear and chloroplast sequence datasets, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 23, 293–306.
- Bilgin, S. (2013). Some Morphological Characteristics and Uses of *Sideritis sipylea* Boiss., International Caucasian Forestry Symposium, 24-26 October 2013, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, s. 525-528.
- Bojnanský, V. & Fargašová, A. (2007). Taxonomy and Morphology of Seeds. In Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora, Springer, pp. 1-954, Netherlands.
- Çarıkcı, S., Sağır, Z., & Kılıç, T. (2012). Türkiye İçin Endemik İki *Sideritis* Türünün Mineral İçerikleri. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, Bildiri kitabı, s. 81-87, Tokat.
- Davis, P.H., 1965-85. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, I-IX., University Press, Edinburgh.
- Duman, H., Kırimer, N., Ünal, F., Güvenç, A. & Şahin, P. (2005). Türkiye *Sideritis* L. Türlerinin Revizyonu. Proje No: TBAG–1853 (199T090), Ankara.
- Erbaş, S. & Fakir, H. (2012). Türkiye'nin Batı Akdeniz Yöresinde doğal olarak yetişen dağ çayı (*Sideritis libanotica* Labill. subsp. *linearis* (Benth) Bornm) ve bayır kekiği (*Origanum sipyleum* L.) türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 119-122.
- Erdem, F., Doğan, G., Kıran, Y. & Evren, H. (2017). Morphological, anatomical, palynological and karyological characters of endemic *Sideritis vulcanica* Hub.-Mor. (Lamiaceae) from Turkey, *International Journal of Nature and Life Sciences (IJNLS)*, 1(1), 1-12.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Hanoğlu, Y.D., Hanoğlu, A., Yusufoglu, H., Demirci, B., Başer, K.H.C., Çalış, İ., & Yavuz, D.Ö. (2020). Phytochemical Investigation of Endemic *Sideritis cypria* Post, Rec. Nat. Prod. 14:2 (2020) pp. 105-115.
- Kırimer, N., Başer, K.H.C., Demirci, B. & Duman, H. (2004). Essential Oils of *Sideritis* Species of Turkey Belonging to The Section Empedoclia, *Chemistry of Natural Compounds*, 40(1), pp. 19-23.
- Kuşaksız, G. (2019). Rare and Endemic Taxa of Lamiaceae in Turkey and Their Threat Categories, *Journal of Scientific Perspectives*, 3(1), 69-84.
- Öke F. (2006). Türkiye *Sideritis* L. (Labiatae) Türlerinin Tohum Protein Analizleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Biyoloji Bölümü) Yüksek Lisans Tezi, 60 s., Ankara.
- Türkmenoğlu, F.P. & Duman, H. (2015). Comparative Morphological Investigations on Three Related *Sideritis* L. Species Belonging Section Empedoclia, *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 35(1), pp. 87-101.
- Uçar, E. & Turgut, K. (2009). Bazı Dağ Çayı (*Sideritis*) Türlerinin In Vitro Çoğaltımı, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 51–57.
- Yaltirik, F. (1971). Yerli Akçaağaç (*Acer* L.) Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar, Bozak Matbaası, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No 1661, O.F. Yayın No 179, İstanbul, 232 s.
- Yordanova, M., & Apostolova, I. (2000). Estimation of the status of representative populations of *Sideritis scardica* Griseb. in the Rhodopi Mts, *Phytologia Balcanica* 6(1), 43-57.



## SAHİLÇAMI AĞAÇLANDIRMA ALANLARININ VERİMLİLİKLERİ İLE BAZI EKOLOJİK FAKTÖRLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER (SİNOP-BEKTAŞA YÖRESİ ÖRNEĞİ)

Nuray KAHYAOĞLU<sup>1,\*</sup>, Engin GÜVENDİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ormanlık Bölümü, Kürtün Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane

\*Sorumlu yazar: [nkahyaoglu@gumushane.edu.tr](mailto:nkahyaoglu@gumushane.edu.tr)

Nuray KAHYAOĞLU: <https://orcid.org/0000-0003-0682-9058>

Engin GÜVENDİ: <https://orcid.org/0000-0003-0211-0660>

**Please cite this article as:** Kahyaoglu, N. & Güvendi, E. (2020) Sahilçami ağaçlandırma alanlarının verimlilikleri ile bazı ekolojik faktörler arasındaki ilişkiler (sinop-bektaşa yöresi örneği). *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 11-25

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 12 Kasım 2019 / Received 12 November 2019

Düzeltilmelerin gelişi 24 Aralık 2019 / Received in revised form 24 December 2019

Kabul 26 Aralık 2019 / Accepted 26 December 2019

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Türkiye’de odun hammaddesine olan talep artışını karşılamak için ağaçlandırma çalışmalarına ağırlık verilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Ağaçlandırma çalışmalarında genellikle kanaatkâr ve hızlı gelişen türlerin kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu itibarla, ülkemizde Sahilçami (*Pinus pinaster* Ait.) endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılacak iyi bir tür olarak gözükmektedir. Bu nedenle, Sahilçami’nin gelişimini ve büyümesini etkileyen önemli yetiştirme ortamı faktörlerini ve etki derecelerini saptayarak dönem sonunda en yüksek geliri elde etmek için verimliliğin en yüksek olduğu yerlerden çalışmaya başlamak önem arz etmektedir. Dolayısıyla, bu türün en iyi gelişme gösterdiği Batı Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirme ortamı özelliklerini araştıran çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, Sinop-Bektaşa Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yayılış gösteren Sahilçami ağaçlandırma alanındaki toprakların mutlak derinlik, mekanik bileşim (tekstür), toprak tepkimesi, organik madde miktarı, dış toprak durumu ve humus formu gibi bazı özellikleri ile verimlilik (bonitet endeksi) arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, Sinop-Bektaşa Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Sahilçami meşcerelerinden, 35 adet örnek alandan toplam 145 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri üzerinde toprak türü, toprak reaksiyonu, organik madde, faydalanabilir su kapasitesi (FSK) vb. gibi özellikler belirlenmiştir. Ayrıca her bir örnek alan için 20 yaşındaki üst boy değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan verimlilik endeksi iyi, orta, düşük olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her bir örnek alandaki verimlilik endeksi ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Sonuç olarak; verimlilik endeksi ile % kil miktarı, % toz miktarı, ortalama % organik madde ve ortalama % FSK arasında pozitif, % kum miktarı arasında negatif ilişkiler bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Sahilçami, verimlilik, toprak özellikleri, ağaçlandırma

## THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE SITE INDEX OF MARITIME PINE PLANTING AREAS AND SOME ECOLOGICAL FACTORS (CASE OF SINOP-BEKTAŞA REGION)

**ABSTRACT:** In order to meet the increase in demand for wood raw materials in Turkey, it has become imperative to focus on reforestation efforts. It is generally recommended to use consensual and rapidly developing species in afforestation studies. In this respect, our country's Maritime Pine (*Pinus pinaster* Ait.) it appears to be a good species to be used in industrial afforestation. For this reason, it is important to start working from the places where productivity is highest in order to obtain the highest income at the end of the period by determining the most important growing environment factors and the degree of impact that affect the development and growth of Maritime Pine. Therefore, it is seen that studies investigating the characteristics of the growing environment in the Western Black Sea region where this species is best developed are insufficient. In this study, the relationships between the absolute depth, mechanical composition (texture), soil reaction, organic matter quantity, external soil condition and humus form of the soils in the Maritime Pine afforestation area spread within the boundaries of Sinop-Bektaşa Forest Management Directorate and productivity (site index) were determined. For this purpose, a total of 145 soil samples were taken from 35 sample areas from Maritime Pine stands within the borders of Sinop-Bektaşa Forest Management Directorate. Soil type, soil reaction, organic matter, water holding capacity (WHC) etc. on soil samples taken such features have been identified. In addition, 20-year-old upper height values were calculated for each sample area. The calculated site index is divided into 3 groups: good, medium, low. The relationships between the site index and some soil properties in each sample area were statistically determined. As a result; there was a determined positive correlation between site index and clay (%), silt (%), organic matter content (%) and water holding capacity (%) and negative correlation with sand amount (%).

**Keywords:** Maritime pine, site index, soil characteristics, plantation

### GİRİŞ

Pek ok lkede olduğu gibi ülkemizde de hızlı gelişen yerli ve yabancı trlerle ağa ıŐlahı tedbirleri ve yoğun kltr nlemleri kullanılarak endüstriyel ağaçlandırmalar kurulmuŐtur (ler ve Turna, 2003).

Buğn lkemizin orman rejimi içinde gözüken, fakat ilk aşamada büyük ölçüde ağaçlandırma çalışmaları ile üretken hale sokulması beklenen 13.2 milyon ha. bozuk ve çok bozuk orman sahası bulunmaktadır. Ayrıca tarımsal kullanıma uygun olmayan 6 milyon ha. arazi de büyük ölçüde ağaçlandırma sahaslarına ayrılması gerekmektedir. Başta kağıt ve diğer orman ürünleri endüstrisi olmak üzere ülke endüstrisinde hızla büyüyen odun hammaddesi açığının giderilmesi, bu ağaçlandırma çalıŐmalarından beklenmektedir. Bu durumda çıkar yol olarak, verimsiz orman alanlarının kısa sürede ağaçlandırılarak verimli ormanlara dönüştürülmesi ve hızlı gelişen yerli ve yabancı ağaç türlerine öncelik verilmesi görüŐü ağırlık kazanmaktadır (Altun, 1995).

*Pinus pinaster* Ait., lkemizde ilk defa 1880 yılında İstanbul-Terkos kumullarını tespit çalışmalarında kullanılmıştır. 1950 yılından itibaren ise Sahilçamı ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır (Anonim, 1982).

Sahilçamı'nın odunu başta reçine üretimi olmak üzere, selüloz ve kağıt hamuru elde edilmesinde kullanılır. Genç yaşlarda çok hızlı büyüyen bu tür özellikle sahil kumulu ağaçlandırılmalarında başarı ile kullanılmaktadır (Anşin, 2001).

Ülkemizde ağaçlandırması yapılan hızlı gelişen yabancı tür orman ağaçları içinde en geniş alana sahip olan Sahilçamı, endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılabilir bir tür olarak gzlmektedir (zcan, 2003).

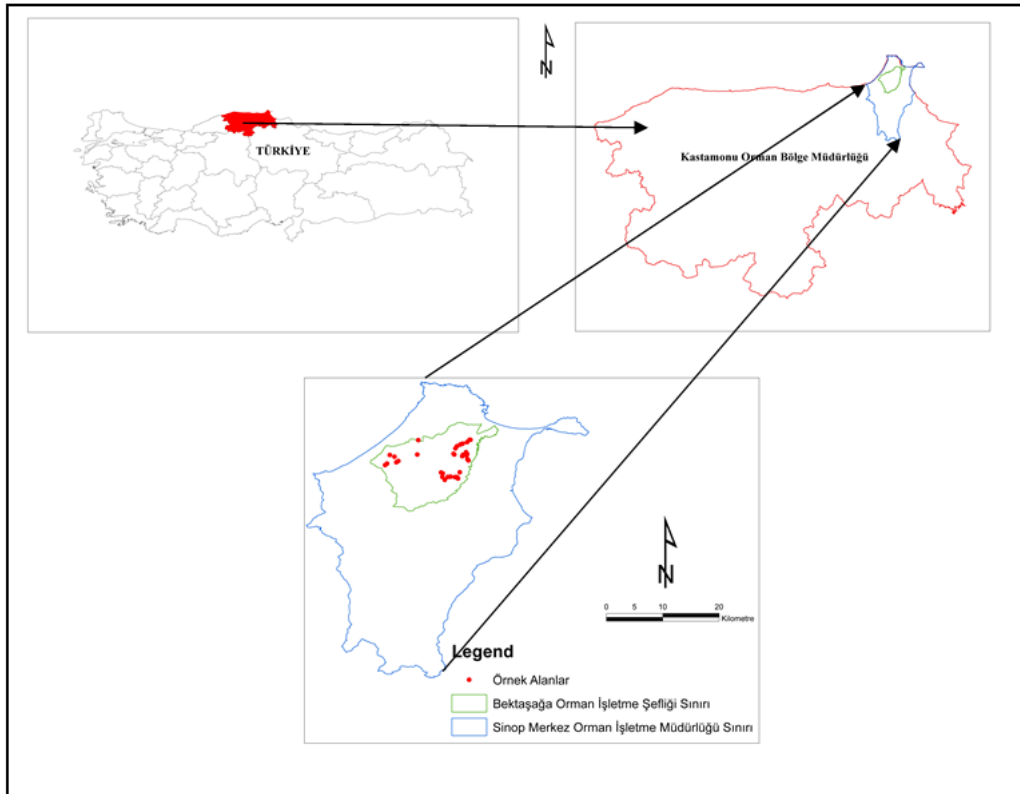
Bu çalışmada Sahilçamı meşcerelerinin verimliliği üzerinde hangi edafik etmenlerin etkili olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

#### *Mevki zellikleri*

Araştırma, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü' nde yer alan Sinop ili sınırları içerisinde bulunan Sahilçamı meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 41°51'36" – 42°06'53" Kuzey Enlemleri, 34°49'52" – 35°12'39" Doğu Boylamları arasında kalmaktadır.



Şekil 1. rnek Alanların Araştırma Alanına Dağılımı

## İklim

Araştırma alanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Sinop Meteoroloji İstasyonu'nun (32 m) gözlemleri ve ölçüm değerlerinden yararlanılarak araştırma alanının iklim tipinin belirlenmesinde; Thornthwaite (Eriñç, 1984) ve Kantarcı (1980) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırma alanında (32 m için) "C2 B'2 s a" sembolleriyle gösterilen "yarı nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, okyanus (deniz) iklim" tipi hakimdir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanının (32 m) su bilançosu

Bilanço elemanları		A Y L A R												Yıllık Ort.	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Sıcaklık	°C	7,0	6,6	6,9	10,1	14,4	19,4	22,6	23,9	19,7	16,0	12,9	9,5	14,1	
Sıcaklık indisi	i	1,6	1,6	2,2	4,2	6,5	8,5	10,2	10,3	7,8	5,7	4,1	2,7	65,4	
Düz.memiş PE	mm.	16,6	17,0	23,9	44,5	70,5	91,3	110,2	110,9	83,9	61,4	44,0	29,2		
Düz.miş PE	PET	13,7	14,1	24,6	49,6	88,8	115,5	140,7	132,0	87,0	58,6	36,1	23,1	708,3	
Yağış	y	70,6	57,3	50,7	37,4	33,7	36,4	30,0	32,3	69,3	71,0	89,9	93,6	672,6	
Depo Değiş.	Dd	-	-	-	-11,4	-54,3	-34,3	-	-	-	13,2	54,6	32,2		
Depolama	D	100,0	100,0	100,0	88,6	34,3	-	-	-	-	13,2	67,8	100,0		
Gerçek Ev-Tr	GET	13,7	14,1	24,6	49,6	88,8	71,5	30,8	33,1	70,1	58,6	36,1	23,1	438,6	
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	44,0	109,9	98,9	16,9	-	-	-	269,7	
Su Fazlası	Sf	57,7	44,0	26,9	-	-	-	-	-	-	-	-	39,4	0,0	
Yüzeysel Akış	Yü1	48,6	50,9	35,5	13,5	-	-	-	-	-	-	-	19,7	13,5	
"	"	Yü2	38,7	41,4	34,1	17,1	8,5	4,3	2,1	1,1	0,5	0,3	0,1	19,8	0,0
Nemlilik Oranı	Ne	4,2	3,1	1,1	-0,2	-0,6	-0,7	-0,8	-0,7	-0,2	0,2	1,5	3,1		

## Anakaya ve Jeolojik Yapı

Çalışmanın yürütüldüğü alanda anakaya, üçüncü zaman eosen devrine ait tortul kitleler ve metamorfik olup şist, kum, grey ve kildir. Toprak sırtlarda kumlu balçık ve balçıklı kum, yamaçlarda mutedil balçık, dere içlerinde genellikle kil toprağı karakterinde olup nemlendirilip parmaklar arasında çok ince şekiller meydana getirebilir.

Gerek sırtlarda gerek yamaçlarda ve gerekse dere tabanlarında toprak derindir. Açılan profillerde toprağın bütün tabakalarını (A,B,C horizonları) görmek mümkün olup kayda değer taş oranına rastlanmamıştır.

## Bitki Örtüsü

Çalışma alanı sahil çamı ağaçlandırma alanı olmasına rağmen bazı örnek alanlarda asli türler olan Kayın (*Fagus*), Meşe (*Quercus*), Gürgen (*Carpinus*), Dişbudak (*Fraxinus*) ve Kavak (*Populus*) gibi ağaç türleri karışıma girmeyecek sayıda münferit olarak bulunmaktadır. Araştırma alanlarında belirlenen bitki türlerinin; *Arbutus unedo*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Chamaecytisus supinus* (L.), *Cistus creticus*, *Cistus salvifolius*, *Clamatis vitalba*, *Clinopodium vulgare*, *Conyza canadensis*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinum*, *Crataegus microphylla*, *Crepis reuteriana*, *Daphne pontica*, *Daucus carota*, *Erica arborea*, *Eşek diken*(pembe çiçekli), *Euphorbia amygdaloides*, *Fagus orientalis*, *Fragaria vesca*, *Frangula alnus ssp. alnus*, *Galium aparine*, *Hedera helix*, *Helleborus*

*orientalis, İlex cholchicum, Laurus nobilis, Malus sylvestris, Mentha pulegium, Mespilus germanica, Paliurus spina-christii, Periploea graeca, Phylrae latifolia, Phytolacea americana, Pimpinella ssp., plantago lanceolata, Populus alba, Psoralea butimunosa, Pteridium aquilinum, Pyracantha coccinea, Pyrus communis, Quercus cerris ssp. cerris, Quercus frainetto, Quercus hartwissiana, Quercus petrea, Rhododendron luteum, Rosa canina, Rubus plathyphyllos, Rubus sanctus, Ruscus aculeatus, Ruscus hypoglossum, Salix fragilis, Sanchus asper, Similax exelsa, Solanum nigrum, Sorbus torminalis, Stelleria holostea, Teucrium chamaedrys, Ulmus minör, Veronica officinalis, Vicia cracca, Viola sieheana* olduğu belirlenmiştir.

## **Materyal**

Bu çalışmada Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) meşcerelerinde açılan 35 adet toprak çukurundan alınan 145 adet toprak örneği materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma alanları değişik yıllarda dikilmiş Sahilçamı ağaçlandırma alanlarından oluşmaktadır (Kahyaoğlu, 2005).

## **Metot**

Arazide yapılan çalışmalarla örnek alanların özel mevki elemanları, örnek alanların bitki örtüsü, her bir örnek noktada; dış toprak durumu, ölü örtü, humus tipi gibi toprağın dış yüzeyine ait verilerin belirlenmesini takiben yaklaşık 0,70 x 1,20 (1,50) m boyutlarında ve dikdörtgen şeklinde toprak çukurları açılmıştır. Her bir toprak çukurundaki toprak katmanları belirlenerek her bir toprak katmanından yeterli miktarda toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvarında gazete kağıtları üzerine serilip kurutularak hava kurusu hale getirilmiştir. Ardından topraklar havanda öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek ince kısım ve iskelet kısmı ayrılarak analize hazır hale getirilmiştir.

Analize hazır hale getirilen toprak örnekleri üzerinde; higroskopik nem, toprağın mekanik bileşimi ve toprak türü, toprak reaksiyonu (pH), organik madde, tarla kapasitesi ve solma sınırındaki nem ile faydalanılabilir su kapasitesi tayinleri yapılmıştır (Gülçur, 1974).

Yetiştirme ortamı boniteti; meşcerelerin büyüüp geliştiği ortamın verimliliğini, hasılat ve üretim gücünü ortaya koyan bir terim olarak tanımlanmaktadır (Eraslan, 1982).

Örnek alanlardaki verimlilik (BE) tayini için, meşcere yaşı ve meşcere üst boyunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla her örnek alanda hektarda 100 ağaç yöntemine göre belirlenen sayıda en boylu ağaçların yaş ve boylarının ortalaması alınarak ortalama yaş ve üst boylar bulunmuştur. Bu çalışmadaki Sahilçamı ağaçlandırma alanlarının bonitet endeksini belirlemek için araştırmacılar standart yaşı 20 olarak belirlemiştir. Standart yaş olan 20. yaşta ağaçların boylanma eğrisine karşılık gelen en büyük ve en küçük boy değerlerinin farkı dikkate alınarak, 4.5'er metre ara ile 3 bonitet sınıfı oluşturulmuştur. Daha sonra bu ortalama yaş ve üst boylar geliştirilen bonitet endeks tablosu kullanılarak her bir örnek alan için bonitet endeksi hesaplanmıştır.

Araştırmanın amacı, Sahilçamı'nın gelişimini etkileyen yetiştirme ortamı değişkenlerinin belirlenmesi olduğundan, verimlilikle ilişkili olan değişkenleri ortaya koymak için korelasyon analizi, bu değişkenlerdeki değişkenliği tahmin etmek ve bir tahmin modeli oluşturmak için

basit regresyon analizi yapılmıştır. İstatistiksel analizleri gerçekleştirmek için SPSS 21 paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR

### rnek Alanların Toprak zellikleri ve Verimlilik Sınıflarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanındaki toprakların derinlik, mekanik bileşim (tekstür), toprak tepkimesi, organik madde miktarı, dış toprak durumu ve humus formu gibi bazı özelliklerine ilişkin bulgular tespit edilmiştir.

Çalışma alanı topraklarının mutlak toprak derinliği bakımından daha çok orta derin ve pek derin toprak özelliği gösterdiği anlaşılmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2.** rnek Alanların Mutlak Toprak Derinliği ve Verimlilik Sınıflarına Dağılımı

Mutlak Toprak Derinliği	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde (%)
Sığ	1	2	-	3	9
Orta Derin	2	10	-	12	34
Derin	3	5	1	9	26
Pek Derin	4	4	3	11	31
TOPLAM	10	21	4	35	100

Tablo 3 incelendiğinde araştırma alanındaki toprakların % 51'inin balçıklı kil, % 34'ünün ağır kil toprak türüne sahip olduğu, bunları sırasıyla % 6 ile kumlu killi balçık, % 3 ile killi balçık ve kumlu kil takip ettiği görülmektedir. Kil oranı yüksek toprakların I. ve II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığı görülmüştür.

**Tablo 3.** rnek Alanların Toprak Türü ve Verimlilik Sınıflarına Dağılımı

Toprak Türü Sınıfları	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
Ağır Kil	1	11	-	12	34
Balçıklı Kil	9	8	1	18	51
Kumlu Kil	-	-	1	1	3
Killi Balçık	-	1	-	1	3
Kumlu Killi Balçık	-	-	2	2	6
Kumlu Balçık	-	1	-	1	3
TOPLAM	10	21	4	35	-

Araştırma alanındaki toprakların Ah horizonundaki aktüel asitlikleri incelendiğinde; % 83'ünün orta derecede asit ve % 17'sini ise kuvvetli asit özellikte olduğu anlaşılmaktadır. Orta derecede asit toprakların II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığı, bunu I. verimlilik ve III. verimlilik sınıfının takip ettiği görülmektedir. Kuvvetli asit topraklar ise I ve II. verimlilik sınıfında yer almaktadır. Kuvvetli aside III. verimlilik sınıfında rastlanmamıştır (Tablo 4).



**Tablo 4.** rnek Alanların Ah Horizonundaki Aktüel Asitlik ve Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Toprak Reaksiyon Sınıfları	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
ok kuvvetli asit (pH<4)	-	-	-	-	-
Kuvvetli asit (4<pH<4.9)	3	3	-	6	17
Orta derecede asit (5<pH<5.9)	7	18	4	29	83
TOPLAM	10	21	4	35	100

Araştırma alanındaki toprakların Ael horizonundaki aktüel asitlikleri incelendiğinde, %86'sı orta derecede asit, % 14' ise kuvvetli asit sınıfında yer almaktadır. Orta derecede asit sınıfında yer alan toprakların büyük bölümü II. verimlilik sınıfında yoğunlaşmıştır. Bunu I. ve III. verimlilik sınıfları takip etmektedir. Kuvvetli asit sınıfındaki topraklar I. ve II. verimlilik sınıflarına hemen hemen eşit dağılmışlardır. III. verimlilik sınıfında kuvvetli aside rastlanmamıştır (Tablo 5). Araştırma alanı topraklarının Ah ve Ael horizonlarındaki aktüel asitlikleri dikkate alındığında ok kuvvetli asit sınıfında topraklara rastlanmadığı görülmektedir.

**Tablo 5.** rnek Alanların Ael Horizonundaki Aktüel Asitlik ve Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Toprak Reaksiyon Sınıfları	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
ok kuvvetli asit (pH<4)	-	-	-	-	-
Kuvvetli asit (4<pH<4.9)	3	2	-	5	14
Orta derecede asit (5<pH<5.9)	7	19	4	30	86
TOPLAM	10	21	4	35	100

Tablo 6 incelendiğinde, araştırma alanında Ah horizonundaki toprakların potansiyel asitlik değerlerinin % 69'unun kuvvetli asit, % 29'unun ok kuvvetli asit ve % 2'sinin ise orta derecede asit özellikte olduğu görülecektir. Kuvvetli asit toprakların II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığı, bunu sırasıyla I. ve III. verimlilik sınıfının takip ettiği anlaşılmaktadır. ok kuvvetli asit topraklar, ok kuvvetli asitte olduğu gibi II. verimlilik sınıfında yoğunlaşırken, bunu I. verimlilik sınıfı takip etmiştir. III. verimlilik sınıfında ise ok kuvvetli asit topraklara rastlanmamıştır.

**Tablo 6.** rnek Alanların Ah Horizonundaki Potansiyel Asitlik ve Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Toprak Reaksiyon Sınıfları	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
ok kuvvetli asit (pH<4)	3	7	-	10	29
Kuvvetli asit (4<pH<4.9)	7	13	4	24	69
Orta derecede asit (5<pH<5.9)	-	1	-	1	2
TOPLAM	10	21	4	35	100

Araştırma alanındaki toprakların Ael horizonundaki potansiyel asitlikleri incelendiğinde, % 54'ünün kuvvetli asit ve % 46'sının ok kuvvetli asit özellikler taşıdığı anlaşılmaktadır. Kuvvetli asit ve ok kuvvetli asit toprakların daha ok II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığı,

bunu I. verimlilik ve III. verimlilik sınıfının takip ettiği, orta derecede asit karakterdeki topraklara ise rastlanmadığı görülmektedir (Tablo 7).

Gerek Ah ve gerekse Ael horizonlarındaki potansiyel asitlik değerlerinin orta derecede asitlikten kuvvetli aside ve çok kuvvetli aside doğru kayma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Aynı horizonların aktüel asitlikleri incelendiğinde daha çok orta derecede asit karakteri taşıdıkları anlaşılmaktadır.

**Tablo 7.** rnek Alanların Ael Horizonundaki Potansiyel Asitlik ve Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Toprak Reaksiyon Sınıfları	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
Çok kuvvetli asit (pH<4)	4	10	2	16	46
Kuvvetli asit (4<pH<4.9)	6	11	2	19	54
Orta derecede asit (5<pH<5.9)	-	-	-	-	-
TOPLAM	10	21	4	35	100

Araştırma alanındaki toprakların Ah horizonundaki organik madde içerikleri incelendiğinde, orta derecede humuslu toprakların ağırlıkta (% 63) olduğu, bunu az humuslu toprakların (% 31) takip ettiği, çok humuslu toprakların ise % 6 düzeyinde kaldığı görülmektedir. Orta derecede humuslu toprakların daha çok II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığı, bunu I ve III. verimlilik sınıflarının takip ettiği görülmektedir. Benzer durumu az humuslu topraklar için de söylemek mümkündür. Sayıları az dahi olsa çok humuslu topraklar I. verimlilik sınıfında bulunmaktadır. Araştırma alanında çok az humuslu topraklara rastlanmamıştır (Tablo 8).

**Tablo 8.** rnek Alanların Ah Horizonundaki Organik Madde Miktarlarının Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Organik Madde Sınıfları (%)	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
Çok az humuslu (< % 1)	-	-	-	-	-
Az humuslu (% 1 - 2)	3	7	1	11	31
Orta derecede humuslu (% 2.1 - 5)	5	14	3	22	63
Çok humuslu(% 5.1 - 10)	2	-	-	2	6
TOPLAM	10	21	4	35	-

Tablo 9 incelendiğinde, araştırma alanındaki toprakların Ael horizonundaki organik madde içeriklerinin orta derecede humusludan çok az humusluya doğru bir değişim içerisinde olduğu görülecektir. Ael horizonunda çok humuslu topraklara rastlanmamış, çok az humuslu toprakların oranında ise artış gözlenmiştir. Toprak derinliğine bağlı olarak organik madde oranının azalması ve yıkanmanın etkileri Ael horizonundaki organik madde içeriğinin düşük seviyelerde kalmasına sebep olmuştur. Ael horizonundaki topraklar humus içerikleri yönünde değerlendirildiklerinde, az humuslu toprakların % 52 oranı ile en yüksek düzeyde olduğu, bunu % 31 ile çok az humuslu toprakların takip ettiği, Ah horizonunda en yüksek düzeyde olan orta derecede humuslu toprakların % 17 seviyelerinde kaldığı görülecektir. Toprakların organik madde içeriği yönünden verimlilik sınıflarına dağılımı göz önüne alındığında; az humuslu toprakların II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığı, bunu I ve III. verimlilik sınıflarının takip ettiği anlaşılmaktadır. Benzer durumu çok az humusa sahip organik madde grubu için de söyleyebiliriz. Orta derecede humusa sahip toprakların daha çok I ve II. verimlilik sınıfında yer almaktadır (Tablo 8,9).

**Tablo 9.** rnek Alanların Ael Horizonundaki Organik Madde Miktarlarının Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Organik Madde Sınıfları (%)	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde (%)
ok az humuslu (< % 1)	3	6	2	11	31
Az humuslu (% 1 - 2)	5	11	2	18	52
Orta derecede humuslu (% 2.1 - 5)	2	4	-	6	17
ok humuslu (% 5.1 - 10)	-	-	-	-	-
TOPLAM	10	21	4	35	-

Araştırma alanındaki toprakların yağışlardan depolayarak bitkiye verebilecek durumda tuttuğu su miktarları önceden materyal ve yöntem kısmında aıklanan yönteme göre yüzde (%) cinsinden belirlenmiştir. Araştırma alanının % 97'lik bir kısmı yeterli, orta ve iyi derecede FSK değerlerine sahip bulunmaktadır. FSK yönünden topraklar değerlendirildiğinde, orta derecede FSK değerlerinin ağırlıkta (% 63) olduğu, bunu sırasıyla yeterli düzeydeki toprakların (% 31) takip ettiği, iyi ve kurak karakterdeki toprakların ise % 3 düzeyinde olduğu görülecektir. Yre topraklarının kil oranlarının yüksek olması FSK' y olumsuz yönde etkilemekte, FSK değerlerinin düşük seviyelerde kalmasına sebep olmaktadır. Orta ve yeterli FSK' ya sahip olan toprakların II. verimlilik sınıfında yoğunlaştığu bunu I. Ve III verimlilik sınıflarının takip ettiği anlaşılmaktadır (Tablo 10).

**Tablo 10.** rnek Alanların Faydalanılabilir Su Kapasitesi (FSK) Değerlerinin Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Faydalanılabilir suyun nitel olarak miktarı	FSK (%)	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
		I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
Kurak	0 – 4,9	-	1	-	1	3
Yeterli	5 – 9,9	7	12	3	22	63
Orta	10 – 14,9	2	8	1	11	31
İyi	15 – 20	1	-	-	1	3
TOPLAM		10	21	4	35	-

Araştırma alanındaki örnek alanları humus formu yönünden değerlendirdiğimizde % 83 oranında rntl mull ve % 17'sinin ise mull tipi humusa sahip olduğu görülecektir. Araştırma alanında ham humus tipine rastlanmıştır (Tablo 11).

rntl mull tipine sahip toprakların daha ok II. verimlilik sınıfında yer aldıkları, bunu I ve III. verimlilik sınıflarının takip ettiği anlaşılmaktadır. Mull tipi humus ise I ve II. verimlilik sınıflarına eşit olarak dağılmıştır. III. verimlilik sınıfında mull tipi humusa rastlanmamıştır. Humus tipleri yönünden örnek alanların daha ok II. verimlilik sınıfında yoğunlaşmış bunu I ve III verimlilik sınıfları takip etmiştir. Mull tipi organik maddenin ayrışma seyrini ortaya koyan ekolojik bir terimdir. Organik maddenin ayrışma hızı en düşük düzeyden en yüksek düzeye doğru Ham humus, rntl mull ve mull humus tipi ile karakterize edilir. Araştırma alanında l örtünün ayrışması orta derecede bir seyrir takip ettiği iin II. verimlilik sınıfındaki örnek alan sayısı daha fazla olmuştur.

**Tablo 11.** rnek Alanların Humus Formu ve Verimlilik Sınıflarına Göre Dağılımı

Humus formu sınıfları	Verimlilik Sınıfları			TOPLAM	
	I	II	III	Sayı	Yüzde(%)
Mull	3	3	-	6	17
rntl Mull	7	18	4	29	83
TOPLAM	10	21	4	35	100

**Bonitet Sınıflarının (Verimliliğın) Belirlenmesine İlişkin Bulgular**

Araştırma alanında anamorfik yönteme göre düzenlenen bonitet sınıflarının sınır değerleri ve örnek alanların verimlilik sınıflarına dağılımı Tablo 12’ de verilmiştir.

Tablo 12 incelendiğinde örnek alanların % 60’ının II. verimlilik sınıfında yer aldığı görülmektedir. Bunu I. (% 29) ile ve III. (% 11) verimlilik sınıfları takip etmektedir.

**Tablo 12.** rnek Alanların Verimlilik Sınıflarına Dağılımı ve Yüzdeleri

Verimlilik endekslerinin karşılaştırılması	Verimlilik sınıfları		
	I	II	III
Verimlilik sınırları (m)	6.25-10.74	10.75-15.24	15.75-19.75
rnek Alan Sayı	10	21	4
rnek Alan Yüzde (%)	29	60	11

**İstatistiksel Analizlere İlişkin Bulgular**

Araştırma alanında alınan örnek alanlara tespit edilen verimlilik sınıfları (bağımlı değişken) ile bağımsız değişkenler (toprak türü, organik madde, kum, toz, kil vb. gibi) arasında istatistiksel analizler yapılmıştır (Tablo 13, 14, 15).

Tablo 13 incelendiğinde; sahil çamının verimliliğı ile toz, ortalama organik madde (P<0.01), kil ve ortalama FSK arasında (P<0.05) pozitif; kum ile negatif (P<0.01) ilişki bulunmuştur.

**Tablo 13.** Verimlilik ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

		BONEND	KUM	KIL	TOZ	ORTFSK	ORTORGMA
BONEND	Pearson Korelasyon Katsayısı	1	-,320(**)	,196(*)	,295(**)	,173(*)	,262(**)
	nem Düzeyi (p)	.	,000	,018	,001	,037	,001
	rnek Sayısı	145	145	145	145	145	145
KUM	Pearson Korelasyon Katsayısı		1	-,883(**)	-,376(**)	-,191(*)	-,461(**)
	nem Düzeyi (p)		.	,000	,000	,022	,000
	rnek Sayısı		145	145	145	145	145
KIL	Pearson Korelasyon Katsayısı			1	-,102	-,023	,372(**)
	nem Düzeyi (p)			.	,221	,783	,000
	rnek Sayısı			145	145	145	145
TOZ	Pearson Korelasyon Katsayısı				1	,450(**)	,244(**)
	nem Düzeyi (p)				.	,000	,003
	rnek Sayısı				145	145	145
ORTFSK	Pearson Korelasyon Katsayısı					1	,080
	nem Düzeyi (p)					.	,339
	rnek Sayısı					145	145
ORTORGMA	Pearson Korelasyon Katsayısı						1
	nem Düzeyi (p)						.
	rnek Sayısı						145

\*\* Korelasyon 0,01 önem düzeyinde anlamlı

\* Korelasyon 0,05 önem düzeyinde anlamlı

Ayrıca araştırma alanında alınan toprak profillerinin horizonları (Ah, Ael, AB, B, BC) kendi içinde gruplandırılmış ortalama değerleri alınmış ve sahil çamının verimliliği ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur (Tablo 14).

Bu istatistik analizin yapılmasındaki amaç, her bir horizonla ait ortalama değerler ile verimlilik arasında ne tür bir ilişkinin var olduğunu ortaya çıkarmaktır.

Bu korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, sahil çamının verimliliği (st boyu=bonitet) ile Ah horizonundaki kum ( $r = -0.378$ ) ve AB horizonundaki kum ( $r = -0.344$ ) ile negatif,

Ah horizonundaki toz ( $r = 0.428$ ) ve BC horizonundaki ortalama organik madde arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,01$ ) ( $r = 0,27$ ) (Tablo 14).

**Tablo 14.** Verimlilik ile Toprak Horizonlarındaki Bazı Ortalama Edafik zellikler Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

	Bonitet Endeksi		
	Pearson Korelasyon Katsayısı	nem Düzeyi (p)	rnek Sayısı
AhKum	-,378(*)	,025	35
AhToz	,428(*)	,010	35
ABKum	-,344(*)	,040	36
BCortorgmadde	,884(*)	,047	5

\*\* Korelasyon 0,01 önem düzeyinde anlamlı

\* Korelasyon 0,05 önem düzeyinde anlamlı

Tablo 15'teki regresyon denklemleri incelendiğinde, araştırma alanında yayılış gösteren Sahilçamı meşelerinin boy büyümesinin % 23' n ortalama kum ve toz miktarları açıklamaktadır.

**Tablo 15.** Verimlilik ile Bazı Edafik zellikler Arasındaki Regresyon Analizi Sonuçları

	R <sup>2</sup>	$\alpha$
Verimlilik Göstergesi = 13,614 – 0,039 * Kum	-0,104	0,01
Verimlilik Göstergesi = 10,981 + 0,0256 * Kil	0,041	0,05
Verimlilik Göstergesi = 10,538 + 0,0762 * Toz	0,092	0,01
Verimlilik Göstergesi = 13,055- 0,0135 * Yükselti	-0,074	0,01
Verimlilik Göstergesi = 12,401- 0,0036 * Bakı	-0,053	0,01
Verimlilik Göstergesi = 10,745 + 0,1235 * Ortfsk	0,031	0,05
Verimlilik Göstergesi = 10,757 + 0,9301 * Ortorgmadde	0,073	0,01

## TARTIŞMA

### **Anakaya ve Toprağın Mekanik BileŐimine İlişkin Bulguların TartıŐılması**

Çalışmanın yürütüldüğü alanda anakaya, üçüncü zaman eosen devrine ait tortul kitleler ve metamorfik olup Şist, kum, grey ve kil Őeklinindedir. Topraklar sırtlarda kumlu balçık ve balçıklı kum, yamaçlarda mutedil balçık, dere içlerinde genellikle kil toprağı karakterindedir.

Araştırma alanında açılan profillerde arazide yapılan çalışmalar sırasında ve alınan toprak örneklerinde taŐa rastlanmadığından topraklar taŐsızdır diyebiliriz. Onun için mekanik bileşim kısmında toprağın ince kısmı olan kum, toz, kil üzerinde durulacaktır.

Kantarcı ve Karaöz (1991), sarıçamın boylanması üzerinde yaptıkları bir çalışmada toprakların fiziksel özelliklerinden birim hacimdeki kil+toz miktarının etkili olduğunu, toz ve kil toprağının gözeneklerinin iriliği, inceliği üzerine, dolayısıyla toprağın su ve hava ekonomisine etki ederek boy gelişimini etkilediğini ortaya koymuŐtur.

Araştırma alanı için yapılan istatistiksel analizlerde verimlilik ile ince topraktaki % kil ve % toz miktarı arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Bunun ekolojik anlamı; toprakların ince kısmı içerisinde yer alan toz ve kil miktarının toprakta belli bir orana kadar yüksek olması verimliliği olumlu yönde etkileyecektir. Çünkü topraktaki toz ve kil kolloidleri bir taraftan toprakta depo edilen suyu artırırken diğer taraftan da bitkilerin yararlanacakları su ve besin maddesi miktarını artırıcı yönde etki yapmaktadır. Ancak, belirtilen kil miktarı (>%35) ağır topraklar oluşturacak Şekilde yüksek olursa bu da bitki beslenmesi yönünden olumsuz Őartlar oluŐturacaktır. Nitekim, kil ve toz miktarı ile verimlilik arasında pozitif ilişkinin çıkmıŐ olması bu düŐünceyi desteklemektedir. Gnl vd., 2006 tarafından Doğu Ladini (*Picea orientalis*)'nde yapılan benzer bir çalışmada, topraktaki Ah horizonundaki kil miktarı (%) ile verimlilik arasında ( $r=0,45$ ) ve B horizonundaki kil miktarı (%) ile Doğu Ladini' nin verimliliği arasında ( $r=0,51$ ) istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuş olup elde ettiğimiz sonucu destekler niteliktedir.

Buna karşın; toprakların ince kısmı içerisinde yer alan kum, toprak suyunu yüzey gerilimi ile tuttuğundan bu sudan bitkiler yararlanamamaktadır. Onun içindir ki, kum ile verimlilik arasında negatif ilişki çıkmıŐtur. Gnl vd., 2006 tarafından Doğu Ladini (*Picea orientalis*)'nde yapılan benzer bir çalışmada, topraktaki Ah horizonundaki kum miktarı (%) ile verimlilik arasında ( $r=-0,29$ ) ve B horizonundaki kum miktarı (%) ile verimlilik arasında ( $r=-0,49$ ) istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki bulunmuştur. Yine, Yılmaz (2005) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar bu durumu destekler niteliktedir.

### **Toprak Organik Maddesine İlişkin Bulguların TartıŐılması**

Araştırmanın yapıldığı alandaki topraklar organik madde miktarları bakımından değerlendirildiğinde Ah horizonunun % 31'i az humuslu, % 63' orta derecede humuslu ve % 6'sının da çok humuslu olduğu görülmektedir. Ael horizonunun ise % 31'i çok az humuslu, % 52'i az humuslu ve % 17'si orta derecede humuslu olduğu görülmektedir. Sahil çamı ormanlarının altında mull ve çrntl mull tipinde humus formları yer almaktadır. Ham humusa ise rastlanmamıŐtur. Özellikle çrntl mull oranının % 83 düzeylerinde olması l örtünün ayrıŐma seyrinin orta derecede olduğu izlenimini akla getirmektedir. Geriye kalan % 17'lik kısım ise mull tipi özellik göstermektedir. l örtünün ayrıŐma seyri

zerinde, l örtünün türü (ibreli, yapraklı), karışımı, pH, oksijen, su, besin maddesi ve sıcaklık etkili olmaktadır. Sahilamı ibrelerinin reine içermesi ve bölgede rutubetin yeterli olmaması (su aıgının bulunması) gibi nedenlerden dolayı l örtüde hızlı bir ayrışma gözlenmemektedir. Her ne kadar böyle ise de yine de alanda ham humusa rastlanmamış olması yeterli düzeyde bir ayrışmaya işaret etmektedir.

Zira yapılan istatistiksel analizlerden elde edilen sonuçlara göre toprağın ortalama organik maddesi ile verimlilik arasında pozitif bir ilişki ( $P<0,01$ ) ( $r=0,27$ ) vardır. Ercanlı vd., 2008 tarafından Doğu Ladini' nde yapılan benzer bir çalışmada bu sonuçları destekler niteliktedir. Bunun ekolojik olarak topraktaki organik madde miktarının artmasına bağlı olarak verimlilikte artmaktadır. Topraklarda organik madde miktarının artması su tutma kapasitesini, mineral besin maddesi miktarını artırmakta havalanma koşullarını iyileştirmektedir. Bu gibi olumlu etkilerinden dolayı toprakların ortalama organik madde miktarı ile bonitet endeksi arasında pozitif bir ilişkinin ortaya çıktığı düşünmektedir.

Toprakların verimliliklerine etki eden fizyoğrafik karakteristikler özellikle organik maddenin birikimi ve ayrışması üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu durum toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde doğrudan büyük değişikliklere neden olabilmektedir. Bu değişkenlik arazi kullanımına bağlı verimliliği de etkilemektedir (Dindaroğlu ve Canbolat, 2017).

### ***Toprakların Faydalı Su Kapasitesine İlişkin Bulguların Tartışılması***

Araştırma alanındaki topraklar faydalanılabilir su kapasitesi bakımından değerlendirildiğinde; örnek alanların %3' (1 tane) iyi, % 31'i (11 adet) orta, % 63' (22 adet) yeterli ve %3' (1 adet) kurak faydalanılabilir su kapasitesi sınıfında olduğu görülmektedir.

Gnl'nn (2003) yapmış olduğu çalışmada, Doğu Ladininin verimliliği ile FSK arasında pozitif, doğu kayınının verimliliği arasında ise negatif ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Doğu kayını ile FSK arasındaki ters ilişkinin nedeni olarak; doğu kayınının çok fazla tahrip edilmesi ve buna bağlı olarak aktüel verimliliğin gerçek olarak saptanamamış olması gösterilmiştir.

Altun vd., 2006 tarafından yapılan çalışmada araştırma alanındaki toprakların taşlılık yönünden orta derecede taşlı ve çok taşlı oldukları tespit edilmiştir. Taşlılık oranının artmasına paralel olarak FSK' nın azaldığı saptanmıştır. FSK' nın azalmasına paralel olarak verimlilik de azalmıştır.

Çalışmamızda toprakların ortalama FSK ile verimlilik endeksi arasında pozitif ( $r=0,17$ ) bir ilişki bulunmuştur. Bunun ekolojik anlamı, topraktaki FSK arttıkça verimlilik de artmaktadır. Su, bitki yapısını oluşturan önemli bir maddedir. Bitki beslenmesinde ve organik madde üretiminde rol almakta, birçok biyokimyasal olayların temelini oluşturmaktadır. Toprakta depolanan su miktarı, toprak derinliği, taşlılık, toprak türü ve organik madde içeriği tarafından etkilenmektedir. Toprakların FSK ile verimlilik arasında düşük düzeyde de olsa çıkan pozitif ilişki beklenen bir ilişki olup başka çalışmalarda da benzer ilişkiler bulunmuştur (Zech ve epel, 1972).

## SONUÇLAR

Sinop – Bektaşo yöresi Sahilçamı ağaçlandırma alanlarındaki meşcerelerin gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada özet olarak şu sonuçlara varılmıştır;

1. Araştırma alanındaki örnek alanların % 29'u I., % 60'ı II ve % 11 III. verimlilik sınıfında yer almaktadır.
2. Sahilçamının verimliliği ile % toz miktarı, ortalama % organik madde ( $P<0.01$ ), kil ve ortalama % FSK arasında ( $P<0.05$ ) pozitif; % kum miktarı ile negatif ( $P<0.01$ ) ilişki bulunmuştur
3. Toprak horizonlarının ortalama değerlerine göre Sahilçamı'nın verimliliği ile Ah horizonundaki % kum miktarı ( $r= -0.378$ ) ve AB horizonundaki % kum miktarı ( $r= -0.344$ ) ile negatif, Ah horizonundaki % toz miktarı ( $r= 0.428$ ) ve BC horizonundaki ortalama % organik madde ( $r=0,27$ ) arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.
4. Çalışmamızda toprakların ortalama % FSK ile verimlilik endeksi arasında pozitif ( $r=0,17$ ) bir ilişki bulunmuştur.
5. Araştırma alanında yayılış gösteren Sahilçamı meşçelerinin boy büyümesinin % 23'ünü ortalama kum ve toz miktarları açıklamaktadır.

## ÖNERİLER

Sahilçamı ile yörenin asli ağaç türlerinin verimliliğine yönelik karşılaştırmalı araştırmalar yapılmalıdır.

Sahilçamı plantasyon sahalarında, bakım müdahalelerinin zamanında yapılmadığı, buna bağlı olarak toprak yüzeyine yeterli ışığın girmediği ve organik madde ayrışmasının istenilen düzeyde gerçekleşmediği anlaşılmıştır. Bu alanlarda çeşitli bakım müdahaleleri yapılarak hektardaki artımın değişimi araştırılmalıdır.

Yuvarlak odun ihtiyacını, özellikle kâğıt sanayi, lif ve yonga levha endüstrisi ile ambalaj sanayinin ihtiyacını karşılamak maksadıyla, sahil çamı ile yapılacak ağaçlandırmaların havalanmanın iyi olduğu hafif ve orta tekstürlü toprakların bulunduğu alanlarda yapılmasına özen gösterilmelidir.

Yetişme ortamı koşulları dikkate alınmadan yapılacak hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarından beklenen sonuç elde edilemeyeceği gibi büyük miktarda ekonomik kayıplarla karşı karşıya kalınabilir. Bu nedenle ağaçlandırmalara başlanmadan önce kesinlikle yetişme ortamı envanteri yapılmalı ve bunun sonucuna göre ağaç türü seçimine gidilmelidir.

## YAZAR KATKILARI

**Nuray Kahyaoğlu:** Araziden alınan toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi, fiziksel ve kimyasal analizler ile laboratuvar çalışmalarının yapılması, makalenin yazımına katkı sağlama. **Engin Güvendi:** Toprak örneklerinin araziden alınması, laboratuvar analizlerinin yapılması, makalenin yazımına katkı sağlama.



## KAYNAKLAR

- Altun, L., (1995). Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Ormanst Serisinde Orman Yetişme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması zerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Altun, L., Gnl, A., Yılmaz, M., & Usta, A. (2006). Genya Dağı (Artvin) Yöresinde Ayırt Edilen Ekolojik Toprak Serileri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 202-212.
- Anşın, R., (2001). Tohumlu Bitkiler I. Cilt Gymnospermae (Açık Tohumlular) nc Baskı, K.T.. Orman Fakültesi Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, KT Basımevi, Trabzon.
- Anonim, (1982). Marmara, Batı Karadeniz ve Orta Karadeniz Bölgesi Sahilçamı Ağaçlandırma Alanlarında Yapılan İnceleme ve Değerlendirme Raporu, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmit.
- Dindaroglu, T., & Canbolat, MY., (2017). Hidrolojik Fonksiyonlu Havzalarda Fizyografik Karakteristiklere ve Arazi Kullanımına Bağlı Olarak Toprak zelliklerindeki Değişimin Araştırılması. *Turkish Journal of Forest Science* 1(1), 10-24
- Eraslan, İ., (1982). Orman Amenajmanı, İ.. Yayın No: 3010, Orm. Fak. Yayın No: 318, İstanbul.
- Ercanlı, İ., Gnl, A., Altun, L., & Başkent, E.Z. (2008). Relationship Between Site Index of Oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link. and Ecological Variables in Maçka, Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23, 319-329.
- Gnl, A., (2003). Artvin-Genya Dağı Yetişme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması zerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gnl, A., Yılmaz, M., Altun, L., Ercanlı, İ., & Küçük, M. (2006). Artvin Genya Dağı Bölgesinde Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link. Meşcerelerinin Verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Faktörler Arasındaki İlişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*. A(1): 1-10.
- Kahyaoglu, N., (2005). Sinop-Bektaşa Yöresi Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırma Alanlarındaki Meşcerelerin Gelişimi ile Bazı Ekolojik Etmenler Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- zcan, B.G., (2003). Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 195, İzmit.
- ler, A.. & Turna, İ., (2003). Ağaçlandırma Tekniği Ders Notu, K.T.. Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 69, Trabzon.
- Yılmaz, M., (2005). Doğu Kaymı (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Etmenlerin Kaymının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri zerine Araştırmalar, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zech W. & epel N., (1972). Anadolu'daki Bazı *Pinus brutia* Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Yeryüzü şekli zellikleri Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1753, Orman Fak. Yayın No: 191, İstanbul.



## INVESTIGATION OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN SOIL CAUSED BY KASTAMONU CITY WILD STORAGE DUMPSITE

Gamze SAVACI<sup>1,\*</sup> Çağatay ÖKSÜZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, University of Kastamonu, Kastamonu

\*Corresponding author: [gsavaci@kastamonu.edu.tr](mailto:gsavaci@kastamonu.edu.tr)

Gamze SAVACI: <https://orcid.org/0000-0003-4685-2797>

Çağatay ÖKSÜZ: <https://orcid.org/0000-0003-4900-8655>

**Please cite this article as:** Savacı, G. & Öksüz, Ç. (2020) Investigation of heavy metal concentrations in soil caused by Kastamonu city wild storage dumpsite. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 26-39

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Gelis 15 Mart 2020 / Received 15 March 2020

Duzeltmelerin gelisi 19 Nisan 2020 / Received in revised form 19 April 2020

Kabul 21 Nisan 2020 / Accepted 21 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ABSTRACT:** The aim of this study was to reveal the effects of domestic dumpsite on the some soil chemical properties in the surface soils in Kastamonu city. The soil samples were collected from the 5 different distances namely; Very adjacent (VA), Adjacent (A), Middle (M), Far (F) and Very far (VF). The results showed that the accumulation of heavy metal in the soil varied significantly with the distances. Among the heavy metals, the concentrations of Co, Cr, Cu (only A and VA), Zn (only A and VA), Ni (except for M) exceeded the Maximum Allowable Limit (MAL) for Turkey values. However, the concentrations of Mo, Pb and Cd were below the MAL limit values. When all results are considered, it can be stated that the waste dumpsites can negatively affect the environment. Therefore, we make sure that the dumped materials should be concentrated and recycled in order to decrease the amount of heavy metals in the dumpsites and in the soils around the dumpsites. In addition, phytoremediation, which is all the remediation technique available for metal contaminated soils, is the most costly, environmentally friendly and easy to apply. Phytoremediation can be used to remove, displace or reduce contaminants from soil by using plants that hyperaccumulate these contaminants.

**Keywords:** Heavy metal concentration, dumpsite, contamination, Kastamonu

## KASTAMONU İLİ VAHŞİ DEPOLAMA ALANI TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ İNCELENMESİ

**ÖZET:** Bu çalışmanın amacı, Kastamonu ilinde yer alan evsel nitelikli çöp sahası topraklarının bazı kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Şehir çöplüğüne yakınlık-uzaklık mesafesine göre Çok yakın (ÇY), Yakın (Y), Orta (O) Uzak (U) ve Çok uzak (ÇU) şeklinde 5 farklı mesafeden toprak örnekleri toplanmıştır. Sonuçlar topraktaki ağır metal birikiminin mesafelere göre önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Ağır metal konsantrasyonlarından Co, Cr, Cu (sadece Y ve ÇY), Zn (sadece Y ve ÇY) ile Ni (O

hariç) konsantrasyonları, Türkiye değerleri için izin verilen maksimum sınırı (MAL) aşmıştır. Bununla birlikte, Mo, Pb ve Cd konsantrasyonları MAL sınır değerlerinin altındadır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, şehir çöplüğü atıkların çevreyi olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Bu nedenle şehir çöplüğü topraklarında biriken ağır metallerin miktarını azaltmak için bu alana boşaltılan atıkların konsantre edilmesi veya geri dönüştürülmesi etkili olacaktır. Ayrıca metalle kirlenmiş topraklar için iyileştirme tekniğinden birisi olan fitoremediasyon en uygun maliyetli, çevre dostu ve kolay bir uygulamadır. Fitoremediasyon tekniği, bu kirlenici maddeleri bünyesinde biriktiren bitkiler kullanılarak kirlenici maddelerin topraktan uzaklaştırılması, yer değiştirmesi veya azaltılması sağlanabilir.

**Anahtar kelimeler:** Ağır metal konsantrasyonu, şehir çöplüğü, kirlilik, Kastamonu

## INTRODUCTION

The municipal garbage area is one of the most common ways to dispose of urban solid wastes in the world (Xiaoli et al., 2007). Increasing human activity both industrial and domestic causes the increase of waste volume produced from time to time. Most waste is directly discharged into the environment without any intervention. As a result, pollution that harms people and nature occurs. It is the soil pollution that the chemicals enter and change in the natural soil environment (Artiningsih et al., 2018). The factors that cause toxic metal to be included in the contaminant group are due to the nondegradable and easily absorbed properties of the heavy metals (Ni, Co, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mo etc.). Tatsi & Zouboulis (2002) noted that incorrect collection, separation, and disposal applications of domestic solid waste can produce leachates containing high concentrations of ammonium, organic matter, and heavy metal. Uncontrolled storage area is very dangerous for people health and environment (Sakawi et al., 2017).

The total domestic waste disposal in Turkey is estimated to be approximately 27 million tons in 2006. Sixty-four percent (64%) of municipal waste is maintained through regular storage, 30% by wild storage (uncontrolled storage), and 6% by recycling. Thirty percent (30%) of the waste collected in municipalities is plastic, 9.7% metal, 40.7% paper and cardboard, 10.9% glass, 2% wood and 6.7% composite. According to the Turkey Statistical Institute (TÜİK 2017), the amount of municipal waste has increased from 17.76 million tons in 1994 to 31.58 million tons in 2016. According to the data of the Ministry of Environment and Urbanization in 2017, the ratio of the population served by regular storage facilities to the total municipal population is 74%. The Kastamonu Environmental Status Report has shown that 26% of urban waste is organic waste, 5% glass waste, 10% paper-cardboard, 4% plastic waste, 6% metals, 1% composites, 12% inert materials, 19% the functions smaller than 10 mm and 13% the other categories (Anonim, 2014).

The objectives of the present study were to (1) determine the concentrations of 8 heavy metal (Ni, Co, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn and Mo) in the soils around the city dumpsite of Kastamonu (2) to investigate the effects of different distances to the dumpsite, and (3) asses the concentration and average distribution of heavy metals according to Earth Crust, Maximum Allowable Limit for Turkey (MAL) and Sedimentary-Carbonates Rocks values. Turkey has standard Regulation on Control of Soil Pollution for heavy metal concentration in the soil (Anonim 2001). Therefore, the results of this study will be compared to the Regulation on Control of Soil Pollution and Earth Crust values.

## MATERIAL AND METHODS

### *Study Area*

This study was conducted in City Wild Storage Dumpsite, located in the north part of Kastamonu province, northwest Turkey (41°25'16" N, 33°45'44" E). This study area was 9 km away from the city center and covered an area of approximately 70 000 m<sup>2</sup> and a depth of approximately 25 m (Fig. 1). The elevation was 863 m. a.s.l. and the capacity of the garbage dump was 180.000 m<sup>3</sup> (KASMİB, 2018).

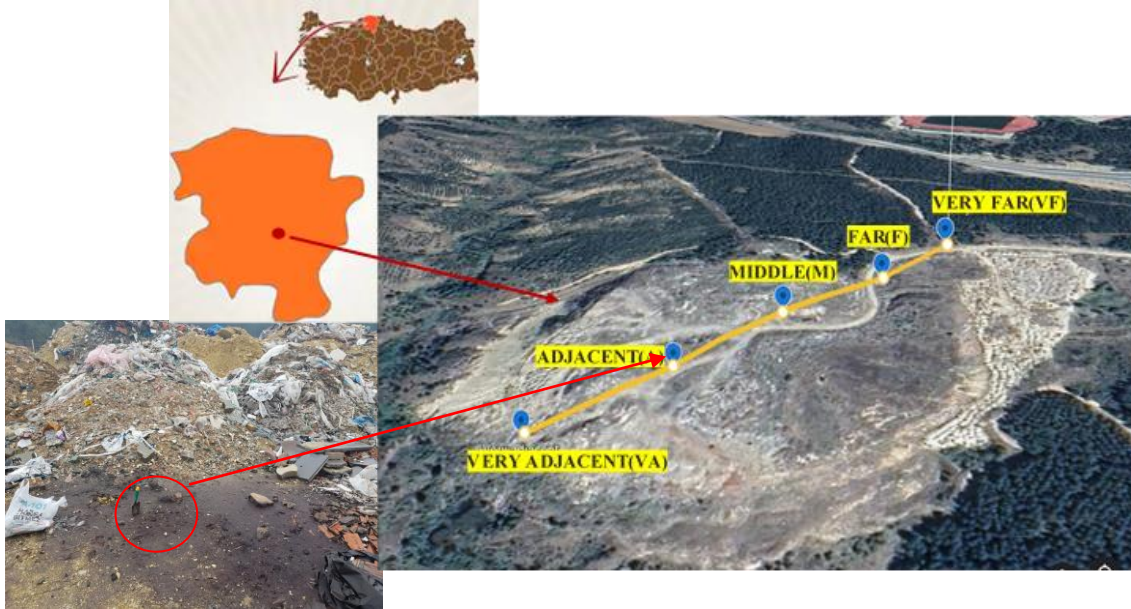


Figure 1. Location of the Study Site

According to the geology maps by the General Directorate of Mineral Research and Exploration, the bedrock of dumpsite is mostly dominated by sedimentary rocks, medium to thick bedded, abundant jointed, gray-beige colored, massive structure, Eocene-bearing neritic limestone (Akbaş et al., 2015). The soil type presents the characteristics of brown forest soil (Anonim, 1990). The characteristics of such soils are loamy or fine-structured, high base saturation (more than 50%) and high biological activity. The soil is calcareous and the soil pH varies from 8 to 9.

The study area is characteristic to Black Sea climate with winters, warm and rainy, summer months, hot but not arid in the region. According to the weather data for 2008-2019 (Kastamonu Meteorology Station at 800 m a.s.l.), mean annual precipitation is 623.6 mm, with the highest amount in June (122.5 mm), and the lowest amount in October (24.8 mm), while mean annual temperature is 10.4 °C, with the highest month in August 20.7 °C and the lowest month in January -0.8 °C (DMİ, 2019).

### *Sample Collection and Analysis*

Soil samples were taken from 5 different locations away from the dumping site, with the distance at least 30 m each other namely; Very adjacent (VA), Adjacent (A), Middle (M), Far (F) and Very far (VF). The area of the study is approximately 70 000 m<sup>2</sup> (L: 300 m and W:

250 m), but it was studied at 5 different points in a 180 m long area due to the fact that the pile of rubble in the land is excessive and has a rough terrain structure (Fig. 1). A total of 15 soil samples, with three replicate each distance, were taken from a depth of 10 cm using soil core device with an inner diameter of 5 cm. In addition, the soil samples could not be taken too much since the city dump is in group and group garbage dump (Fig. 1). The moist field samples were sieved to remove stones, roots and macrofauna and collected to give a single representative soil sample for each distance. The samples were placed into labelled polythene bags and taken to the laboratory for chemical analysis. Soils were air dried for two weeks, ground and sieved through a 2 mm sieve.

Soil pH (H<sub>2</sub>O) and heavy metal concentrations were determined. Soil pH (H<sub>2</sub>O) was measured in a 1:2.5 mixture of distilled water and soil by pH meter (LaMotte pH 5 series meter) after equilibration for 1 h in solution (Jackson, 1962). Determination of heavy metal concentration in the soils was analyzed using XRF (X-ray Fluorescence Spectrometer). Soil analyses were triplicate.

References of heavy metal concentrations with the standard Regulation on Control of Soil Pollution for Turkey are given in Table 1. These standards were marked as Maximum Allowable Limit (MAL) and determined heavy metal concentrations in the soil (Anonim, 2001). In addition, the results of heavy metal concentrations have compared to distribution of the elements in the Earth's Crust (Turekian & Wedepohl, 1961).

Table 1. The distribution of the heavy metal concentrations compared to Turkey and Earth's Crust

<b>Heavy Metal concentration</b>	<b>pH&gt;6 (MAL) oven-dried soil ( mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Earth's Crust (Sedimentary-Carbonates) ( mg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Nickel (Ni)</b>	75	20
<b>Cobalt (Co)</b>	20	0.1
<b>Cadmium (Cd)</b>	3	0.035
<b>Chrome (Cr)</b>	100	11
<b>Lead (Pb)</b>	300	9
<b>Copper (Cu)</b>	140	4
<b>Zinc (Zn)</b>	300	20
<b>Molybdenum (Mo)</b>	10	0.4

### *Statistical Analysis*

An Analysis of variance (ANOVA) has been carried out for analyzing the effects of the distances on the soil heavy metal concentrations using the SPSS program (Version 22 for Windows). Following the results of ANOVAs, Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test ( $\alpha=0.05$ ) was used for multiple comparisons to examine the significant response of the heavy metal concentrations to the distances. The correlation coefficient was also used to measure the strength of inter-relationship among the heavy metals.

## RESULTS AND DISCUSSION

As is known, data must fulfill two assumptions in order to apply the analysis of variance. The data should have minimum interval scale and show a normal distribution. Therefore, fitness of data to normal distribution was checked through the Shapiro-Wilk one sample test. It was found that the the majority of heavy metal concentrations demonstrated normal distribution ( $P>0.05$ ) (Table 2).

Table 2. The normality distribution with Shapiro-Wilk analysis

Heavy Metal Concentration	N	M±SE	Statistic	P
nickel	15	264.40±93.98	.533	.000*
cobalt	15	29.37±1.44	.948	.499
crome	15	122.71±2.16	.899	.091
cadmium	15	2.00±0.05	.958	.659
lead	15	39.513±5.12	.918	.180
copper	15	252.75±78.22	.742	.001*
zinc	15	286.68±74.31	.764	.001*
molybdenum	15	1.523±0.19	.886	.059

\* $P<0.05$

### Heavy metal concentrations

The variation in mean Ni concentration with the distances in the soil is shown in Fig. 2. The Maximum Allowable Limit in Turkey (MAL) for Ni is  $75 \text{ mg kg}^{-1}$  (Anonim, 2001). The adjacent distance (A) had the highest Ni concentration ( $967.2 \pm 78.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ), whereas the middle distance (M) had the lowest Ni concentration ( $64.1 \pm 3.82 \text{ mg kg}^{-1}$ ), which was the only Ni concentration below the MAL value in the soil. The other distances also had Ni concentration above the MAL values (Fig. 2). Najib et al. (2012) found that the concentration of Ni was  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  in the Kangar dumping site. Similarly, Tumuklu et al. (2007) reported that the concentration of Ni increased with decreasing the distance to the Niğde city garbage dumpsite ( $460 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Olafisoye et al. (2013) reported that Ni concentration decreased from the top soil ( $85.43 \pm 0.02 \text{ mg kg}^{-1}$  at 0-15 cm) to the subsoil ( $35.45 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  at 15-30 cm). In most countries, Ni concentrations were found to be over the critical value. The results in this study were in agreement with the study by Adelekan & Alawode (2011) who found Ni concentration ranging between  $18 \text{ mg kg}^{-1}$  and  $335 \text{ mg kg}^{-1}$ . Turhan et al. (2020) reported that the Ni concentrations under the agricultural surface soil samples in Kangal varied from  $89.5 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $971.0 \text{ mg kg}^{-1}$  with an average value of  $610.1 \text{ mg kg}^{-1}$ .

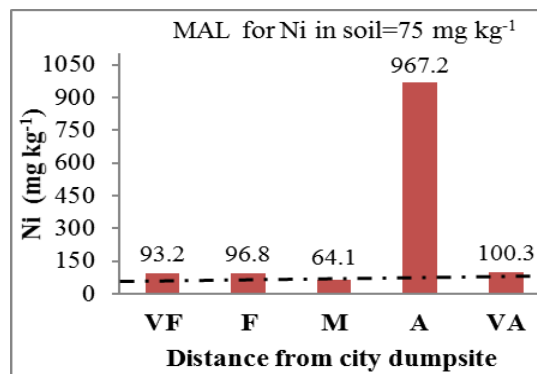


Figure 2. Mean Ni Concentration in the Soils around the Dumpsite

Mean Co concentration was above the MAL value in the soil (Fig. 3). The highest Co concentration was found in the soil of very far (VF) distance ( $34.2 \pm 4.24 \text{ mg kg}^{-1}$ ), whereas the lowest Co concentration was seen in the soil of the middle (M) distance ( $26.1 \pm 4.03 \text{ mg kg}^{-1}$ ). The lower concentration of Co was also shown by a number of studies. For example, Lu et al. (2010) found that the concentration of Co at the street dust of Baoji was  $15.9 \text{ mg kg}^{-1}$ .

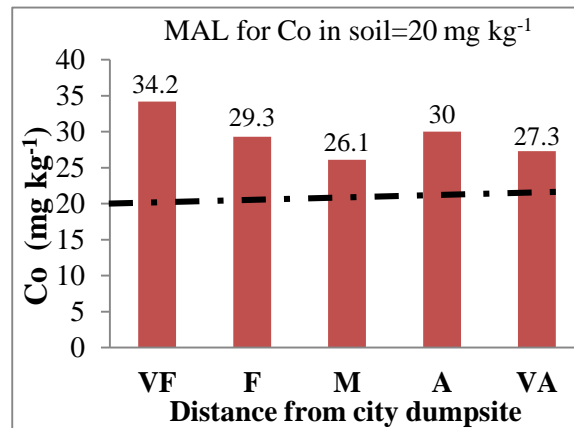


Figure 3. Mean Co Concentration in the Soils around the Dumpsite

Mean Cd concentration from all the distances were under the MAL values (Fig. 4). This result could be due to the lower Cd concentration in the wastes in the dump site. Uba et al. (2008) stated that cadmium had the highest level bioavailability in the dumpsites. In general, the higher concentrations of Cd in a dumpsite may be attributed to various sources, some of which include automobile tire dust, burning of oil and tyre, plastic wrappings, paints, dyes, and especially, refuse dumps and commercial activities (Ali et al., 2005). Sulaiman et al. (2018) reported that the concentration of Cd in soil samples of two dumpsites (A and B) varied from  $2.20 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $1.53 \text{ mg kg}^{-1}$ . They argued that this variation in Cd concentration may depend on the types and the compositions of waste at the dumpsites. Asemave & Anhwange (2012) stated that anthropogenic release of Cd under soils might be as a result to the increase in disposal of Cd containing substances such as batteries in phones and torches, plastics and other electronic gadgets, to the municipal waste dumpsite. Jafaru et al. (2015) found that the Cd concentration was higher than  $0.73 \text{ mg kg}^{-1}$  in a dumpsite soil in Ghana. Adaikpoh (2013) noted that the average Cd concentration in the dumpsites was  $1.18 \text{ mg kg}^{-1}$  and ranged from  $<0.001 - 2.30 \text{ mg kg}^{-1}$  in Imoru. Asemave & Anhwange (2012) noted that cadmium uptake was high in acids soils and was reduced when the soil was limed. In the present study, the soil pH was generally alkaline, and this could be the reason that Cd concentrations were lower in the soil samples of all distances.

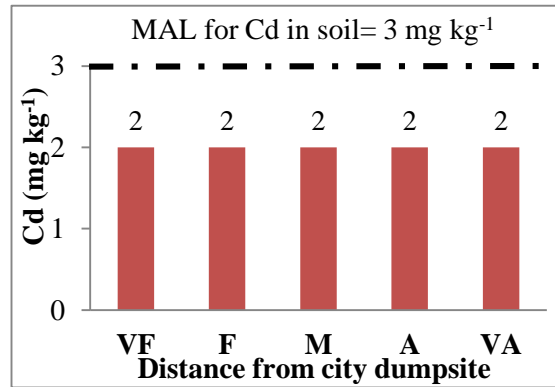


Figure 4. Mean Cd Concentration in the Soils around the Dumpsite

The concentration of Cr in the soil of all distances showed higher values than the MAL values ( $100 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Fig. 5). The soils from the far, middle and adjacent distances showed similar values ( $128.2 \pm 8.56 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $126.1 \pm 8.34 \text{ mg kg}^{-1}$  and  $126.3 \pm 7.99 \text{ mg kg}^{-1}$  respectively), but higher values than the soils from the very adjacent ( $121.4 \pm 15.13 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and the very far distances ( $111.6 \pm 0.21 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Turhan et al. (2020) noted that Cr concentrations under soil varied from  $125.3 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $1327.0 \text{ mg kg}^{-1}$  with an average value of  $713.2 \text{ mg kg}^{-1}$ . Sulaiman et al. (2018) found the lower Cr concentration in one dumpsite A ( $1.65 \text{ mg kg}^{-1}$ ) than the other dumpsite B ( $2.16 \text{ mg kg}^{-1}$ ). The higher Cr concentrations in the present study could be due to the wastes which had higher Cr concentrations such as plastic materials, empty paint containers and colored polythene bags. According to Jung et al. (2006), Cr resources under soils can be caused by wastes consisting of lead-chrome batteries, colored polythene bags, disposable plastic materials and empty paint containers.

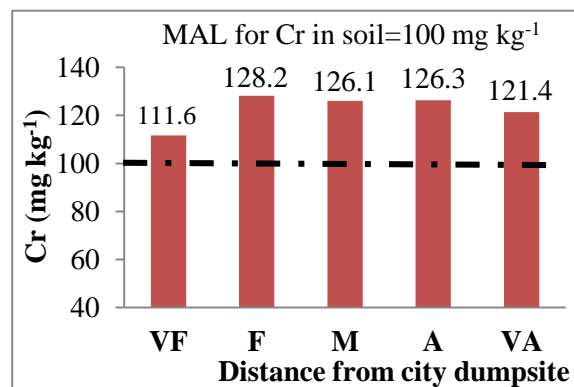


Figure 5. Mean Cr Concentration in the Soils around the Dumpsite

The average concentration of Pb in the soils of the dumpsite from all distances showed the lowest concentrations compared to the MAL value ( $300 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Fig. 6). Among the different distances, the Pb concentrations were higher from the adjacent ( $66.3 \pm 4.67 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and the very adjacent distances ( $55.6 \pm 3.75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) than the soils from the middle, the far and the very far distances (Fig. 6). Ebong et al. (2008) reported that the concentration of Pb at the dumpsites ranged from  $9.46 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $18.83 \text{ mg kg}^{-1}$  compared to the control sites which ranged from  $5.21 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $7.53 \text{ mg kg}^{-1}$ . However, Peramaki & Decker (2000) found that the concentration of Pb varied between  $8.0 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $1185 \text{ mg kg}^{-1}$  which were clearly exceeded the MAL limit value. The higher values in Pb concentrations were also shown by



Kanmani & Grandhimathi (2013), ranging from 44.09 mg kg<sup>-1</sup> to 178.84 mg kg<sup>-1</sup>. Madhaven et al. (1989) have stated that Pb is liable to accumulate in the top soil. They have emphasized that if any city is less populated, it creates little wastes in the dumping sites and consequently it may result in lower Pb concentrations in the soils around the dumpsite.

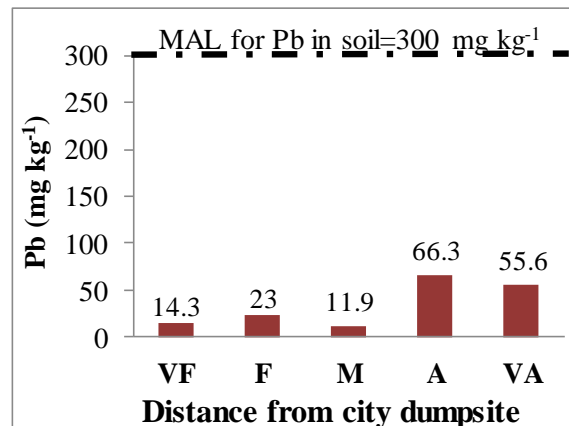


Figure 6. Mean Pb Concentration in the Soils around the Dumpsite

The soils from the adjacent and very adjacent distances had higher Cu concentrations compared to the other distances (Fig. 7). The values of Cu concentrations from the adjacent ( $636.5 \pm 50.61$  mg kg<sup>-1</sup>) and very adjacent ( $493.1 \pm 50.4$  mg kg<sup>-1</sup>) distances clearly exceeded the MAL values (140 mg kg<sup>-1</sup>). Ebong et al. (2008) found lower concentration of Cu under soils ranged from 2 to 100 mg kg<sup>-1</sup>. According to Dara (1993), the higher concentration of Cu at the dumpsite might be connected to biodegradable waste releasing the metallic Cu into the soil. This can be due to the incorrect disposal of waste lubricants, as well as waste containing electrical and electronic components (Nwachukwu et al., 2011). When the Cu concentration enters the soil, it usually adheres strongly to organic substances and minerals (Jaradat et al., 2005). As a result, it doesn't go very far after releasing (Adriano, 1986). Perhaps this situation can explain why the higher Cu content recorded in the soil near the dumpsite than the further away from the dumpsite in this present study.

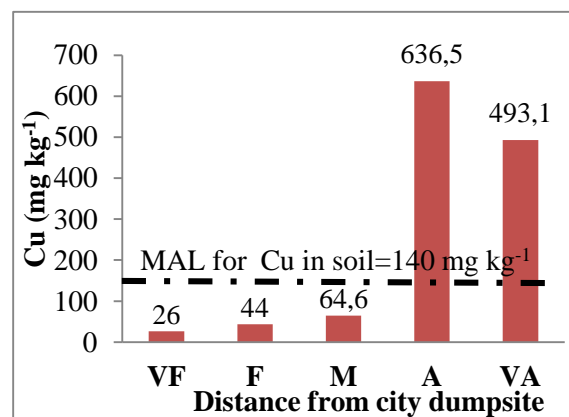


Figure 7. Mean Cu Concentration in the Soils around the Dumpsite

The concentrations of Zn in top soil of the adjacent ( $422.9 \pm 4.60$  mg kg<sup>-1</sup>) and the very adjacent distances ( $760 \pm 24.32$  mg kg<sup>-1</sup>) were higher than the other distances (Fig. 8). The higher concentrations of the adjacent and the very adjacent distances were also over the limit

value of the MAL for Zn in the soil ( $300 \text{ mg kg}^{-1}$ ). The other distances, however, showed much lower values than the MAL value. Asemave & Anhwange (2012) also found lower Zn concentration in the soils ranging between  $13.82 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $17.26 \text{ mg kg}^{-1}$  compared to the control sites ranging from  $6.32 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $8.15 \text{ mg kg}^{-1}$ . However, a study by Odukoya et al. (2000) showed higher Zn concentration in the soils ranging from  $100.80 \text{ mg kg}^{-1}$  to  $226.00 \text{ mg kg}^{-1}$ . The reason for this change is due to the disposal of high content Zn waste to the landfill.

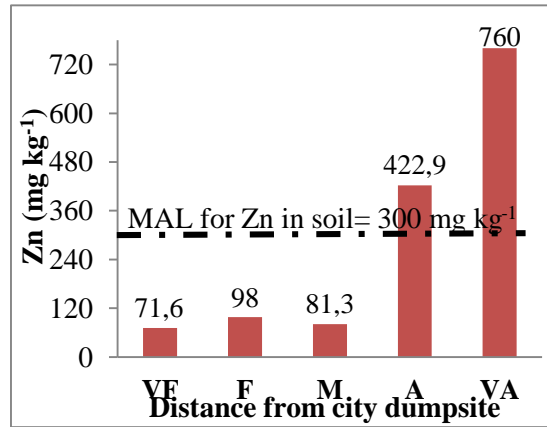


Figure 8. Mean Zn Concentration in the Soils around the Dumpsite

The concentrations of Mo in the soils of the different distances from the dumpsites were very low compared to the MAL value ( $10 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Fig. 9). This result indicates that the dumped wastes consisted of less Mo concentration. Similar results were shown by Yalçın & Çimrin (2019) who stated that there was no heavy metal pollution or lack of Mo in the soil around the dumpsites.

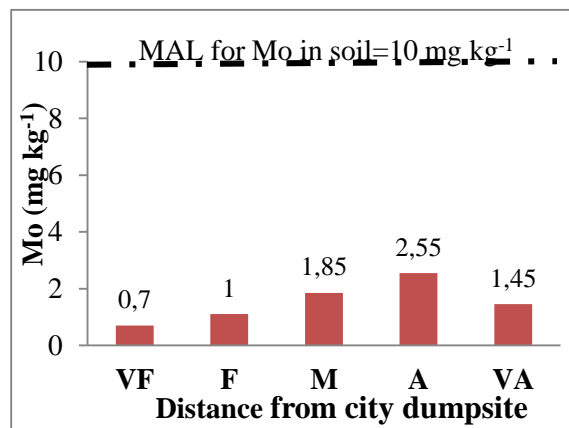


Figure 9. Mean Mo Concentration in the Soils around the Dumpsite

Comparisons the average concentrations of heavy metal in the soils from dumpsite distances are given in Table 3. Ni, Pb, Cu, Zn and Mo concentrations are the highest value at adjacent (A) and very adjacent (VA) distances.

**Table 3.** Sequence of Heavy Metals Concentrations based on the Distances from Dumpsite

Heavy Metal	Sequence of the distances from dumpsite
Ni	A > VA > F > VF > M
Co	VF > A > F > VA > M
Cd	VF = F = M = A = VA
Cr	F > A > M > VA > VF
Pb	A > VA > F > VF > M
Cu	A > VA > M > F > VF
Zn	VA > A > F > M > VF
Mo	A > M > VA > F > VF

Compared to Earth Crust ratios in sedimentary-carbonated rocks (Turekian & Wedepohl, 1961), the average Ni concentration is about thirteen times higher than earth's crust average of 20 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 1). Similarly, Turhan et al. (2020) noted that the average of Ni concentration in the agricultural ultrabasic soils were about ten times higher than the earth's crust average of 58 mg kg<sup>-1</sup>. Cobalt (Co) concentrations were an average value of 29.37 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 2). The average Co concentration was about three hundred times higher than earth's crust average of 0.1 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 1). Cadmium (Cd) concentrations in the soil were an average value of 2 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 2). The average Cd concentration was about fifty seven times higher than earth's crust average of 0.035 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 1). Chrome (Cr) concentrations in the soil were an average value of 122.71 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 2). The average Cr concentration was about eleven times higher than earth's crust average of 11 mg kg<sup>-1</sup> (Tab. 1). Similarly, Turhan et al. (2020) noted that the average of Cd concentration in the ultrabasic soil were about nine times higher than the earth's crust average of 83 mg kg<sup>-1</sup>. The average lead (Pb) and molybdenum (Mo) concentrations were about four times higher than the earth's crust average of 9 mg kg<sup>-1</sup> and 0.4 mg kg<sup>-1</sup>, respectively (Tab. 2). Finally, copper (Cu) and zinc (Zn) concentrations were approximately sixty four times and fourteen times higher than the earth's crust average of 4 mg kg<sup>-1</sup> and 20 mg kg<sup>-1</sup>, respectively (Tab. 1).

### Correlation Coefficient Analysis

Correlation coefficients of Pearson for the heavy metals in the wild storage dumpsite of Kastamonu city are shown in Table 4.

**Table 4.** The Relationship is a Correlation Analysis between Heavy Metal Concentrations

	Ni	Co	Cr	Cd	Pb	Cu	Zn	Mo
<b>Ni</b>	1							
<b>Co</b>	-.694**	1						
<b>Cr</b>	.993**	-.696**	1					
<b>Cd</b>	-.056	.118	-.050	1				
<b>Pb</b>	.777**	-.465*	.764**	-.067	1			
<b>Cu</b>	.947**	-.761**	.934**	-.067	.859**	1		
<b>Zn</b>	.428*	-.336	.411*	.007	.851**	.647**	1	
<b>Mo</b>	.991**	-.746**	.985**	-.053	.715**	.934**	.373	1

\*Correlation is significant at P<0.05 (two-tailed).

\*\* Correlation is significant at P<0.01 (two-tailed).

A significantly positive correlation at P<0.01 was found between the elemental pairs Cr-Ni (r= 0.993), Pb-Ni (r= 0.777), Cu-Ni (r= 0.947), Mo-Ni (r= 0.991), Pb-Cr (r= 0.764), Cu-Cr (r= 0.934), Mo-Cr (r= 0.985), Cu-Pb (r= 0.859), Zn-Pb (r= 0.851), Mo-Pb (r= 0.715), Zn-Cu

( $r= 0.647$ ) and Mo-Cu ( $r= 0.934$ ). Co is also significantly negatively correlated with Ni, Cr, Cu and Mo at  $P<0.01$  different from dumpsite soils (Table 4). Pb and Co was negatively correlated ( $r= -0.465$ ) ( $P<0.05$ ), while Zn-Ni and Zn-Cr were positively correlated ( $P<0.05$ ). However, Cd did not show any correlation with the other heavy metals. Similarly, Tumuklu et al. (2007) reported that there was high level of positive correlation between Cr-Ni ( $r=0.824$ ) in the Niğde City Garbage dumpsite soils. Yalcin et al. (2007) found that there was moderate positive correlation for Cr-Ni ( $r=0.505$ ) and Pb- Ni ( $r=0.385$ ) heavy metals in the soils. Liu et al. (2013) found that there were significant positive correlations between Cu-Zn ( $r=0.878$ ,  $p<0.01$ ), Cu-Cr ( $r=0.426$ ,  $p<0.05$ ), and Cd-Pb ( $r=0.732$ ,  $p<0.01$ ). Yalçın & Çimrin (2019) noted a positive correlation between the Co and Ni ( $r= 0.52$ ,  $p<0.001$ ), Pb ( $r= 0.24$ ,  $p<0.05$ ) and Fe ( $r= 0.34$ ,  $p<0.001$ ). Costa et al. (2017) investigated the natural content of heavy metals in South Amazon region in Brazil, and found that Co and Cd, Pb and Fe contents were positively correlated. Yalçın & Çimrin (2019) also found a significant positive correlation between the Ni-Pb ( $r= 0.31$ ,  $p<0.001$ ) and Pb-Cu ( $r= 0.61$ ,  $p<0.001$ ) - Fe ( $r= 0.44$ ,  $p<0.001$ ). Liu et al. (2016) noted a positive correlation between the Ni-Pb.

Liu et al. (2013) noted that all heavy metals (except for Pb) relatively low concentrations from 0.1 to 1 km from the dumpsite. Therefore, they are much lower than that found in the soils in the dumpsite in other countries including Turkey. In this present study, we found serious accumulation of heavy metal except for Cd, Pb and Mo in relation to the different distances. Tumuklu et al. (2007) showed that the heavy metal concentrations in study area soils diminished with distance to the dumpsite. In our study, Cd and Pb concentrations regularly showed a decreasing trend with the distance to the dumpsite ( $p<0.05$ ). However, Cu, Zn and Cr concentrations did not show same trends (Table 4). This result has indicated that the enrichment of Cd and Pb concentrations can be caused by the dumpsite. It is due to the fact that Cd concentration has the highest mobility and is more susceptible to release than Zn, Cu, Cr or Pb concentrations (Xiao et al., 2005; Prechthai et al., 2008; Liu et al., 2013). In study area, the strong correlation between these heavy metals can be said to increase the contaminants which originates from anthropogenic (Tumuklu et al., 2007).

## CONCLUSIONS

The study has indicated that the concentrations of eight heavy metal (Ni, Co, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn and Mo) in the soils around dumpsite in Kastamonu vary significantly with the distances to the dumpsite. Except for Cd, Pb and Mo concentrations, the polluted levels of Ni (except for M) Co, Cr, Cu (only A and VA), Zn (only A and VA) exceed the standards of MAL and Turkey Pollutant Standards which could result in eco-toxicological risk. In particular, the concentrations of Ni, Cu and Zn are noted to be highest. This study also clearly indicates that human activities can be a significant factor of heavy metal contamination in the soil. Consequently, phytoremediation techniques such as phytoextraction is more ideal as a method of remediating contaminated soil and water. Future studies should be focused on identify remediating plants that are adapted the local climate and soil conditions, the combined use of more than one phytoremediation approach for the successful remediation of the contaminant area under field conditions.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The article is prepared under the supervision of Assist. Prof. Dr. Gamze SAVACI at Kastamonu University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering between 2014 -2019 by Çağatay ÖKSÜZ and contains a part of the MSc. thesis (Öksüz, 2019).

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Çağatay Oksuz:** Taking soil samples in the study area, preparing for analyses of soil samples in the laboratory and writing the manuscript. **Gamze Savaci:** Evaluating and interpreting the statistical analysis and writing manuscript.

## REFERENCES

- Adaikpoh, E. O. (2013), Distribution and enrichment of heavy metals in soils from waste dump sites within Imoru and environs, Southwest, Nigeria. *J. Environ. Earth Sci*, 3, 45-54. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.920.2587&rep=rep1&typ e=pd>
- Adelekan, B. A., & Alawode, A. O. (2011), Contributions of municipal refuse dumps to heavy metals concentrations in soil profile and groundwater in Ibadan Nigeria. *Journal of Applied Biosciences*, 40, 2727-2737.
- Adriano, D. C. (1986), Trace elements in the terrestrial environment.-Springer-Verlag. New York, 533. ISBN 978-1-4757-1907-9 (eBook)
- Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ., Balcı, V., Bilginer, E., et al. (2015), Türkiye Jeoloji Haritası. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını*. Ankara Türkiye. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>
- Ali, N., Oniye, S. J., Balarabe, M. L., & Auta, J. (2005), Concentration of Fe, Cu, Cr, Zn, and Pb in Makera–Drain, Kaduna, Nigeria, *ChemClass Journal*, 2, 69-73.
- Anonim (1990), Topraksu Genel Müdürlüğü, Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Sınıf ve Haritaları, Ankara. (in Turkish publication)
- Anonim (2001), Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 25831 Sayılı Resmi Gazetede, Ankara . <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/12/20011210.htm#3>
- Anonim (2014), Kastamonu ili 2014 yılı çevre durum raporu. Kastamonu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Kastamonu (in Turkish publication).
- Artiningsih, A., Zubair, H., Imran, A. M., & Widodo, S. (2018), Distribution of Cu metal on the soil around the landfills of Antang, Makassar City. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 175, No. 1, p. 012021). IOP Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/175/1/012021
- Asemave, K., & Anhwange, B. A. (2012), Evaluation of heavy metals in waste dumpsites. *Germany, Lambert Academic Publishing*; ISBN: 978-3-659-37380-0
- Costa, R. D. S., Neto, P. P., Campos, M. C. C., do Nascimento, W. B., Do Nascimento, C.W.A., Silva L. S., Cunha, J. M. (2017), Natural contents of heavy metals in soils of the southern Amazonas state, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(6), 3499-3514. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n6p3499
- Dara, S.S. (1993), A textbook of environmental chemistry and pollution control. S. Chand & Company Ltd. Ram Nagar, New Delhi 110055. ISBN:8121908833, 9788121908832

- DMİ (2019), Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md., Kastamonu Meteoroloji İl Müdürlüğü, Kastamonu Meteoroloji İstasyonu Verileri, 20082018. Kastamonu.
- Ebong, G. A., Akpan, M. M., & Mkpene, V. N. (2008), Heavy metal contents of municipal and rural dumpsite soils and rate of accumulation by *Carica papaya* and *Talinum triangulare* in Uyo, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 5(2), 281-290.
- Jackson, M. L. (1962), Soil chemical analysis. (Constable and Company, Ltd: London).
- Jafaru, H. M., Dowuona, G. N. N., Adjadeh, T. A., Nartey, E. K., Nude P. M., & Neina D. (2015), Geochemical assessment of heavy metal pollution as impacted by municipal solid waste at Abloradjei waste dump site, Accra-Ghana. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 7(3), 50-59.
- Jaradat, Q. M., Masadeh, A., Zaitoun, M. A., & Maitah, B. M. (2005), Heavy metal contamination of soil, plant and air of scrapyard of discarded vehicles at Zarqa City, Jordan. *Soil & Sediment Contamination*, 14(5), 449-462. DOI: 10.1080/15320380500180507
- Jung, C. H., Matsuto, T., & Tanaka, N. (2006), Flow analysis of metals in a municipal solid waste management system. *Waste Management*, 26(12), 1337-1348.
- Kanmani, S., & Gandhimathi, R. (2013), Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site. *Applied Water Science*, 3(1), 193-205. DOI 10.1007/s13201-012-0072-z
- KASMİB (2018), Kastamonu ili 2017 yılı çevre durum raporu. Kastamonu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. s. 117.
- Liu, C., Cui, J., Jiang, G., Chen, X., Wang, L., & Fang C. (2013), Soil heavy metal pollution assessment near the largest landfill of China. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 22(4), 390-403. DOI: 10.1080/15320383.2013.733447
- Liu, Y. R., He, Z. Y., Yang, Z. M., Sun, G. X., & He, J. Z. (2016), Variability of heavy metal content in soils of typical Tibetan grasslands. *Rsc Advances*, 6(107), 105398-105405. <https://pdfs.semanticscholar.org/3732/be08dca20094f17bf8cf55835cedbe46e96a.pdf>
- Lu, X., Wang, L., Li, L. Y., Lei, K., Huang, L., & Kang, D. (2010). Multivariate statistical analysis of heavy metals in street dust of Baoji, NW China. *Journal of hazardous materials*, 173(1-3), 744-749.
- Madhavan, S., Rosenman, K. D., & Shehata, T. (1989), Lead in soil: maximum permissible levels. *Environ. Res.* 49, 136-142. [https://doi.org/10.1016/S0013-9351\(89\)80028-3](https://doi.org/10.1016/S0013-9351(89)80028-3)
- Najib, N. W., Mohammed, S. A., Ismail, S. H., & Ahmad, W. A. (2012), Assessment of heavy metal in soil due to human activities in Kangar, Perlis, Malaysia. *Int J Civil Environ.*, 12(6), 28-33.
- Nwachukwu, M. A., Feng, H., & Alinnor, J. (2011), Urban Environmental Pollution 2010: Trace Metal Dispersion in Soil from Auto-Mechanic Village to Urban Residential Areas in Owerri, Nigeria. *Procedia Environmental Sciences*. 4, 310-322.
- Odukoya, O. O., Bamgbose, O., & Arowolo, T. A. (2000), Heavy metals in top soils of Abeokuta dump sites. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(4), 651-653. <http://dx.doi.org/10.4314/gjpas.v7i3.16273>
- Öksüz, Ç. (2019), Determination of heavy metal concentration of soil and vegetation the city waste of Kastamonu. MSc Thesis, Kastamonu University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering, s. 90, Turkey.
- Olafisoye, O. B., Adefioye, T., & Osibote, O. A. (2013), Heavy Metals Contamination of Water, Soil, and Plants around an Electronic Waste Dumpsite. *Polish journal of environmental studies*, 22(5).
- Peramaki, L. A., & Decker, J. F. (2000), Lead in soil and sediment in Iqaluit, Nunavut, Canada and links with human health. *Environ. Monitor. and Assess.* 63, 329-339.

- Prechthai, T., Padmasri, M., & Visvanathan, C. (2008), Quality assessment of mined MSW from an open dumpsite for recycling potential. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(1-2), 70-78. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.09.002>
- Sakawi, Z., SA, S. M., Jaafar, O., & Mahmud, M. (2017), Community perception of odour pollution from landfills. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 7(3): 18-23. <http://ejournal.ukm.my/gmjss/article/view/19840/6283>
- Sulaiman, M. B., Santuraki, A. H., Isa, K. A., & Oluwasola, O. H. (2018), Geo-accumulation and Contamination Status of Heavy Metals in Selected MSW Dumpsites Soil in Gombe, Nigeria. *Bima. J. Sci. Techno*, 2(2), 31-40.
- Tatsi, A. A., & Zouboulis, A. I. (2002), A field investigation of the quantity and quality of leachate from a municipal solid waste landfill in a Mediterranean climate (Thessaloniki, Greece). *Advances in Environmental Research*, 6(3), 207-219. [https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(01\)00052-1](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(01)00052-1)
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı) (2017), Belediye Atık İstatistikleri, 2016. Haber Bülteni, 29/11/2017, Sayı: 24876 (in Turkish publication).
- Tumuklu, A., Yalcin, M. G., & Sonmez, M. (2007), Detection of Heavy Metal Concentrations in Soil Caused by Nigde City Garbage Dump. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16(4): 651-658. <http://www.pjoes.com/Detection-of-Heavy-Metal-Concentrations-in-Soil-r-nCaused-by-Nigde-City-Garbage-Dump,88034,0,2.html>
- Turekian, K. K., & Wedepohl, K. H. (1961), Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society of America Bulletin*, 72(2): 175-192. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1961\)72\[175:DOTEIS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTEIS]2.0.CO;2)
- Turhan, Ş., Garad, A. M. K., Hançerlioğulları, A., Kurnaz, A., Gören, E., Duran, C., Karataşlı, M., Altıkulaç, A., Savacı, G., & Aydın, A. (2020), Ecological assessment of heavy metals in soil around a coal-fired thermal power plant in Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 79(6), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-8864-1>
- Uba, S., Uzairu, A., Harrison, G. F. S., Balarabe, M. L., & Okunola, O. J. (2008), Assessment of heavy metals bioavailability in dumpsites of Zaria Metropolis, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7(2).
- Xiao, Z., He, P., & Shao, L. (2005), Effect of the total amount and speciation of heavy metals on its mobility in municipal solid waste landfill. *Environmental chemistry-beijing*-, 24(3), 269.
- Xiaoli, C., Shimaoka, T., Xianyan, C., Qiang, G., & Youcai, Z. (2007), Characteristics and mobility of heavy metals in an MSW landfill: Implications in risk assessment and reclamation. *Journal of hazardous materials*, 144(1-2), 485-491. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.10.056>
- Yalcin, M. G., Battaloglu, R., Ilhan, S., Tümüklü, A., & Topuz, D. (2007), Heavy metal contamination along the Nigde-Adana highway, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 19(2), 1506.
- Yalçın, M., & Çimrin, K. M. (2019), Determination of Molybdenum Contents and Relation of Some Heavy Metals in the Soil of Meadow-Pasture Terraces Between Kırkhan-Reyhanlı. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(1), 13-21. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i1.13-21.1997>



## KENTSEL DONATI ELEMANLARININ KENT ESTETİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: KAHRAMANMARAŞ KENTİ ÖRNEĞİ

Esra BAYAZIT<sup>1</sup>, Şule KISAKÜREK<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana

<sup>2</sup>Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sutcu Imam Üniversitesi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar: [skazanci@ksu.edu.tr](mailto:skazanci@ksu.edu.tr)

Esra BAYAZIT: <https://orcid.org/0000-0001-8390-0212>

Şule KISAKÜREK: <https://orcid.org/0000-0002-5005-8476>

**Please cite this article as:** Bayazıt, E. & Kısakürek, Ş. (2020) Kentsel donatı elemanlarının kent estetiği açısından değerlendirilmesi: Kahramanmaraş kenti örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 40-59.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 9 Mart 2020 / Received 9 March 2020

Düzeltilmelerin gelişi 20 Mart 2020 / Received in revised form 20 March 2020

Kabul 23 Mart 2020 / Accepted 23 March 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET** Gelişen teknoloji ile değişen yaşam koşulları ve hızlı kentleşme, kentler arası etkileşimi artırarak birbirine benzer kentler oluşturmaktadır. Bu durum, kimliksiz ve estetikten yoksun kentler oluşmasına neden olmaktadır. Kent dokusunu, kent estetiğini ve kimliğini belirleyen, önemli kentsel elemanlardan biri kentsel donatı elemanlarıdır. Bu çalışmada Kahramanmaraş kenti Trabzon ve Hükümet caddelerinde yer alan kentsel donatı elemanlarının kent estetiği açısından, Peyzaj Mimarlığı bakış açısıyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırma alanında bulunan kentsel donatı elemanları estetik ilkeler; uyum, algılanabilirlik, işlevsellik, bakım, bütünlük ve özgün olma ölçütleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda kentsel donatıların bütüncül ve özgün tasarımlar olmadığı, oturma birimi ve sanatsal obje gibi bazı donatıların konumlarının işlevsel olmadığı belirlenmiştir. Araştırma alanında kentsel donatı elemanlarının kent estetiğini olumlu etkilemesi için öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** İşlevsellik, Özgün olma, Bakım, Bütünlük, Kentsel Donatı

### THE URBAN EQUIPMENT EVALUATION IN TERMS OF URBAN AESTHETICS: CASE OF KAHRAMANMARAŞ

**ABSTRACT:** With the developing technology changing living conditions and rapid urbanization have formed similar cities by increasing inter-city interaction. This situation leads to the formation of cities without identity and aesthetics. One of the important urban assets that determines the urban fabric, urban aesthetics and identity are the urban equipment. From this point of view, it is aimed to evaluate the urban equipment of the city of Kahramanmaraş in Trabzon and Hükümet streets from the perspective of landscape architecture. For this purpose, the urban equipment in the research area have evaluated according to aesthetic principles that compliance, perceptibility, functionality, maintenance



integrity and originality. As a result of the study, it is determined that urban equipment are not all and unique designs, the positions of some equipment such as sitting unit and artistic objects are not functional. In the research area, they have been developed suggestions which will positively affect urban aesthetics of urban equipment.

**Keywords:** Functionality, Originality, Maintenance, Integrity, Urban Equipment

## GİRİŞ

İnsanlar ilk çağlardan itibaren yaşadığı çevreyi düzenleme, geliştirme içgüdüleriyle var olmuşlardır. Mekânlara yaşayış tarzlarını, geleneklerini ve özelliklerini yansıtarak yaşadıkları ortamları şekillendirmiş, canlı ve cansız ortamları oluşturan yapıları ve doğal çevreyi düzenlemiş ve değiştirmişlerdir. Dolayısıyla kentler insanların yaşam koşullarına, ihtiyaçlarına göre değişmiş ve halen de değişmeye devam etmektedir. Teknolojik gelişmeler hızlı kentleşme ile birlikte dış ortamda geçirilen sürenin artması kentsel mekânların daha önemli hale gelmesine neden olmuştur. Bu durum kentsel mekânların rahatlığını, oturma, barınma, korunma, kuşatma, oyun, spor, ulaşım, aydınlatma, iletişim gibi fonksiyonlara sahip kentsel donatıların, kentlerin yaşanabilirliğini artıran, çevre kalitesini yükselterek kentlere kimlik ve estetik kazandıran unsurlar olarak da önem kazanmasını sağlamıştır (Durmuş, 2008).

Kentlere kimlik ve estetik kazandıran kentsel donatı elemanları; zemin kaplamaları, kaldırımlar, merdivenler, rampalar, bordürler, oturma elemanları, aydınlatma elemanları, telefon kulübeleri, çöp kutuları, yönlendirme levhaları, bilgi iletişim panoları, reklâm panoları, su öğeleri, otobüs durakları, bitki kasaları, plastik-sanat elemanları, gölgelendirme elemanları, çocuk oyun elemanları, satış birimleri- parkmetreler, sınırlandırıcılar, ağaç altı ızgaralar ve bitkisel öğelerden oluşmaktadır (Zülfikar, 1998).

Kentsel donatı elemanlarının yanı sıra yapay çevre, mimari, kentin yaşam şekli ve kültürü gibi birçok etken kentlere kimlik kazandırmakta etkilidir. Kent kimliği kavramı, kentlerin benzer özellikleri yerine farklı özelliklerini ifade etmekte, kentlerin özgün ve farklı yönlerini ortaya koymaktadır (Lynch, 1960). Kentlerin özgün yanının ortaya konulmasında kentsel donatı elemanları öne çıkmaktadır. Kentsel donatı elemanlarının standartlaştırılması yerine her mekânın özellik ve işlevlerini dikkate alan özgün tasarımlar yapılması önemlidir (Akyol, 2006).

Kentsel donatı elemanları kentlerin biçimlendirilmesinde kent estetiğinde oldukça etkilidir. Teknolojik gelişmeler, hızlı kentleşme, belediyeçilik anlayışının değişmesi, Peyzaj Mimarlığı çalışmalarının gelişmesi, kentlerin hızlı dönüşümü, kent insanının ihtiyaçlarını çeşitlendirmiş ve artırmıştır. Önceleri estetik kaygıların önemsenmediği durum, yaşam şartları, toplum yapısı ile değişmiş, kentsel donatı elemanları kentlerin plan ve görünümleri üzerinde etkili olmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmelerin iletişim olanaklarını artırmasıyla birlikte kentler, birbirine benzer uygulama ve tasarımlara, benzer eylemlere sahne olurken, tasarım ilkeleri göz ardı edilerek yapılan donatı seçimleri bir süre sonra görüntü karmaşasına neden olmaktadır. Kentin fiziksel yapısındaki tüm değişimler birbirine benzeyen, tekdüze, kimliksiz, estetik görünüme sahip olmayan kentler oluşmasına neden olmaktadır (Kır, 2009).

Estetik algı, kişinin kendi yaşamsal öngörülerine göre değişmekle birlikte kültür ortaklığıyla kent kimliğinin bir parçası olan yapay elemanların şekillenmesinde rol oynamaktadır (Özer ve ark., 2010). Kentsel donatıların kimliği yansıtan simgesel özellikleri, malzeme, doku ve renk uyumu, doğal dengeye katkıları, işlevsel uygunlukları, insana huzur ve mutluluk veren özellikleri mekânların kalitesini ve estetik algıyı artırmaktadır (Suher, Ocakçı ve Karabay, 1996, Aksu, 1998; Aksu, 2012; Ghorab, 2015). Estetik algı ve güzelliği, kent bütünü içerisinde elemanlar arasında algılanan uyum ve aralarındaki ilişkinin iyi çözümlenmiş olması etkilemektedir. Kentsel çevre ne kadar fazla düzen ve bütünlük içeriyorsa, estetik değeri de o kadar fazladır (Erdoğan, 2006).

Kentsel donatı elemanlarının kendi aralarında ve kentsel mekânlar ile kurdukları ilişkilerin tasarım ilkelerine göre kurulması önemlidir. Tasarım ilkelerinin dikkate alınması, kentsel donatı elemanlarının, beğenilmesini, işlevsel ve bilinçli kullanımını etkilemektedir (Kuter ve Kaya 2019). Donatı elemanlarının konumu, biçimi ve kendi aralarında kurdukları dil birlikteliği, kentin kullanıcıları ile kent arasında görsel ve fiziksel bağı kuvvetlendirdiği gibi kent kimliğinin oluşmasını sağlamaktadır. Ayrıca kentteki mimari anlatımı güçlendirmektedir. Kentsel donatı elemanlarının her birinin birer tasarım ürünü olarak ele alınması ve tasarım ilkelerinin dikkate alınması ayrıca önemlidir.

Çeşitli malzemelerden üretilen kentsel donatı elemanları kullanıcıya eğlence, hoş, dinamik veya dinlendirici bir atmosfer sağlayarak konfor yaratabilmektedir (Dascalu, 2011). Kentsel donatı elemanlarının fiziksel özellikleri belli standartlara uygun, fonksiyonel olmalı, tasarımları estetik ve özgün olmalı, taşınabilir, bakımı kolay, monte edilebilir ve yedek parçaları bulunabilir olmalı, sağlam ve vandalizme karşı dayanıklı olmalıdır (Başal ve ark., 1993). Kentsel donatı elemanları doğal ve yapay elemanları birleşiminden oluşmalıdır. Doğal malzemeler konfor, güvenlik, tarihsel kimlik duyguları sunabilir, yapay olanlar ise modern yapıya uyum sağlamaya yardımcı olmaktadır (Dascalu, 2011).

Bu çalışma, estetik ilkelere göre düzenlenen kentsel donatı elemanlarının, kentin kimlik ve estetik kazanmasında etkili olması, aynı zamanda Kahramanmaraş'ta kent kimliği ve kent donatıları üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olmasından hareketle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hızlı kentleşme ve sanayileşme süreci içerisinde olan Kahramanmaraş kentinin Trabzon ve Hükümet Caddeleri örneğinde kent estetiği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma kapsamında kentsel donatılardan aydınlatma elemanları, otobüs durakları, çeşmeler, telefon kulübeleri, satış birimleri, alt yapı tesisleri bakım kapakları, bilgi iletişim ve reklam panoları, zemin kaplamaları, sınırlandırma elemanları, oturma elemanları, bitki kasaları, çöp kutuları, ağaç altı ızgara ve koruyucular, sanatsal objeler ve doğal örtü elemanları değerlendirilmiştir. Kahramanmaraş kentinin birçok kültüre ev sahipliği yapması nedeni ile kültürel zenginliği ve çeşitliliği, kentleşme ve sanayileşme sürecinde estetik ve kimlik olgusunda meydana gelen çevresel bozulmalar, bu seçimde etken olmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Materyal*

Çalışmanın ana materyalini Kahramanmaraş ili Dulkadiroğlu ilçesinde yer alan Trabzon ve Hükümet Caddelerinde bulunan kentsel donatı elemanları oluşturmaktadır. Araştırma 1500 m

uzunluk ve 30 m genişliğe sahip Trabzon Caddesi ve Hükümet Caddesinde yürütülmüştür (Şekil 3.1). Trabzon Caddesi iki kısımda değerlendirilmiştir. Valilik binası önünden başlayan tek yönlü trafik ve yaya bölgesi olarak düzenlenen 340 m'lik bölümü Trabzon Caddesi Yaya Bölgesi olarak isimlendirilmiştir.

### Metot

Çalışma; etüt, veri toplama, analiz ve senteze dayalı peyzaj araştırma aşamalarından oluşmuştur. Çalışmada öncelikle literatür taraması gerçekleştirilmiş, konuya altlık oluşturmak üzere kuramsal çerçeve belirlenmiştir. Daha sonra veri toplama aşaması gerçekleştirilmiş, değerlendirmeye alınacak olan materyaller arazi gözlemleri ve literatür bilgileri ile saptanarak bu materyallerin fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu (Google Earth, 2018'den yararlanılarak)

Veri analizi; estetik değerlendirme ve tasarım ölçütlerine göre gerçekleştirilmiştir. Estetik kelimesinin güzellik duygusu uyandıran anlamı nedeni ile değerlendirme ölçütleri uyum (renk uyumu, malzeme uyumu), özgün olma, bakım, işlevsellik, algılanabilirlik ve bütünlük olarak belirlenmiştir. Estetik değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesinde (Aksu 1998; Çelik ve Açıksöz 2008; Korkut ve ark. 2010, Sağlık ve ark 2014; Ghorab 2015; Şişman ve Gültürk 2017)'den yararlanılmıştır.

Değerlendirme ölçütleri: **Uyum**; Kentsel donatı elemanlarının biçimleri, ölçüleri, renkleri ve doku özelliklerinin biri veya birkaçının uyumu, **Özgün olma**; kentsel donatı elemanları nitelikleri açısından kente özgü bir tasarım olma durumu, **Bakım**; işlevsel ve estetik olma durumunun iyi durumda olma durumu, **İşlevsellik**; bir diğer anlamıyla fonksiyon; işe yararlılık, kullanılabilirlik ya da amaca elverişlilik anlamında, **Algılanabilirlik**; kentsel

donatıların duygular ve duyular aracılığı ile algılanma durumu, **Bütünlük**; kentsel donatıların birbirleri ve kendi aralarında uyumlu olma durumu olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra kentsel donatı elemanlarının analiz sonuçları değerlendirilmiş ve iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

## BULGULAR

Bu çalışmada, kentsel donatı elemanları; cansız ve canlı olmak üzere iki genel kategoride; cansız kentsel donatılar kendi içinde altyapıya bağlı ve altyapıya bağlı olmayan olmak üzere kategorize edilmiştir.

### *Alt yapıya bağlı kentsel donatı elemanları*

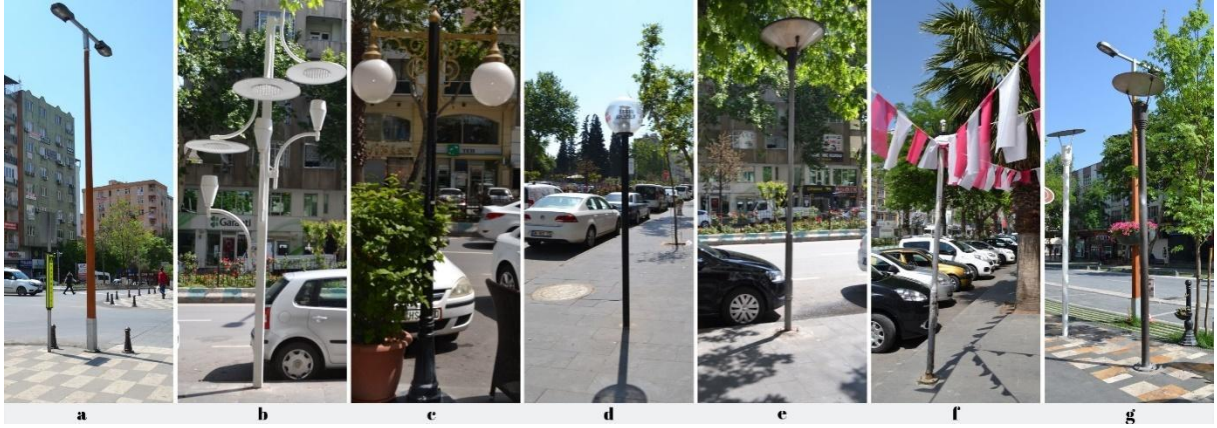
#### *Aydınlatma Elemanları*

Kentlerin güvenlik, estetik ve fonksiyonel amaçlarına hizmet eden kentsel donatıların ilk sıralarında aydınlatma elemanları yer almaktadır (Sağlık ve ark. 2014). Aydınlatma elemanlarının kullanılmasındaki temel amaç aydınlık bir yüzey oluşturmasının yanı sıra görsel konforun sağlanmasıdır. Kentlerin yetersiz aydınlatılması görsel performansı, konforu, güveni, görsel estetiği olumsuz etkilemektedir (Ünver, 2001; Çelik, 2013). Kentin dokusuyla uyumlu, kimliği yansıtan aydınlatma elemanı kullanımı mekânın estetiğini artırmakta ve kente anlam yüklemektedir.

Kahramanmaraş kenti Trabzon ve Hükümet Caddeleri, yaya yolunda ve refüjlerde kullanılan aydınlatma elemanları olarak irdelenmiştir. Her iki caddenin refüjde kullanılan aydınlatmalar, araç yolu aydınlatma için standartlara uygun olarak 30 m aralıklarla konumlandırılmış, işlev açısından zayıf, estetik ve özgün bir tasarım değildir.

Yaya yolunda yer alan aydınlatma elemanları aydınlatma işlevi dışında estetik amaçla kullanılmıştır. Trabzon Caddesinde yer alan ticari işletmeler, kendi aydınlatma elemanlarını kullanmaktadır. Ancak birbirleriyle uyumsuz ve farklı elemanların kullanılması bir karmaşaya neden olarak güzel bir duygu uyandırmakta kent estetiğini olumsuz etkilemekte, görüntü kirliliğine neden olmaktadır (Şekil 4.1b,c,d,e,f g). Aydınlatma elemanlarının özgünlüğü, nitelikleri ile diğerlerinden ayrılma durumu açısından değerlendirilmiş, kente özgü bir tasarım olmadığı belirlenmiştir.

Trabzon Caddesi Yaya Bölgesinde yer alan yaya ve araç yolu aydınlatma elemanları, standartlara uygun ölçüde, işlevsel, malzeme, renk olarak çevreyle uyumlu, diğer donatı elemanları ile bütünlük içerisindedir. Ancak kente özgün bir tasarım değildir (Şekil 4.1a).Hükümet Caddesinde ise yaya yolu aydınlatma elemanı bulunmamaktadır. Bu durum refüjde kullanılan aydınlatma elemanın işlev açısından yetersiz olmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.1. Çalışma alanlarında yer alan aydınlatma elemanları

### **Otobüs Durakları**

Kentlerde duraklar, insanları güneşten, soğuktan, rüzgârdan, yağmurdan ve yoğun trafiğin akışından koruyan; otobüslerin, indirme, bindirme, aktarma yaptıkları ve beklemeye hizmet eden donatı elemanlarıdır (Karababa, 1998; Çelik, 2013). Kentlerde otobüs, dolmuş gibi araçların geçiş noktalarına yerleştirilen donatı elemanları kullanıcılarına bilet satışı, oturma, duyuru, reklam ilanları, danışma gibi başka işlevleri yerine getirmelidir (Zülfikar, 1998). Duraklardaki reklam panoları gelen araç yönüne ve tasarımları haricinde ilave bir reklam panosu konulmamalıdır (Durmuş, 2008).

Araştırma alanı içinde toplam üç adet otobüs durağı bulunmaktadır. Bunlardan iki tanesi Hükümet Caddesinde (Şekil 4.2a,b), bir tanesi de Trabzon Caddesinde yer almaktadır (Şekil 4.2c,d,e). Otobüs durakları ölçü olarak standartlara uygun renk, çevre ve malzeme açısından uyumlu, algılanabilir, bakımlı ve bütünlüğü sağlamaktadır. Ancak otobüs seferleri ile ilgili bilgilendirme levhalarının, bilet satış yerinin, çöp kutusunun bulunmaması ve mekânsal olarak küçük olması nedeni ile işlevsel açıdan yetersizdir. Otobüs durakları özgün bir tasarım değildir (Şekil 4.2a.c).



Şekil 4.2. Çalışma alanında otobüs durakları

## Çeşmeler

Bilinen ilk donatı elemanlarından çeşmeler, kent alanlarında insanların su gereksinimlerini karşılamak amacıyla yer alan kentsel donatı elemanlarıdır (Zülfiyar, 1998). Çeşmeler, yaya yollarının uygun yerlerinde, dinlenme alanlarında, insan ölçeğinde yer almalı, altyapısı sağlam ve hijyenik olmalıdır (Anonim, 1992).

Kahramanmaraş kenti tarihi sürecinde çeşmeler her zaman önemli bir yer tutmuştur ve bugün de bu eserler hâlâ önemini korumaktadır. Araştırma alanı içerisinde beş farklı tasarıma sahip yedi tane çeşme bulunmaktadır. Bunlardan yalnızca biri Hükümet Caddesinde yer almaktadır (Şekil 4.3a). Hükümet Caddesinde yer alan çeşme donatısı, malzeme olarak uyumlu olmamasına rağmen, mermer malzeme ile kaplanmış olması algılanabilirliği artırmaktadır. Ancak çeşme ölçüleri her yaşta bireyin kullanımına uygun olmaması ve yaya akışını engelleyecek şekilde konumlanmış olması işlevselliğini olumsuz etkilemektedir.

Trabzon Caddesinde yer alan çoğunluğu hayrat çeşmeleri ise farklı tasarımda, malzeme açısından kent dokusu ile uyumlu ancak birbirleri ile ölçü, tasarım ve malzeme uyumu bulunmamaktadır. Hayrat çeşmeleri kente özgü bir kullanım olmasına rağmen tasarım birlikteliğinin olmaması özgünlüğünü ve kent estetiğini olumsuz etkilemektedir (Şekil 4.3b,c,d,e,f). Trabzon caddesinde yer alan çeşmeler insan ölçeğinde olması nedeni ile işlevsel, ancak bakımsız olması toplum sağlığını ve kent estetiğini olumsuz etkilemektedir.



Şekil 4.3. Çalışma alanında yer alan çeşmelerden örnekler

## Telefon kulübeleri

İletişim çağının getirisi olarak telefon kulübeleri artık pek rağbet edilmese de kentsel alanlarda kullanımı önemli ve gereklidir. Telefon kulübeleri, yaya sirkülasyonunu engellemeyecek şekilde konumlandırılmalı, görülebilir yerlere kaldırımın olabildiğince arka kısmına yerleştirilmelidir. Telefon kulübeleri birden fazla olacaksa birleşik olarak yerleştirilmeli, tasarımlarında şeffaf malzeme tercih edilmelidir (Durmuş, 2008).

Trabzon Caddesinde iki adet, iki farklı tip telefon kulübesi yer almaktadır (Şekil 4.4a,b). Kapalı ve yarı kapalı olan telefon kulübeleri, yaya sirkülasyonunu engellemeyecek şekilde duvar kenarına, diğeri ise yaya sirkülasyonunu engelleyecek şekilde konumlandırılmıştır. Telefon kulübeleri, diğer donatı elemanları ve birbirleri ile malzeme, renk ve ölçü olarak uyumsuz ve bütünlüğü sağlamamaktadır. Ayrıca bakımsız ve kirli görünüşleri kent estetiğini

olumsuz etkilemektedir. Telefon kulübeleri, insan ölçeğine uygun ve algılanabilir, ancak kente özgü bir tasarım değildir (Şekil 4.4a).

Hükümet Caddesinde ise bir adet yarı kapalı olan telefon kulübesi, yaya akışını engellemeyecek şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 4.4c,d). İnsan ölçeğine uygun ve algılanabilir, ancak kente özgü bir tasarım değildir. Haberleşme işlevini sağlayacak özelliklerde olmasına rağmen teknolojik gelişmeler nedeni ile herkeste cep telefonlarının olması haberleşme işlevinin de çoğunlukla kullanılmamasına neden olmaktadır.



Şekil 4.4. Çalışma alanında yer alan üç adet telefon kulübesi

### **Satış birimleri**

Yaya sirkülasyonunun yoğun olduğu yerlere, kavşak noktalarına, otobüs durakları, tren ve metro istasyonlarına, vapur iskelelerine ve parklardaki uygun köşelere yerleştirilerek, insanların hemen ulaşmak isteyeceği gazete-dergi, kitap, yiyecek-içecek satışının yapıldığı kentsel donatı elemanlarıdır (Zülfikar, 1998). Satış birimleri ulaşımı kolay ve yaya trafiğini engellemeyecek noktalara yerleştirilmeli, kendi alanlarından taşmaları ve çevrelerini işgal etmeleri önlenmelidir (Hacıhasanoğlu, 1991; Durmuş, 2008).

Araştırma alanı her iki cadde üzerinde birer adet satış birimi ve iki adet hizmet sağlayan donatı olmak üzere toplam dört tane bulunmaktadır (Şekil 4.5). Satış birimleri, insan ölçeğinde, algılanabilir, renk, çevre ve malzeme bakımından kentle uyumsuz, konumları yaya akışını engelleyen, bakımları yetersiz ve tasarımları kente özgü değildir. Trabzon Caddesinde yer alan ayakkabı boyama hizmeti veren birim (Şekil 4.5c) ise renk ve malzemesiyle uyumlu, ancak tasarımı özgün değildir. Taksi durağı ise tasarımıyla kent dokusuna uyumlu, bakımlı, algılanabilir ve nitelikleri ile farklı olması nedeni ile özgün çizgiler taşımaktadır (Şekil 4.5d).



Şekil 4.5. Çalışma alanında satış birimleri ve taksi durağı

### ***Altyapı tesisleri bakım kapakları***

Bakım kapakları, kentsel alanlarda gaz, şehir suyu, telefon, elektrik, kanalizasyon ve yağmur suyu gibi altyapıya bağlı tesisatların düzeneklerine ulaşmak ve bakımların yapılabilmesi için zemine yerleştirilen kapaklardır. Altyapı tesisleri bakım kapakları, hiçbir zaman kaldırımlar ve yaya yollarının genişliğini daraltacak şekilde düzenlenmemelidir ve yürüyüş aksı üzerinde kot farkı oluşturacak şekilde konumlandırılmamalıdır (Güner, 2015).

Araştırma alanı içerisinde kullanılan bakım kapakları arasında, renk, malzeme uyumu ve bütünlüğü bulunmamakta kent estetiğini bozmaktadır. Zemin malzemesi ile uyuşmayan çevresi beton malzeme ile kapatılmış, bakım kapakları bakımsız, yürüyüş aksı üzerinde kot farkı oluşturacak şekilde konumlandırılmış ve özgün bir tasarıma sahip değildir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Çalışma alanında mevcut altyapı tesisleri bakım kapakları

### ***Bilgi iletişim ve reklam panoları***

Kentsel alanda insanların yoğun olduğu kısımlarda, alışveriş ünitelerinin ve firmaların tanıtım ve reklamı için üzerinde amblem ve adların yazılı olduğu, yerel yönetimlerin veya özel kuruluşların yaptırdığı ve kiraya verilen donatı elemanlarıdır (Çelik, 2013). Bilgilendirme ve yönlendirme levhaları anlatım sadeliği, kullanımı ve imalatı kolay, amacına uygun, standart ölçülerde, çevreyle ve birbirleriyle uyumlu ve yerleştiği alana göre tek tipte olmalı ve konumlandırılmalarında tasarım ilkeleri dikkate alınmalıdır (Yıldırım, 2011).



Trabzon ve Hükümet Caddelerinde özel kuruluşlara ait reklam panoları çeşitli renk, malzeme, ölçü ve dokuda, aralarında bir uyum bulunmamaktadır (Şekil 4.7a,b). Reklam panoları, kaldırım akslarında, refüjlerde duvar üzerinde billboard olarak üç farklı tipte farklı büyüklüklerde tasarlanmıştır (Şekil 4.7c,d,e).

Ayrıca bina cephelerinde kullanılan reklam panoları, gelişigüzel, farklı ölçü renk ve tasarımda olması nedeni ile uyumsuz ve kente özgü bir tasarım değildir (Şekil 4.7f). Bütün reklam panoları kent dokusunu ve estetiğini olumsuz etkilemektedir. Kent estetiğinin sağlanmasında tasarım ilkelerinin dikkate alınması, yerleştirildiği alana göre tek tipte panoların kullanılması önemlidir.



Şekil 4.7. Çalışma alanında tespit edilen reklam pano donatılarından birkaçı

### *Alt yapıya bağlı olmayan kentsel donatı elemanları*

#### *Zemin kaplamaları*

Bu bağlamda zemin kaplamalarının işlevleri; kullanım ile ilgili aşınmaya karşı koymak, alt zemini korumak, üzerine gelen yükleri zemine aktarmak, uzun ömürlü, kaymayan ve hava koşullarına dayanıklı bir yüzey oluşturmak, biçimlenişi ve deseni ile yayalara yön gösterme, vurgulama, farklı işlevlere sahip alanları tanımlamak, çevre karakterini yansıtacak, yapıları ve mekânları birbirine bağlayacak çekici bir görüntü oluşturma şeklinde sıralanabilir (Feyizoğlu, 2008).

Trabzon Caddesi Yaya Bölgesinde zemin, çevre ile uyumlu, estetik, işlevsel ve tasarım ilkelerine uygun olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.8a,b). Bisiklet yolu farklı renk ve sınırlayıcılar ile oluşturulmuştur, ancak algılanabilirliği düşüktür (Şekil 4.8c).

Trabzon ve Hükümet Caddelerinde kaldırımlarda zemin olarak bazalt malzeme kullanılmıştır. Araç yolu zemini ile aynı renk olması uyumlu olmasına rağmen, vurgu ve yön verici fonksiyonu bulunmamaktadır.

Hükümet Caddesinde ise zemine yol hizasını belirleme ve bina girişlerini vurgulamak amacıyla krem renkte kesme taş ile hareket kazandırılmış, ancak bozulmalar kent estetiğini olumsuz etkilemektedir (Şekil 4.8d,e). Ayrıca rampa ve görme engellilerin yönlendirmesini sağlayan iz taşlarının sürdürülebilir olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Çalışma alanlarından zemin kaplama örnekleri

### **Sınırlandırma elemanları**

Kentsel mekânlarda sınırlandırma elemanları, insan trafiğinden çok, araç trafiğinin görsel engel oluşturmadan kontrol altında tutulmasını sağlayan düzenleme elemanlarıdır. Bu donatı elemanları görsel ve fonksiyonel amaçlarla; yaya trafiğini aksatmadan araçların belli alanlara girişini engellemek, kullanım alanları ayırmak, kentsel mekân döşemesinde birbiri ardınca tekrarlanan düşey vurgu elemanları oluşturmak gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Sancak, 2009).

Araştırma alanını oluşturan Trabzon Caddesinde donatı elemanlarının kullanımında; kompozit, beton ve plastik malzemeden sınırlayıcılar yaya ve araç trafiğini ayırmak amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 4.9a,b,c). Hükümet Caddesinde farklı malzeme ve model sınırlandırma elemanları arasında uyum, bütünlük bulunmamaktadır. Ayrıca algılanabilir ve özgün bir tasarım değildir (Şekil 4.9d,e,f). Özellikle delinatörün araçların akışını yönlendirmek amacıyla çok fazla kullanılması kent estetiğini olumsuz etkilemektedir (Şekil 4.9f).



Şekil 4.9. Çalışma alanında yer alan sınırlandırma elemanları

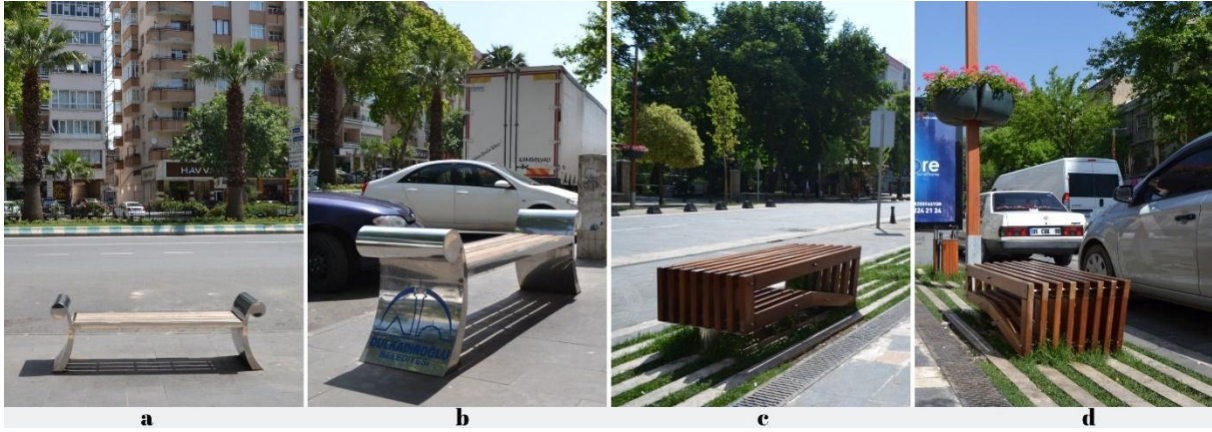
### **Oturma elemanları**

Kentsel alanlarda insanların daha çok vakit geçirmesiyle dış mekânların, sadece dolaşım kanallarından uzak, uzun süre vakit geçirmeye uygun ve daha konforlu alanlar elde etmek için en önemli donatı elemanlarını oturma birimleri oluşturmaktadır. Oturma elemanları çevresel faktörlerin; rüzgâr, yağmur, güneş, gürültü gibi rahatsız edici etkileri ve araçların

sıçratabilecekleri çamur ve sulardan korunacak şekilde, yaya trafik akışını ve oturanları rahatsız edecek konumlara yerleştirilmemelidir (Anonim, 1992; Durmuş, 2008). Oturma elemanları uzun ömürlü, bakımının kolay, dış koşullara, fiziksel etkilere ve darbelere dayanıklı olmalıdır. Oturma elemanlarının görsel açıdan göze hoş görünecek şekilde, çevresi ve diğer kent mobilyaları ile uyumlu olması beklenmektedir. Ayrıca oturma elemanları, aydınlatma elemanları, çöp toplama elemanları ve çiçek kasaları ile bir bütün oluşturmalıdır (Feyizoğlu, 2008)

Trabzon caddesinde yer alan iki tip oturma elemanlarından birincisi; sırsız ve kolçaklı kaldırım aksı boyunca düzensiz, belirli bir ritim ve denge olmadan konumlandırılmıştır. Ahşap ve paslanmaz çelik, malzeme uyumu bir bütünlük oluşturmaktadır (Şekil 4.10a,b).

Trabzon Caddesi Yaya Bölgesinde yer alan ikinci tip oturma birimi sabit ve kolçaksız bank grubundadır (Şekil 4.10c,d). Donatılar, tekrar ve sıralı ritim ile aydınlatma, çiçek kasaları ve çöp kutuları ile uyumlu bir bütünlük içerisinde bulunmaktadır ancak konum olarak park eden araçlara yakın olması nedeni ile uygun değildir (Şekil 4.10d).



Şekil 4.10. Çalışma alanında mevcut oturma birimleri

### **Bitki kasaları**

Kentsel alanlarda yeşil dokuyu artırmak için yer alan bitki kasaları aynı zamanda, mekânları sınırlamak, farklı yapıdaki mekânları birbirinden ayırmak ve istenmeyen geçişleri sınırlandırmak amacıyla da kullanılabilir. Bitki kasaları, buldukları mekân ile ölçü, biçim ve malzeme açısından bütünlük sağlamalıdır. Tasarımlarında basit görünlü ve sağlam olmalı, aynı zamanda aşırı soğuklardan, bitkinin kök gelişiminden ve vandalizm etkilerinden zarar görmeyecek yapıda olmalıdır.

Bitki kasaları yaya-taşit sirkülasyonunu engellemeyecek şekilde ve bitkilerin ışık, sıcaklık, güneş gibi ihtiyaçları ve aşırı rüzgârlardan etkilenme durumları dikkate alınarak konumlandırılmalıdır.

Araştırma alanlarından Trabzon Caddesinde yerel yönetimin dört farklı tip bitki kasası bulunmaktadır (Şekil 4.11a,b,c). Şekil 4.11a'da yer verilen paslanmaz çelik ve ahşap modelde, oturma birimleriyle malzeme açısından bütünlük oluştursa da, tasarımlarında özgünlük bulunmamaktadır. Kaldırım aksı boyunca gelişigüzel konumlandırılmış donatılar, yaya sirkülasyonuna engel olmakta ve bir düzen içerisinde olmadığından kentin estetik unsurlarını bozmaktadır (Şekil 4.11a).

Trabzon Caddesi yaya bölgesinde bulunan bitki kasaları ise, renk, malzeme ve çevre ile uyum ve bütünlük içerisindedir, ancak özgün bir tasarıma sahip değildir (Şekil 4.11b,c). Aydınlatma elemanlarında yer verilen bitki kasaları ve sepet formlu bitki kasaları, malzeme, renk ve çevre ile uyumlu ve algılanabilir durumdadır (Şekil 4.11b). Cadde üzerinde tüzel kişilerin işyerleri önünde konumlandırılan saksılar kent estetiğini olumsuz etkilemektedir (Şekil 4.11d).

Hükümet Caddesinde yer alan bitki kasası, tek model olup, sınırlandırma elemanı görevi görmekte ve özgün tasarımı olmadığı için estetik bir değeri bulunmamaktadır (Şekil 4.11e).



Şekil 4.11. Çalışma alanlarında yer alan bitki kasası donatıları

### Çöp kutuları

Kentlerimiz için tehlike oluşturan çöp sorununun çözümü ise, iyi tasarlanmış kaliteli malzemeden üretilmiş, doğru yerleştirilmiş ve iyi kullanılan çöp kutularının kullanımı ile mümkündür. Güvenlik ve estetik açıdan sakınca oluşturmaması için kapaklı ve tekerlekli çöp konteynirleri meydanlara ve yayalaştırılmış alanlara, engelli birey geçişlerini engellemeyecek şekilde özellikle rampa geçişlerine yerleştirilmemelidir. Çöp kutuları işlevsel nitelikli ve kolay erişilebilir ve fark edilebilir durumda olmalı, en çok gereksinim duyulacak noktalara özenli bir şekilde konumlandırılmalıdır (Feyizoğlu, 2008; Durmuş, 2008).

Trabzon Caddesinde üç tip (Şekil 4.12a,b,c) ve Hükümet Caddesinde iki tip (Şekil 4.12d,e) çöp kutusu olmak üzere dört farklı model saptanmıştır. Kullanılan renk, malzeme ve model birbirinden farklı olması, aynı aks üzerinde konumlu olması görsel algıyı ve kent estetiğini olumsuz etkilemektedir. Alanda bulunan her birinin oldukça bakımsız ve vandalizmden oldukça zarar görmüş olması, görsel kirlilik ile hijyen açısından olumsuz bir etki oluşturmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Çalışma alanında yer alan çöp kutuları

### ***Ağaç altı ızgara ve koruyucular***

Ağaç altı ızgara ve koruyucuların zemin kaplaması ile uyumlu ve ağacın gelişimine olanak verecek aralıklarda yer almalarına ve aynı zamanda hem sağlam hem de estetik olmalarına dikkat edilmelidir. Ağaç köklerinin gerekli besinlerini tam olarak almasını sağlayan, estetiği artırarak görsel zenginlik kazandıran donatılardır (Aksoy, 2006).

Trabzon Caddesinde yer alan farklı model ve malzemeden ızgara donatıları bütüncül ve uyumlu değildir (Şekil 4.13a,b,c,d). Muhtelif yerlerde prekast ızgara kullanılırken, bazı yerlerde bordür taşı kullanılmıştır (Şekil 4.13a,b). Bordür taşı ağaç köklerinin hava almasını sağlayacak şekilde uygulanmadığı için işlevsel değildir (Şekil 4.13.b).

Trabzon Caddesi Yaya Bölgesinde ise ağaç altı ızgara olarak çelik ızgara ve kaldırım taşının kullanılması uyumludur, ancak hem özgün bir tasarım değildir hem de ağaç köklerinin hava almasını sağlayacak genişlikte olmadığı için işlevsel değildir (Şekil 4.13c,d).

Hükümet Caddesinde prekast ızgara kullanılmış olup, bordür taşı ızgara donatıları estetik ve bakım açısından daha iyi durumda olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.13e, f).



Şekil 4.13. Çalışma alanlarında mevcut ağaç altı ızgaralardan örnekler

### Sanatsal objeler

Sanatsal objeler, doğayla ilişkiyi sağlayan, çevreyi, insanı, insanın bakış açısını, duygu ve düşüncelerini değiştiren bir işlevi yerine getirmektedir (Çelik, 2013). Ayrıca bu iletişimsel işlevinin yanında insanların duygu ve hayal gücünü besleyici, eğitici, bilgilendirici özellikler de barındırmaktadır. Bir odak noktası oluşturmak, ilgi çekmek, insanlara mesaj vermek gibi amaçlarla oluşturulan plastik sanat objelerinin algılanması için doğru konumlandırılması önem taşımaktadır.

Araştırma alanını oluşturan Trabzon Caddesinde üç ayrı sanatsal obje; kentin kurtuluşunu sembolize eden heykel, dondurma külahı ve keçi figürü bulunmaktadır. Dondurma külahı ve keçi figürü Kahramanmaraş dondurması ve hammaddesi keçi sütün temsil etmesi nedeni ile kent kimliğini yansıtmakta ve kentin sahip olduğu özellikleri vurgulayan özgün, çevreyle uyumlu ve algılanabilir donatı elemanlarıdır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Çalışma alanında kentin kültürel değerlerini yansıtan sanatsal objeler

### Canlı kentsel donatı elemanları (doğal örtü elemanları)

Kentsel mekânlar, canlı bir organizma olarak kabul edildiğinde, cadde, bulvar ve refüjler kentsel yaşamı kolaylaştıran ve çeşitli etkinliklere imkân sağlayan kentin can damarlarıdır. Planlı gelişen kentlerde yollar kentin iskeletidir ve kentlerin gelişim aksını belirler. Özellikle kent girişleri kentlerin prestij alanları kabul edildiğini bildiren Aslanboğa (1997), kente ilk kez gelen kişi, kentle ilgili ilk izlenimlerini burada edinmesi nedeniyle yol ağaçları bu konuda önemli bir rol oynar (Küçük ve Gül, 2005). Canlı kentsel donatı bitkilerinin seçiminde doğal türler tercih edilmeli, bitki bakımları düzenli yapılmalıdır.

Trabzon Caddesi araştırma alanında kaldırımlarda en çok kullanılan bitkilerden *Platanus orientalis* L. (Çınar ağacı) olduğu saptanmıştır. Ayrıca, Kahramanmaraş'ın doğal bitki türü olması, Kahramanmaraş'ın farklı bölgelerinde anıt çınar ağaçlarının (Uzun ve ark. 2011) bulunması, geçmişten bugüne kullanılan bir tür olması nedeni ile kentin kimliğini yansıtmakta, alle olarak kullanımı kent mekânlarını tanımlamakta ve vurgulamaktadır. Orta refüjde yer alan bitki türleri kent alanına olumlu görsel etki yaratırken, araç kullananların görüşlerini etkilemeyecek özelliklerde uygulandığı görülmektedir.

Genel olarak her iki cadde üzerinde ve orta refüjlerde *Sophora japonica* (Japon soforası), *Ligustrum ovalifolium* 'Aureum' (Ağaç ligustrum), *Melia azedarach* (Tesbih ağacı), *Fraxinus angustifolia* (Dişbudak), *Acer negundo* (Dişbudak yapraklı akçaağaç), *Cupressus*

*sempervirens* 'horizontalis' (Dağınık servi) *Lagerstroemia indica* (Oya ağacı), *Rose sp.*(Gül), *Washingtonia filifera* (Palmiye), *Ailanthus altissima* (Kokarağaç), *Pinus brutia* (Kızılcım), *Laurus nobilis* (Defne), *Cercis siliquastrum* (Erguvan), *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' (Top Akasya) kullanılan bitki türleridir (Şekil 4.15a). Ancak doğal bitki örtüsünde yer almayan yabancı bir tür olması ve iklim koşullarının da uygun olmaması nedenleriyle *Washingtonia filifera* (Palmiye) türünün kent merkezinde kullanımı kimliği yansıtmamaktadır (Şekil 4.15b).



Şekil 4.15a. Trabzon Caddesinde yer alan bitki materyalleri

## TARTIŞMA

Araştırma alanında bu kapsamda yapılan ilk çalışma olması araştırmanın önemini ortaya koyması açısından önemlidir. Kahramanmaraş örneğinde yapılan bu çalışma farklı illerde yapılan çalışmalar ile çıkış noktaları (Eşen, 2007) ve değerlendirme ölçütleri açısından (Akyol, 2006; Yıldırım, 2011; Ghorab, 2015; Şişman ve Gültürk, 2017) ile benzerlik göstermektedir. Eşen, (2007)'nin kent kimliğini etkilediğini ortaya koyduğu çalışmadan hareketle özgünlük ölçütü kullanılmıştır. Ancak (Akyol, 2006; Yıldırım, 2011; Ghorab, 2015) ile kentsel donatıların tasarım ilkelerine göre tasarlanması, işlevselliği ve estetik ölçütlere göre Şişman ve Gültürk (2017) ile kent estetiğini algılanabilirlik, özgün olma, uyum ve bakım ölçütlerini kullanarak değerlendirmesi noktasında benzerlik bulunmaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda kentsel donatı elemanlarının estetik ve tasarım ilkeleri (uyum, bütünlük, özgün olma, vurgu, tekrar vb) dikkate alınmadığı, bu durumun kent estetiğinde karmaşa ve görsel kirliliğe neden olduğu ve sanatsal objeler dışında kentsel donatıların özgün olmadığı ve kente kimlik kazandırmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarından hareketle Kahramanmaraş kentinde yer alan kentsel donatılara yönelik öneriler 3 başlık altında geliştirilmiştir:

### *Estetik ve tasarım kriterleri açısından öneriler*

Kent bütününde yer alan kentsel donatılar standartlara uygun, malzeme ve renk açısından çevre ve birbirleri ile uyumlu, bütünlüğü sağlayan ve özgün tasarıma sahip olmalıdır. Malzeme renk açısından çevre ile uyumları ve tasarım ilkelerinin (ritim, tekrar, vurgu vb.)

kullanılması kent estetiğini olumlu etkileyecektir. Kahramanmaraş Trabzon Caddesi ve Hükümet Caddesinde yer alan kentsel donatı elemanlarından;

- Aydınlatma elemanları, yeni düzenlenen alanda tasarım kriterlerine uygun olmasına karşı diğer alanda bulunan aydınlatma elemanları ile bütünlük oluşturmamaktadır. Ayrıca ticari işyerlerine ait aydınlatmalar kentin estetiğini bozmaktadır. Dolayısıyla aydınlatma elemanları arasında tasarım birlikteliği olacak şekilde tasarlanmalı ve diğer aydınlatma öğeleri kaldırılmalıdır. Estetik olarak birbirleri ve çevre ile uyumlu, kente özgü bir tasarıma sahip olmalıdır.
- Oturma birimleri, tasarım açısından kullanılan malzemelerle uyumlu olduğu saptanmıştır. Ancak diğer donatı elemanları ile tasarım birlikteliğinin oluşturulması kent estetiğini olumlu etkileyecektir.
- Çöp kutularının birbirinden farklı tasarımlarının bir alan içerisinde kullanılması kent görünümlerini bozmakta algı karmaşası yaratmaktadır. Kente özgü bir tasarım modeli oluşturularak bütünlük sağlanmalıdır.
- Sınırlandırma elemanları ve saksıların bütünlük içerisinde değerlendirilmesi ve tasarlanması uygun olacaktır. Sınırlandırma elemanlarının bütünlüğü tek tipe indirgenerek sağlanmalı ve delinatörün sık kullanılması önlenmelidir. İşyerleri ve tüzel kişiler tarafından işyerleri önlerinde konumlandırılan saksılar uyumsuzdur ve kaldırılması kent estetiği için önemlidir.
- Otobüs durakları, bilet satış yeri, danışma, çöp kutusu ve satış birimleri ile birlikte tasarlanmalıdır. Kente özgü bir tasarıma sahip olmalıdır.
- Çeşmelerin tasarım açısından yeniden gözden geçirilmesi ve bundan sonra yapılması düşünülen çeşmeler için bugünden tasarım ilkeleri belirlenmesi uygun olacaktır.
- Satış birimleri kent dokusu ve kimliğini yansıtmalı, çevreyle uyumlu olarak tasarlanmalıdır. Satış birimleriyle entegreli oturma bankı ve çöp kutusuna yer verilmelidir.
- Reklam panoları arasında bir bütünlük bulunmamakta, çeşitli renk, malzeme, ölçü ve dokularda oldukları görülmektedir. Bu donatılarda yapılacak planlama ve tasarım çalışmaları ile tüm kent caddelerinin daha kimlikli hale getirilmesi mümkündür. Cephelerde yer alan reklam panolarının, bir düzen içinde ve tek tip olmalıdır. Ayrıca bina cephelerinde yer alan reklam panolarına yasal düzenlemeler ile bir sınır getirilmelidir. Cephelerde sadece dükkân ve satış mağazalarının reklam panolarına belirlenen standartlarda olmak kaydı ile izin verilmelidir. Cephelerde yer alan reklam panoları bina girişlerinde yer verilmelidir.
- Telefon kulübeleri, kente özgü tasarlanmalı ve kendi aralarında uyum ve bütünlük sağlanmalıdır.

### ***İşlevsel açıdan öneriler***

- Kentsel donatıların tasarım ve estetik olarak değerlendirilmesini yanı sıra işlevselliği dikkate alınmalıdır. Bazı donatılar işlevlerine göre birlikte tasarlanmalı ve yerleştirilmelidir;



- Aydınlatma elemanları, ışık verme işlevi için yeterli sayıda yerleştirilmeli ve bakımları düzenli yapılmalıdır. Özellikle işlevsellik açısından Hükümet Caddesi üzerindeki aydınlatma elemanlarının sayıları artırılmalı, aydınlık ve konforlu bir bulvar algısı oluşturulmalıdır.
- Otobüs durakları, mekânsal açıdan yeterli sayı ve büyüklükte olmalıdır. Ayrıca duraklarda yeterli bilgilendirme levhalarının olmaması da işlevselliği etkilemektedir. Durağın ismini yazan tabela ve otobüslerin zaman çizelgesi her durakta yer almalıdır.
- Telefon donatıları yerine günümüz koşullarına uygun bilgisayar ve internet şarj donatıları yeterli sayı ve kapasitede yer almalı ve kentsel donatıların konumları da işlevine uygun yerleştirilmelidir.
- Oturma elemanlarının konumlandırılmasında ritim, denge, uyum gibi ölçütler dikkate alınmalı, yaya sirkülasyonu ve araçların kapılarının açılmasını engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

### ***Bakım için öneriler***

- Kentsel donatı elemanlarının bakımları düzenli aralıklarla yapılmalıdır. Kırılmış, paslanmış donatı elemanları tamir edilmeli ya da yenileri ile değiştirilmelidir. Bu durum bakım, estetik ve hijyen açısından önemlidir.
- Çeşmelerin bakım, drenaj ve temizliği, çeşmelerin planlaması ve uygulamasında dikkate alınarak kentin estetiği ve sağlığını olumsuz etkilememelidir. Drenaj altyapısı, bakımı ve temizliği düzenli yapılmalıdır.
- Zemin kaplamaları için görsel ve estetik bir değer taşıyan sağlam ve dayanıklı malzemeler tercih edilmelidir. Bozulma olan yerler onarılmalı kent kullanıcıları için tehdit oluşturmamalı ve kent estetiğini bozmamalıdır.
- Çöp kutuları yeterli sayıda yerleştirilmeli, çöp kutularının çöpleri saklayacak şekilde ve tek tip tasarlanmalı ve çöplerin zamanında toplanmasını sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır. Bakımsız ve vandalizmden etkilenmiş çöp kutuları yenilenmeli kentin sağlığı ve görselliği için son derece önem verilmesi gereken konudur.
- Altyapı ve bakım kapakları ve tüm zemin kapaklarının bakım ve onarımları zamanında yapılmalıdır. Bakım kapaklarının zemin ile hemzemin olması sağlanarak olası kazalar önlenmelidir.
- Canlı kentsel donatıların bakımları budama, havalandırma, çapalama, gübreleme ve sulama gibi bakımları zamanında ve düzenli yapılmalıdır. Canlı donatıların araştırma alanında düzenli bakımları ile ilgili sıkıntı görülmemektedir.

Sonuç olarak kentsel donatılar kent estetiği ve kimliği üzerinde oldukça etkilidir. Kentsel donatıların tasarımı, kullanımı, bakım ve onarımlarında estetik ve işlevsel değeri ile özgünlüğü dikkate alınmalıdır. Kentsel donatıların kent kimliği ve estetik değeri için yerel yönetimlerin kendi aralarında ve kamu kurumları ile işbirliği ve dil birlikteliğini sağlaması önemlidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'nün 2017/4-7 YLS nolu projesi tarafından desteklenmiştir.

## YAZAR KATKILARI

**Esra Bayazıt:** Arazi çalışmaları, şekillerin düzenlenmesi, makale yazımına katkı sağlama.  
**Şule Kısakürek:** Araştırmayı kurgulama ve yönetme, makale yazımı.

## AÇIKLAMA

Bu makale Esra Bayazıt'ın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aksu, V. (1998). Kent mobilyalarının yer aldıkları mekânlara etkileri üzerine-Trabzon kenti örneği-bir araştırma. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Aksu, Ö. V. (2012). Kent mobilyaları tasarımında özgün yaklaşımlar. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 2(6), 373-386.
- Akyol, E. (2006). Kent Mobilyaları Tasarım ve Kullanım Süreci, İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), *İstanbul*.
- Anonim, (1992). Kentsel Tasarım Kılavuzu 2, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Kentsel Tasarım Çalışma Grubu, İstanbul
- Aslanboğa, İ. (1997). Kentlerdeki yol ve meydan ağaçlarının işlevleri, Ağaçlamanın planlanması, uygulanması ve bakımlarıyla ilgili sorunlar. *Kent ağaçlandırmaları ve İstanbul*, 96.
- Başal, M., Memlük, Y., & Yılmaz, O., (1993). *Peyzaj Konstrüksiyonu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1322, Ankara, 170s.
- Çelik, E., (2013). Esenyurt İlçesinde Yapılan Peyzaj Uygulama Çalışmalarının Yapısal Peyzaj Ve Kent Mobilyaları Açısından İrdelenmesi. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 222s.
- Çelik, D. & Açıksöz, S. (2008). Tarihi Kentlerde Kent Estetiği Kaygısı: Bartın Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (14), 57-65.
- Dascalu, D.M. (2011). Landscape Effects of Urban Furniture Textures. *Bulletin UASVM Horticulture*, 68(1) Print ISSN 1843-5254; Electronic ISSN 1843-5394
- Durmuş, Ç. (2008). *İstanbul Kent Mobilyaları Üzerine Bir Araştırma*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Mimari Tasarım Programı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 107s.
- Erdoğan, E., (2006). Çevre ve Kent Estetiği. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 68–77.
- Eşen, Ö, S. (2007). Kentsel Donatı Elemanlarının Çevresel İmge Üzerine Etkileri: *Kuşadası Sahil Bandı Örneği*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı

- Anabilim Dalı, İzmir, 214s.
- Güner, E., (2015). Kent Kimliği İlişkisi Bağlamında Kent Mobilyaları Sultanahmet Meydanı Örneği. Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 160s.
- Google Earth (2018). Google Earth Uydu Görüntüsü <https://earth.google.com/web>, Erişim tarihi: 05.05.2018
- Feyizoğlu, S., (2008). Kent Mobilyalarının Kentsel Mekânlarda Yeri ve Oluşum Süreçlerinin İrdelenerek Sınıflandırılması. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 97s.
- Ghorab, P. (2015). *Kent Mobilyalarının Temel Tasarım İlkelerine Göre Değerlendirilmesi*. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Programı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 90s.
- Hacıhasanoğlu, I., (1991). *Kent Mobilyaları*. Teknografik Matbaacılık, İstanbul.
- Kır, İ. (2009). Kent Meydanlarının Kent Kimliği Üzerine Etkileri; İzmir Örneği. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 78s.
- Kuter, N., & Kaya, Z. (2019). Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi: Çankırı Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 21(1), 81-96.
- Küçük, V. & Gül, A. (2005). Isparta Kent İçi Yol Ağaçlandırmaları Üzerine Bir Araştırma (A Study on the Street Trees in Isparta City). *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), x-x.
- Lynch, K., (1960). The Image of the City, *The MIT Press*, Cambridge, 215s.
- Sağlık, A., Sağlık, E., & Kelkit, A. (2014). Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi: Çanakkale Kent Merkezi Örneği, 1. *Uluslararası Kentsel Planlama-Mimarlık-Tasarım Kongresi, Kocaeli, Türkiye*, 8-11.
- Sancak, A. (2009). Kentsel Mekân Kimliğinin Oluşumunda Kent Mobilyası Tasarım Kriterlerinin İrdelenmesi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Bölümü, Anasanat Dalı, İstanbul.
- Şişman, E. E., & Gültürk, P. (2017). Kent Mobilyalarının Kent Estetiğine Katkısı. *International Multidisciplinary Conference (IMUCO), Antalya*, 369-377. <https://www.researchgate.net/publication/312587607>
- Suher, H., Ocakçı, M., & Karabay, H., (1996). İstanbul Metropolitan Kent Planlama Sürecinde Kent Kimliği ve Kent İmgesi. *İstanbul 2020 Sempozyumu*, 58.
- Özer, S., Aklibaşında, M., & Zengin, M., (2010). Erzurum Kenti Örneğinde Kullanılan Kuşatma Elemanlarının Kent İmajı Üzerindeki Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 123-130.
- Uzun, S. P., Bozali, N., & Sivrikaya, F. (2011). Kahramanmaraş'ın Tarihine Işık Tutan Anıt Ağaçlar. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 14(2), 43-51.
- Ünver, R. (2001). İç Mekânda Gölgelemlerin Düzenlenmesi. *Tasarım Dergisi, İstanbul*.
- Yıldırım, C. (2011). Antalya kenti içindeki parklarda yer alan donatı elemanlarının estetik ve fonksiyon açısından değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Zülfikar, C., (1998). Kent Mobilyalarının Kullanım İlişkileri. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış)*, 246s.



## ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ ORMAN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN TARIMSAL ORMANCILIK KAVRAMI VE UYGULAMALARI HAKKINDA BİLGİ DÜZEYLERİ

Ayşe Esra HAKVERDİ\*

Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta

\*Sorumlu yazar: [esbushkv@gmail.com](mailto:esbushkv@gmail.com)

Ayşe Esra HAKVERDİ: <https://orcid.org/0000-0002-1783-6475>

**Please cite this article as:** Hakverdi, A. E. (2020) Isparta uygulamalı bilimler üniversitesi orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin tarımsal ormancılık kavramı ve uygulamaları hakkında bilgi düzeyleri. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 60-71.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 19 Şubat 2020 / Received 19 February 2020

Düzeltilmelerin gelişi 13 Mart 2020 / Received in revised form 13 March 2020

Kabul 24 Mart 2020 / Accepted 24 March 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Bu çalışmada, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin sosyo demografik özelliklerine göre Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamalarına ilişkin algı farklılıkları saptanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak 21 soruluk anket formu kullanılmıştır. Anket uygulaması Nisan-Mayıs 2019 tarihleri arasında rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma evreni söz konusu Bölümde öğrenim görmekte olan 120 orman mühendisidir. Bu araştırmada; anket verisinin normal dağılıma sahip olup olmadığı Cronbach's Alfa katsayısı hesaplanarak, sosyo demografik özelliklere göre dağılım frekans ve yüzde paylar saptanarak, araştırma önermelerine katılım düzeyleri arasında farklılık olup olmadığı ise Ki kare homojenlik testi uygulanarak belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre; önermelerin güvenli olduğu, deneklerin yaşam alanları ve okudukları sınıflar bakımından Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamalarına ilişkin önermelere katılım düzeyleri arasında farklılıklar bulunduğu, ancak cinsiyet bakımından farklılık olmadığı saptanmıştır. Bu tespitlere göre Orman Mühendisliği Bölümü öğrencileri ve Tarımsal Ormancılık üretim teknikleri konularında yeterli bilgi düzeyine sahip değildir.

**Anahtar kelimeler:** Etkin arazi kullanımı, tarımsal ormancılık, algı düzeyi, Isparta.

### KNOWLEDGE OF ISPARTA FOREST ENGINEERING DEPARTMENT STUDENTS ON AGROFORESTRY CONCEPT AND APPLICATIONS

**ABSTRACT:** In this study, perception differences regarding the concept and practices of Agroforestry were determined according to the socio demographic characteristics of Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forest Engineering, Department of Forest Engineering. In the research, a questionnaire form with 21 questions was used as a data

collection tool. The survey application was carried out between April and May 2019 using random sampling method. The research universe is 120 forest engineers studying in this department. In this study; Cronbach's Alpha coefficient is calculated by determining whether the survey data has normal distribution, distribution frequency and percentage shares are determined according to socio demographic characteristics, and whether there is a difference between the levels of participation in research proposals is determined by applying Chi square homogeneity test. According to the research result; It was determined that the propositions are safe, there is a difference between the participants' levels of participation in propositions regarding the concept and practices of Agroforestry in terms of their habitats and the classes they study, but there is no difference in terms of gender. According to these findings, the Forest Engineering Department students and Agricultural Forestry do not have sufficient knowledge about production techniques.

**Keywords:** Effective land use, Agroforestry, perception level, Isparta.

## GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, kentleşme, yanlış arazi kullanımları, orman ürünlerine olan talebin artması ve çeşitlenmesi, ormanlara açma, otlatma, yangın gibi nedenlerle zarar verilmesi gibi nedenler, doğal kaynakların insan ihtiyaçlarını karşılayabilmesini giderek zorlaştırmıştır. Bu nedenle doğal kaynakların en etkin-en iyi kullanımı ve verimlerinin yükseltilmesi sorunlarına ilişkin çözüm yolları aranmaya başlanmıştır (Turna, 2001; Tolunay, 2003). Bu araştırmalar sonucunda var olan toprakların en iyi biçimde kullanımıyla alandan elde edilecek verimin yükseltilmesi ve ürün çeşitliliği yönünden yeni kullanım metotları geliştirilmiştir (Turna, 2001; Filiz & Tolunay, 2003; Ayberk 1988; Turna & Acar 2002). Bu kapsamda belirlenen orman arazileri ile ilgili üretim metotlarından biri Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) olmuştur.

Teknik bir terim olan Tarımsal Ormancılık, esas olarak tarımla ormancılığın iç içe uygulanmasıdır (Ayberk, 1988). Bu kavram üretim tekniklerinden biri olarak da düşünülebilir (Turna, 2007). Tarımsal Ormancılık, kısıtlı olan araziye ekonomik, ekolojik, sosyal ve politik gibi koşullara uygun olacak biçimde kullanarak araziden en fazla faydanın sağlanması ve azami verimin elde edilmesini amaçlamaktadır (Şefik, 1995). Diğer bir ifade ile Tarımsal Ormancılık, tarımsal, ormancılık ve hayvancılık üretimlerini birleştirerek belirli bir alanda bu üç üretim sisteminin aynı anda ya da sırasıyla yapılarak ürün çeşidinin artmasına imkan vermektir (Turna, 2007). Bu sayede kırsal kesimde ikamet edenler yakacak ve yapacak odun ile birlikte hayvan yemi ve gıda... gibi çeşitli gereksinimleri gideren ürünler elde edebilir (Tolunay, 1998).

Tarımsal Ormancılık; yönetimin ve üretim faaliyetlerinin aynı olduğu ekolojik ve ekonomik etki ve ilişkilerinin dikkate alındığı, hayvansal ve tarımsal üretim koşullarıyla birlikte ormancılık üretim çalışmalarının yapıldığı arazi kullanım sistemi olarak ifade edilmektedir (Nair, 1993). İfade edilen bu tanımlama ile birlikte agroforestry uygulamalarında toprağa bağlı üretim tekniklerinden tarımsal ve ormancılık üretimlerine benzer olan ve bu üretim tekniklerinin arasında yer alan bir teknik olarak düşünülebilir. Bu üretim tekniklerinin benzerlikleri ise girdi ve çıktı olarak toprak kullanımı ve elde edilen ürün biçimindedir. Ancak tarımsal ve orman üretim tekniklerine göre agroforestry uygulamalarının farklılıkları oluşmaktadır. Oluşan farklar ise günden güne artış göstermektedir (Filiz & Tolunay, 2003).

Tarımsal Ormancılık sistemleri ayrıca odun ürünleri, hayvan yemi ve gıda gibi pazarı olan ve olmayan ürünlerle birlikte toprak koruma, su ve hava kalitesini düzenleme, biyolojik çeşitliliğin korunması ve estetik güzellik gibi hizmetleri sunmaktadır. Bunun yanında yerel, bölgesel ve ulusal seviyelerde kırsal kesimin ekonomisine, istihdamın artması ve yoksulluğun azaltılmasına ve doğal çevrenin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Alavalapati vd., 2004).

Tarımsal Ormancılık sistemlerine sürdürülebilir ormancılık yönünden bakıldığında; ağaçlıklı ya da açıklık ayırt etmeksizin farklı şekillerde olan bu alanların mevcut durumlarının neden ve sonuçlarını en iyi şekilde saptamak, ilgili kriterler doğrultusunda gelişmeleri için eylem araçları ortaya çıkarmak gerekir. Doğal bitki örtüsü her ne kadar kendi kendine yenilenebilirse de, doğal ya da insan tarafından büyük yıkımlar ya da tahribatlar söz konusu olduğu için ekosistemlerin korunması yalnızca doğanın eline bırakılamaz.. Ayrıca bu arazileri mevcut durumlarının gerektirdiği şekilde işlemek, maksimum faydayı koruma-kullanma dengesini bozmadan sağlamak gerekir. (Turna 2011). Bunun için kullanılacak türlerin ekolojik nitelikleri ve silvikültürel özellikleri ile beraber yetişme ortamı özelliklerinin de iyi bilinmelidir (Turna, 2007).

Tarımsal Ormancılık, uygulamaları ülkemizde uzun yıllardır geleneksel olarak kırsal yöre halkı tarafından yapıyor olmasına karşılık, üniversite ve diğer araştırma kurumlar bu konunun öneminin farkına varmış olmaları henüz yenidir. Bununla birlikte giderek artan düzeyde bölge ve ülke düzeyinde tarımsal ormancılık uygulamaları ile ilgili araştırmalar yapılmakta ve literatüre kazandırılmaktadır. (Ayberk, 1992; Turna, 1992; Şefik, 1995; Turna & Acar, 2001; Turna & Ayaz, 2001; Filiz, 2002; Filiz & Tolunay, 2003; Tolunay vd., 2005; Tolunay vd., 2007; Turna, 2007; Tolunay, 2008; Başsüllü, 2009; Tolunay vd., 2009; Tolunay vd., 2009a; Tolunay vd., 2009b ). Ancak tarımsal ormancılık uygulamalarının ülke ve kırsal kesim refah düzeyinin yükseltilmesine ve ormanların sürdürülebilir yönetimine katkısını artırmak için bu uygulamaları gelecekte orman kaynaklarını yöneteceklerin de çok iyi bilmesi, özümsemesi gerekmektedir. Bu gereksinime dayanarak bu araştırma ile 2018-2019 Öğrenim yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ) Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin tarımsal ormancılık kavramı ve uygulamaları hakkında bilgi düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali; gerekli kaynakların ve dokümanların literatür taraması vasıtasıyla toplanması ve anket çalışmaları ile anket verisi elde edilmek suretiyle sağlanmıştır.

Anket uygulanacak örnek büyüklüğü;  $n = \frac{N \times t^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + t^2 \times p \times q}$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Baş, 2005). Bu formülde; n: örneklem sayısı, N: ana kütle büyüklüğü (N: 120), t: güven kat sayısı (t: %95 güven düzeyi için bu katsayı 1.96 alınmıştır), p: ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma ihtimali (p: 0.5), q: ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama ihtimali (q: 0.5) ve d: kabul edilen örnekleme hatası (d=%10)'dır. İlgili veriler girilerek bu formül ile örnek büyüklüğü (denek sayısı) 96 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte bazı anket formlarının hatalı olabileceği kabul edilerek, anket uygulaması 120 öğrenci ile yapılmıştır.

Çalışma alanı ISUBÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrenim gören 120 öğrencidir. Anketler örnek büyüklüğü olarak kabul edilen 120 öğrenci ile yüz yüze

görüülerek Nisan-Mayıs 2019 tarihleri arasında yapılmıştır. Anket formunun hazırlanmasında literatürden yararlanılmıştır. Anket formunda toplam 24 sorudan 3'ü sosyo-demografik özelliklere yönelik, 21'i ise katılımcıların Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamalarına ilişkin algılarına yönelik önermelerdir (Çizelge 1). Bu önermelere katılımın belirlenebilmesi için beşli Likert ölçeği kullanılmıştır. Likert ölçeği; Kesinlikle katılıyorum (1), Katılıyorum (2), Fikrim yok (3), Katılmıyorum (4), Kesinlikle katılmıyorum (5) şeklinde oluşturulmuştur.

**Çizelge 1. Araştırma Önermeleri**

No	Önermeler	Katılım Düzeyi*				
		1	2	3	4	5
1	Tarımsal ormancılık araziyi en iyi kullanma biçimidir.	% 15,8 (19)	% 39,2 (47)	% 27,5 (33)	% 14,2 (17)	% 3,3 (4)
2	Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, iklimi, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır.	% 15,0 (18)	% 29,2 (35)	% 28,3 (34)	% 21,7 (26)	% 5,8 (7)
3	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri zararlı böcekler için alternatif yaşam yeri olmasını artırır.	% 10,8 (13)	% 40,0 (48)	% 30,8 (37)	% 15,8 (19)	% 2,5 (3)
4	Tarımsal Ormancılık faaliyeti kapsamında sadece orman ağacı türleri yetiştirilmez.	% 22,5 (27)	% 45,0 (54)	% 24,2 (29)	% 8,3 (10)	% 0 (0)
5	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri sadece tarım ürünler üretimi içindir.	% 7,5 (9)	% 13,3 (16)	% 26,7 (32)	% 40,0 (48)	% 12,5 (15)
6	Alley ürün yetiştirme tekniği, meyve ya da orman ağacı sıraları arasında ürün yetiştirmektir.	% 6,7 (8)	% 21,7 (26)	% 69,2 (83)	% 2,5 (3)	% 0 (0)
7	Tarımsal ormancılık çalışmalarının arasında rüzgâr perdesi tesisi kurulmaz.	% 5,8 (7)	% 10,8 (13)	% 61,7 (74)	% 17,5 (21)	% 4,2 (5)
8	Ağaçlar altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması bir tarımsal ormancılık üretim tekniği değildir.	% 7,5 (9)	% 26,7 (32)	% 30,8 (37)	% 29,2 (35)	% 5,8 (7)
9	Hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri teknikleri tarımsal ormancılık üretim tekniklerinden biridir.	% 14,2 (17)	% 42,5 (51)	% 30,8 (37)	% 10,8 (13)	% 1,7 (2)
10	Su ürünleri üretimi, arıcılık, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarımsal ormancılık faaliyetidir.	% 21,7 (26)	% 47,5 (57)	% 20,8 (25)	% 8,3 (10)	% 1,7 (2)
11	Meyve ağaçları üretimi tarımsal ormancılık faaliyetidir.	% 22,5 (27)	% 41,7 (50)	% 20,8 (25)	% 12,5 (15)	% 2,5 (3)
12	Parçalı araziler tarımsal ormancılık faaliyeti için uygun değildir.	% 7,5 (9)	% 13,3 (16)	% 48,3 (58)	% 25,8 (31)	% 5,0 (6)
13	Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir.	% 18,3 (22)	% 33,3 (40)	% 22,5 (27)	% 19,2 (23)	% 6,7 (8)
14	Kumul ağaçlandırmaları yapmak bir tarımsal ormancılık çeşididir.	% 8,3 (10)	% 25,0 (30)	% 50,0 (60)	% 11,7 (14)	% 5,0 (6)
15	Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz.	% 6,7 (8)	% 18,3 (22)	% 36,7 (44)	% 23,3 (28)	% 15,0 (18)
16	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir.	% 19,2 (23)	% 43,3 (52)	% 33,3 (40)	% 3,3 (4)	% 0,8 (1)
17	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri ( <i>yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri</i> ) karşılanabilmektedir.	% 22,5 (27)	% 50,0 (60)	% 25,0 (30)	% 0,8 (1)	% 1,7 (2)
18	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile <i>Çiftlik ormancılığı (farm forestry)</i> uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir.	15,8 (19)	50,8 (61)	27,5 (33)	4,2 (5)	1,7 (2)
19	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile toprak koruma ve arazi ıslah çalışmaları ( <i>canlı çitler, rüzgâr perdeleri, azot fikse eden türler, gibi çalışmalar</i> ) yapılabilmektedir.	% 19,2 (23)	% 47,5 (57)	% 28,3 (34)	% 4,2 (5)	% 0,8 (1)

20	Tarımsal ormancılık sisteminde sürekli olarak aynı üretimin yapılması toprak işlevi açısından önemsizdir.	%9,2 (11)	%17,5 (21)	%34,2 (41)	%23,3 (28)	%15,8 (19)
21	Ormanlık alanların otlatma amacıyla kullanılması bir tarımsal ormancılık tekniği değildir.	%11,7 (14)	%27,5 (33)	%35,0 (42)	%19,2 (23)	%6,7 (8)

\* 5'li Likert ölçeği

Anket verisinin istatistiki olarak değerlendirilmesinde SPSS 22 istatistik paket programı kullanılmış olup, istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 alınmıştır. Önermelerin güvenilirliği Cronbach's Alfa katsayısı ile belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre ise Cronbach's Alfa katsayısı 0,699 olarak hesaplanmıştır. Bu yöntem 1951 yılında Cronbach tarafından bulunmuştur ve burada maddeler doğru-yanlış olarak ifade edilerek puanlandığında (iki durumlu dikotomal) ve 1-3, 1-4, 1-5 şeklinde sıralı (ordinal) olarak puanlandığında, yararlanılması doğru olacak iç tutarlılık tahmin yöntemi olmaktadır (Cronbach, 1951; Dawson ve Trap 2004; Kılıç 2016). Güvenirlilik katsayısının 0,60 - 0,70 ifadeleri arasında bulunması ölçeğin kabul edilebilir olduğunu kanıtlamaktadır (George & Mallery, 2003; Kılıç, 2016). Elde edilen anket verisinin normal dağılımda olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk-W testleri ile denetlenmiştir ( $p < 0,05$  ise veri normal dağılıma sahip değildir). Verilerin analiz Deneklerin sosyo demografik özellikleri ile Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamaları algılarına ilişkin önermelere katılım düzeyleri arasında farklılık olup olmadığı nonparametrik testlerden Ki-Kare Homojenlik testi ile belirlenmiş ( $p < 0,05$  ise  $H_1$  kabul edilir;  $H_1$ : Sosyo demografik özelliklere göre önermelere katılım düzeyleri arasında fark ilişki vardır. Aksi durumda, yani  $p > 0,05$  ise  $H_0$  kabul edilir;  $H_0$ : Sosyo demografik özelliklere göre önermelere katılım düzeyleri arasında fark yoktur), sosyo demografik özellikleri betimlemek için ise frekans (n) ve yüzde (%) tablosu kullanılmıştır.

## BULGULAR

### *Katılımcıların Sosyo Demografik Özellikleri*

Katılımcıların ISUBÜ Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin sınıf, cinsiyet ve yaşam yeri özelliklerine ait frekansları (sayı) ve dağılım oranları (yüzdeleri) Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Katılımcıların Sosyo Özellikleri

	Frekans (Sayı)	Yüzde (%)
<b>Sınıf</b>		
1.Sınıf	20	16,7
2.Sınıf	32	26,7
3.Sınıf	31	25,8
4.Sınıf	37	30,8
<b>Toplam</b>	<b>120</b>	<b>100,0</b>
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın	43	35,8
Erkek	77	64,2
<b>Toplam</b>	<b>120</b>	<b>100,0</b>
<b>Yaşam Yeri</b>		
İl	59	49,2
İlçe	38	31,7
Kasaba	5	4,2
Köy	18	15,0
<b>Toplam</b>	<b>120</b>	<b>100,0</b>



Çizelge 2'ye göre deneklerin %16,7'si 1. sınıf, %26,7'si 2. sınıf, %25,8'i 3. sınıf ve %30,8'i 4.sınıftır. Deneklerin %35,8'i kadın ve %64,2'si erkektir. Yaşam yerlerine göre ise; %49,2'si ilde, %31,7'si ilçede, %4,2'si kasabada ve %15'i köyde yaşamaktadır.

### ***Araştırma Önermelerinin Güvenirliğine ait Analiz Sonuçları***

Önermelerin güvenirliğine ait analiz sonuçları, Cronbach' Alpha Reliability analizi kullanılarak yapılmıştır. Ölçeği oluşturan maddelerin birbirleriyle olan ilişkilerini hesaplayarak iç tutarlılığı ne kadar sağladıkları ölçülmüştür. Analiz sonucunda Cronbach's Alpha katsayısı 0.699 olarak hesaplanmıştır. Önermelere ait güvenirlilik katsayıları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde; en düşük değer önerme 21 (0,673)'e ve en yüksek değer ise önerme 15 (0,704)'e ait olduğu görülmektedir. Burada önermelerin analiz sonucu incelendiğinde ise, çok yüksek bir değer olmadığı, fakat ölçeğin kabul edilebilecek bir değer olduğu görülmektedir. Ölçek değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 3. Önermelerin Güvenirlik Analiz Sonuçları**

No	Önermeler	Güvenirlik Sonuçları
		$\alpha$
1	Tarımsal ormancılık araziyi en iyi kullanma biçimidir.	0,686
2	Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, mikroklimalı, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır.	0,697
3	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri zararlı böcekler için alternatif yaşam yeri olmasını artırır.	0,689
4	Tarımsal Ormancılık faaliyeti kapsamında sadece orman ağacı türleri yetiştirilmez.	0,692
5	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri sadece tarım ürünler üretimi içindir.	0,681
6	Alley ürün yetiştirme tekniği, meyve ya da orman ağacı sıraları arasında ürün yetiştirmektir.	0,690
7	Tarımsal ormancılık çalışmalarının arasında rüzgâr perdesi tesisi kurulmaz.	0,689
8	Ağaçlar altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması bir tarımsal ormancılık üretim tekniği değildir.	0,699
9	Hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri teknikleri tarımsal ormancılık üretim tekniklerinden biridir.	0,687
10	Su ürünleri üretimi, arıcılık, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarımsal ormancılık faaliyettir.	0,694
11	Meyve ağaçları üretimi tarımsal ormancılık faaliyettir.	0,688
12	Parçalı araziler tarımsal ormancılık faaliyeti için uygun değildir.	0,696
13	Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir.	0,689
14	Kumul ağaçlandırmaları yapmak bir tarımsal ormancılık çeşididir.	0,690
15	Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz.	<b>0,704</b>
16	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir.	0,686
17	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri ( <i>yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri</i> ) karşılanabilmektedir.	0,681
18	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile <i>Çiftlik ormancılığı (farm forestry)</i> uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir.	0,684
19	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile toprak koruma ve arazi ıslah çalışmaları ( <i>canlı çitler, rüzgâr perdeleri, azot fikse eden türler, gibi çalışmalar</i> ) yapılabilmektedir.	0,683
20	Tarımsal ormancılık sisteminde sürekli olarak aynı üretimin yapılması toprak	0,688

	işlevi açısından önemsizdir.	
21	Ormanlık alanların otlatma amacıyla kullanılması bir tarımsal ormancılık tekniği değildir.	0,673

**Çizelge 4. Güvenirlik Katsayısı (Kılıç, 2016)**

Güvenirlik Katsayısı ( $\alpha$ )	Yorum
$\geq 0.9$	Mükemmel
$0.7 \leq \alpha < 0.9$	İyi
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Kabul edilebilir
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Zayıf
$\alpha < 0.5$	Kabul edilemez

***Deneklerin Sosyo Demografik Özelliklerine Göre Tarımsal Ormancılık Kavramı ve Uygulamaları Algularına ait Önermelere Katılım Düzeyleri Arasında Fark Olup Olmadığına dair Ki-Kare Testi Sonuçları***

Deneklerin cinsiyet, yaşam yeri, öğrenim gördükleri sınıf özelliklerine göre Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamaları algularına ilişkin önermelere katılım düzeyleri arasındaki farklılıkları saptamak üzere yapılan ki-kare testi sonuçları sırası ile Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7’de verilmiştir.

**Çizelge 5. Cinsiyete Göre Ki-Kare Testi Sonuçları**

No	Önermeler	Ki-kare	sd	p
1	Tarımsal ormancılık araziye en iyi kullanma biçimidir.	6,870	4	0,143*
2	Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, mikroklimalı, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır.	2,654	4	0,617*
3	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri zararlı böcekler için alternatif yaşam yeri olmasını artırır.	9,269	4	0,055*
4	Tarımsal Ormancılık faaliyeti kapsamında sadece orman ağacı türleri yetiştirilmez.	1,922	4	0,589*
5	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri sadece tarım ürünler üretimi içindir.	1,788	4	0,775*
6	Alley ürün yetiştirme tekniği, meyve ya da orman ağacı sıraları arasında ürün yetiştirmektir.	0,974	3	0,808*
7	Tarımsal ormancılık çalışmalarının arasında rüzgâr perdesi tesisi kurulmaz.	3,282	4	0,512*
8	Ağaçlar altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması bir tarımsal ormancılık üretim tekniği değildir.	5,143	4	0,273*
9	Hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri teknikleri tarımsal ormancılık üretim tekniklerinden biridir.	2,464	4	0,651*
10	Su ürünleri üretimi, arıcılık, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarımsal ormancılık faaliyetidir.	7,389	4	0,117*
11	Meyve ağaçları üretimi tarımsal ormancılık faaliyetidir.	3,559	4	0,469*
12	Parçalı araziler tarımsal ormancılık faaliyeti için uygun değildir.	9,212	4	0,056*
13	Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir.	1,076	4	0,898*
14	Kumul ağaçlandırmaları yapmak bir tarımsal ormancılık çeşididir.	6,291	4	0,178*
15	Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz.	3,387	4	0,495*
16	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir.	3,566	4	0,468*

17	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri ( <i>yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri</i> ) karşılanabilmektedir.	7,357	4	0,118*
18	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile <i>Çiftlik ormancılığı (farm forestry)</i> uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir.	2,178	4	0,703*
19	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile toprak koruma ve arazi ıslah çalışmaları ( <i>canlı çitler, rüzgâr perdeleri, azot fikse eden türler, gibi çalışmalar</i> ) yapılabilmektedir.	4,212	4	0,378*
20	Tarımsal ormancılık sisteminde sürekli olarak aynı üretimin yapılması toprak işlevi açısından önemsizdir.	6,142	4	0,189*
21	Ormanlık alanların otlatma amacıyla kullanılması bir tarımsal ormancılık tekniği değildir.	1,597	4	0,809*

\*p>0,05 (H<sub>0</sub> kabul edilir)

Çizelge 5'ten deneklerin cinsiyet (kadın, erkek) özelliklerine göre Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamaları algılarına yönelik önermelere katılım düzeyleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

**Çizelge 6. Yaşam Yerine Göre Ki-Kare Testi Sonuçları**

No	Önermeler	Ki-kare	sd	p
1	Tarımsal ormancılık araziye en iyi kullanma biçimidir.	7,037	12	0,855*
2	Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, mikroklimayı, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır.	9,585	12	0,652*
3	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri zararlı böcekler için alternatif yaşam yeri olmasını artırır.	18,711	12	0,096*
4	Tarımsal Ormancılık faaliyeti kapsamında sadece orman ağacı türleri yetiştirilmez.	7,935	9	0,541*
5	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri sadece tarım ürünler üretimi içindir.	19,133	12	0,085*
6	Alley ürün yetiştirme tekniği, meyve ya da orman ağacı sıraları arasında ürün yetiştirmektir.	5,549	9	0,784*
7	Tarımsal ormancılık çalışmalarının arasında rüzgar perdesi tesisi kurulmaz.	16,763	12	0,159*
8	Ağaçlar altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması bir tarımsal ormancılık üretim tekniği değildir.	11,217	12	0,510*
9	Hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri teknikleri tarımsal ormancılık üretim tekniklerinden biridir.	18,231	12	0,109*
10	Su ürünleri üretimi, arıcılık, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarımsal ormancılık faaliyetidir.	18,467 <sup>a</sup>	12	0,102*
11	Meyve ağaçları üretimi tarımsal ormancılık faaliyetidir.	6,413	12	0,894*
12	Parçalı araziler tarımsal ormancılık faaliyeti için uygun değildir.	9,510	12	0,659*
13	<b>Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir.</b>	<b>22,534</b>	<b>12</b>	<b>0,032**</b>
14	Kumul ağaçlandırmaları yapmak bir tarımsal ormancılık çeşididir.	7,992	12	0,786*
15	Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz.	7,143	12	0,848*
16	<b>Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir.</b>	<b>39,772</b>	<b>12</b>	<b>0,000**</b>
17	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri ( <i>yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri</i> ) karşılanabilmektedir.	19,251	12	0,083*
18	<b>Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile <i>Çiftlik ormancılığı (farm forestry)</i> uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir.</b>	<b>24,622</b>	<b>12</b>	<b>0,017**</b>
19	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile toprak koruma ve arazi ıslah çalışmaları ( <i>canlı çitler, rüzgar perdeleri, azot fikse eden türler, gibi çalışmalar</i> ) yapılabilmektedir.	15,207	12	0,230*

20	Tarımsal ormancılık sisteminde sürekli olarak aynı üretimin yapılması toprak işlevi açısından önemsizdir.	14,845	12	0,250*
21	Ormanlık alanların otlatma amacıyla kullanılması bir tarımsal ormancılık tekniği değildir.	11,868	12	0,456*

\* p>0,05 ise H<sub>0</sub> kabul edilir. \*\* p<0,05 ise H<sub>1</sub> kabul edilir.

Çizelge 6'dan deneklerin yaşam yeri özelliklerine (il, ilçe, kasaba, köy) göre 13., 16. ve 18. önermelere (Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir; Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir; Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile *Çiftlik ormancılığı (farm forestry)* uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir) katılım düzeyleri arasında istatistiksel anlamda farklılık olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Bu farklılıklar: 13 numaralı önermeye Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir)il ve ilçelerde yaşayan öğrencilerin büyük çoğunlukta katılması, ancak kasaba ve köyde yaşayan öğrencilerin ise katılmaması; 16 numaralı önermeye (Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir) il, ilçe ve köyde yaşayanların büyük çoğunluğu katılması, kasabada yaşayanlar katılmaması; 18 numaralı önermeye (Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile *Çiftlik ormancılığı (farm forestry)* uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir) ise; il, ilçe ve köyde yaşayanların büyük çoğunluğunun katılması, ancak kasabada yaşayanların katılmaması şeklinde ortaya çıkmıştır.

**Çizelge 7. Sınıflara Göre Ki-Kare Testi Sonuçları**

No	Önermeler	Ki-kare	sd	p
1	Tarımsal ormancılık araziye en iyi kullanma biçimidir.	20,452	12	0,059*
2	<b>Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, mikroklimayı, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır.</b>	<b>41,005</b>	<b>12</b>	<b>0,000*</b>
3	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri zararlı böcekler için alternatif yaşam yeri olmasını artırır.	18,260	12	0,108*
4	Tarımsal Ormancılık faaliyeti kapsamında sadece orman ağacı türleri yetiştirilmez.	8,627	9	0,472*
5	Tarımsal Ormancılık faaliyetleri sadece tarım ürünler üretimi içindir.	19,189	12	0,084*
6	Alley ürün yetiştirme tekniği, meyve ya da orman ağacı sıraları arasında ürün yetiştirmektir.	9,728	9	0,373*
7	Tarımsal ormancılık çalışmalarının arasında rüzgâr perdesi tesisi kurulmaz.	12,080	12	0,439*
8	Ağaçlar altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması bir tarımsal ormancılık üretim tekniği değildir.	16,913	12	0,153*
9	Hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri teknikleri tarımsal ormancılık üretim tekniklerinden biridir.	15,154	12	0,233*
10	Su ürünleri üretimi, arıcılık, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarımsal ormancılık faaliyetidir.	15,646	12	0,208*
11	Meyve ağaçları üretimi tarımsal ormancılık faaliyetidir.	15,741	12	0,203*
12	Parçalı araziler tarımsal ormancılık faaliyeti için uygun değildir.	18,116	12	0,112*
13	Yapacak ve yakacak odun üretimi yapmak tarımsal ormancılık faaliyeti değildir.	16,948	12	0,152*
14	Kumul ağaçlandırmaları yapmak bir tarımsal ormancılık çeşididir.	12,287	12	0,423*
15	<b>Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz.</b>	<b>21,803</b>	<b>12</b>	<b>0,040*</b>
16	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir.	19,501	12	0,077*
17	<b>Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri (yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri) karşılanabilmektedir.</b>	<b>22,261</b>	<b>12</b>	<b>0,035*</b>
18	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile <i>Çiftlik ormancılığı (farm forestry)</i>	17,431	12	0,134*

	uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir.			
19	Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile toprak koruma ve arazi ıslah çalışmaları ( <i>canlı çitler, rüzgar perdeleri, azot fikse eden türler, gibi çalışmalar</i> ) yapılabilmektedir.	20,907	12	0,052*
20	Tarımsal ormancılık sisteminde sürekli olarak aynı üretimin yapılması toprak işlevi açısından önemsizdir.	3,958	12	0,984*
21	Ormanlık alanların otlatma amacıyla kullanılması bir tarımsal ormancılık tekniği değildir.	10,392	12	0,582*

\*  $p > 0,05$  ise  $H_0$  kabul edilir. \*\*  $p < 0,05$  ise  $H_1$  kabul edilir.

Çizelge 7'den deneklerin okudukları sınıf faktörüne (1., 2., 3., 4. sınıf) göre 2, 15 ve 17 numaralı önermelere (Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, mikroklimaları, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır; Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz; Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri (*yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri*) karşılanabilmektedir) katılım düzeyleri arasında istatistiksel anlamda farklılık olduğu gözlemlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu farklılıkların; 2 numaralı önermeye (Tarımsal ormancılık faaliyetleri su kalitesini, besin seviyesini, mikroklimaları, ürün kaybı riskini, ürün çeşitliliğini azaltır), 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğunun katılması, ancak 1. sınıf öğrencilerinin ise bu konuda fikrinin olmaması; 15 numaralı önermeye (Tarımsal ormancılık alternatifleri arasında sera işletmeciliği bulunmaz) 1. ve 3. sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğunun katılmaması, ancak 2. ve 4. sınıf öğrencilerinin ise bu konuda fikrinin olmaması 17 numaralı önermeye (Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile, kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri (*yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri*) karşılanabilmektedir) ise; 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğunun katılması, ancak 1. sınıf öğrencilerinin bu konuda bir bu konuda fikrinin olmaması şeklinde ortaya çıkmıştır.

## SONUÇ

Bu çalışma, ISUBÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamaları hakkındaki algı düzeyleri tespit edilmek amacıyla hazırlanmıştır.

Tarımsal ormancılık kavramı ile ilgili literatür taraması yapılmış ve bu konuda ülkemizdeki orman fakültesi öğrencilerine yönelik bir çalışma olmadığı tespit edilmiştir. Bu eksiklik sonucunda ISUBÜ Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerine yönelik konuyla alakalı bilgi düzeyi çalışmasının yapılması uygun görülmüştür.

Araştırma sonucuna göre; ISUBÜ Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin Tarımsal Ormancılık konularında yüzeysel bilgiye sahip oldukları, ancak tarımsal ormancılık faaliyetleri ve tarımsal ormancılık üretim teknikleri konularında bilgi eksiklikleri bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7). Çünkü İSUBÜ Orman Mühendisliği Bölümü müfredatında Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamalarına yeterli düzeyde yer verilmemiştir (SDÜOF, 2018). Bu konudaki eksikliklerin giderilebilmesi için öğrencilere

Tarımsal Ormancılığa ilişkin bilgilerin öğretilmesi ve uygulamaların benimsenmesi gerekmektedir. Bu ise ilgili bilgilerin zorunlu veya seçmeli ders(ler) kapsamında müfredata eklenmesi ve öğrencilere Tarımsal Ormancılık uygulamalarının gösterilmesi ile mümkündür.

Tarımsal Ormancılık uygulamalarında; arazinin doğal yapısının bozulmamasına, yöre halkını kalkındırarak şekilde kırsal turizm odaklı düşünmesine, doğal kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına, kullanılacak türlerde ekosisteme uygunluğu etüt edilmesine, sosyal yapının dikkate alınmasına, mevcut olan araziden maksimum fayda sağlayarak ekonomik katkıda bulunmasına, endemik olan türlerin korunmasına, yaban hayatına zarar vermemesine, hayvancılık faaliyetlerine yönelik otlatma alanlarının planlı bir şekilde uygulanmasına ve doğal olan yapının sürdürülebilir bir şekilde devam etmesine, dikkat edilmelidir. katkıda bulunacağı varsayılmıştır.

Sonuç olarak Tarımsal Ormancılık kavramı ve uygulamalarının aday orman kaynakları yöneticilerine yeterli düzeyde öğretilmesi ve benimsenmesi halinde orman arazilerinin en etkin ve en iyi kullanıma tahsis edilmesi güvence altına alınmış olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Alavalapati, J.R.R., Shrestha, R.K., Stainback, G.A., & Matta, J.,R. (2004), Agroforestry development: an environmental economic perspective, *Agroforestry Systems*, 61, 299–310.
- Ayberk, S. (1988), Agroforestry tanım, kapsam, uygulama ve görüşler, *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2, 40-61.
- Ayberk, S. (1992), Tarımsal ormancılık tanımı, önemi, uygulama ve araştırmalardan örnekler, *Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 1(18), x-x.
- Baş, T. (2005), *Anket nasıl hazırlanır uygulanır değerlendirilir*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Başsüllü, Ç. (2009), Kırsal bölgelerdeki geleneksel ev bahçelerinin hane halkı ve yöresel ekonomiye sağladığı katkılar üzerine ekonomik analizler (Isparta Yöresi örneği), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 136s, Isparta.
- Cronbach L.J. (1951), Coefficient alpha and the internal structure of tests, *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Dawson, B., & Trap R.G. (2004), Basic and clinical biostatistics, Lange Medical Books/McGraw-Hill, Third Edition, 312.
- Filiz S., & Tolunay A. (2003), Isparta İli'nde Agroforestry uygulamaları ve bu uygulamalarda kullanılabilir bitki türleri (1), *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2), 149-160.
- Filiz, S. (2002), Batı Akdeniz Bölgesi'nde Agroforestry (Tarımsal Ormancılık) uygulamalarında kullanılabilir uygun türler, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 221s, Isparta.
- George D., & Mallery P. (2003), SPSS for windows step by step: a simple guide and reference, 11.0 update (4th ed.), Boston: Allyn & Bacon.
- Kılıç, S. (2016), Cronbach'ın Alfa Güvenirlik Katsayısı, *Journal of Mood Disorders (JMOOD)*, 1, 47-8.
- Nair, P.K.R. (1993), An Introduction to Agroforestry, Kluwer Academic Publishers, Holland: Dordrecht, 499 s

- SDÜOF. (2018), Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Öğretim Bilgi Sistemi, <https://akts.sdu.edu.tr/Public/EctsShowProgramDetails.aspx?BolumNo=2001&BirimNo=20> Accessed 24.06.2019.
- Şefik, Y. (1995), Tarımsal Ormancılık (Agroforestry), Trabzon: KTÜ Yayın No:176, Fakülte No: 21.
- Tolunay, A., Korkmaz, M., & Alkan, H. (2005), Batı Anadolu Bölgesi'nin silvopastoral sistemleri ve kıl keçisi otlatmacılığındaki yeri ve önemi, *I. Ulusal Süt Keçiciliği Kongresi*, 191–197.
- Tolunay, A. (1998), *Sosyal ormancılık ve Türkiye açısından önemi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış) 261s, İstanbul.
- Tolunay, A. (2008), Rural homegarden and urban homegarden practices in Turkey, Siauliai University Faculty of Natural Sciences Department of Environmental Sciences, Lithuania.
- Tolunay, A., Alkan, H., Korkmaz, M., & Bilgin, S.F. (2007), Classification of traditional agroforestry practices in Turkey, *International Journal of Natural and Engineering Science*, 1 (3), 41–48.
- Tolunay, A., Ayhan, V., & Adıyaman, E. (2009), Changing of cell wall fractions of Kermes Oak (*Quercus coccifera* L.) in a vegetation period and theirs importance for pure hair goat (*Capra hircus* L.) breeding in West Mediteranean Region of Turkey, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (1), 22-27.
- Tolunay, A., Ayhan, V., Adıyaman, E., Akyol, A., & İnce, D. (2009a), Herbage growth and fodder yield characteristics of Kermes Oak (*Quecus coccifera* L.) in a vegetation period, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (2), 290– 294.
- Tolunay, A., Ayhan, V., Adıyaman, E., Akyol, A., & İnce, D. (2009b), dry matter yield and grazing capacity of Kermes Oak (*Quercus coccifera* L.) scrublands for Pure Hair Goat (*Capra hircus* L.) breeding in Turkey's Western Mediterranean Region, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (2), 368–372.
- Turna, İ. (1992), *Akçaabat Bölgesinde Agroforestry Potansiyelinin Belirlenmesi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 110s, Trabzon.
- Turna, İ. (2001), Agroforestry Uygulamalarında Demir Ağacı (*Casuarina Equisetifolia* L.)'nın yeri ve önemi, *Çevre Dergisi*, 6, 13-16.
- Turna, İ. (2007), Tarımsal Ormancılık (Agroforestry), KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:87.
- Turna, İ. (2011), Akdeniz Bölgesi'nde Agroforestry uygulamaları için çok amaçlı bitki türleri ve seçimi, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 67-77.
- Turna İ., & Acar C. (2001), Doğu Karadeniz Bölgesi Kırsal Ev Bahçelerinin Agroforestry Uygulamalarındaki Yeri ve Önemi, *I. Ulusal Ormancılık Kongresi*, 353–363.
- Turna, İ., & Acar, C. (2002), Doğu Karadeniz bölgesinde agroforestry uygulamaları için çok amaçlı doğal bitki türleri ve seçimi, *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 1, 280-288.
- Turna, İ., & Ayaz H. (2001), Doğu Karadeniz bölgesinde ekolojik dengenin sürdürülmesinde Agroforestry'nin önemi ve uygulama olanakları, *I. Ulusal Ormancılık Kongresi*, 364–372.



## REJENERE LİF ÜRETİMİNDE KIZILÇAM ODUNUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sami TÜRKÖĞLU<sup>1,\*</sup>, Ahmet TUTUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar: [samiturkoglu@hotmail.com](mailto:samiturkoglu@hotmail.com)

Sami TÜRKÖĞLU: <https://orcid.org/0000-0001-8269-1519>

Ahmet TUTUŞ: <https://orcid.org/0000-0003-2922-4916>

**Please cite this article as:** Türkoğlu, S. & Tutuş, A. (2020) Rejenere lif üretiminde kızılçam odununun değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 72-85.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 20 Ocak 2020 / Received 20 January 2020

Düzeltilmelerin gelişi 3 Nisan 2020 / Received in revised form 3 April 2020

Kabul 7 Nisan 2020 / Accepted 7 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Rejenere lifler, selüloz veya protein esaslı doğal polimerlerden elde edilen yapay liflerdir. Bu liflerin polimerleri lif haline dönüştürülürken kimyasal yapılarında değişiklik oluşmaz sadece fiziksel yapıları değişir. Dünyada, rejenere viskoz rayon lifi üretiminde hammadde olarak en çok kullanılan ağaç türleri ladin ve kayın ağaçlarıdır. Bu çalışmada, rejenere lif üretiminde kızılçam ağacı kullanılmış olup bu ağaç Türkiye’de en geniş yayılım alanlarına sahip ve en çok yetişen iğne yapraklı ağaç türüdür. Rejenere lif üretimi için öncelikle Kraft-KBH<sub>4</sub> metodu ile ham selüloz elde edilmiştir daha sonra bu ham selülozdan standartlara bağlı kalınarak  $\alpha$ -selüloz elde edilmiştir ve son aşamada ise bu saf selülozdan yaş lif çekim yöntemiyle rejenere viskoz rayon lifi üretilmiştir. Elde edilen saf selülozdan yaklaşık %94 verimde ve piyasadan temin edilen kontrol numunesi ile karşılaştırıldığında tüm özellikleri daha iyi olan rejenere viskoz rayon lifi üretimi gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kızılçam, rejenere viskoz lifi, selüloz

## EVALUATION OF RED PINE WOOD IN REGENERATED FIBER PRODUCTION

**ABSTRACT:** Regenerated fibers are artificial fibers derived from cellulose or protein-based natural polymers. While the polymers of these fibers are converted into fibers, their chemical structure does not change but their physical structure changes. In the world, spruce and beech trees are the most commonly used tree types as raw materials in the production of regenerated viscose rayon fiber. In this study, Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) woods were used in regenerated fiber production. Firstly, pulp produced by Kraft-KBH<sub>4</sub> method from Turkish Red Pine woods, then  $\alpha$ -cellulose was produced according to the standards from this pulp and in the last stage regenerated viscose rayon fiber was produced from this  $\alpha$ -cellulose by wet fiber spinning method. Viscose rayon fiber was produced in approximately 94% yield from



the pure cellulose obtained. Regenerated viscose rayon fibers, which has better all properties compared to the control sample obtained from the market, were produced.

**Keywords:** Cellulose, red pine, regenerated viscose fiber

## GİRİŞ

Rejenere lifler, selüloz veya protein esaslı doğal polimerlerden elde edilen yapay liflerdir. Bu liflerin polimerleri lif haline dönüştürülürken kimyasal yapılarında değişiklik oluşmaz sadece fiziksel yapıları değişir. Selülozun ham madde olarak lif üretiminde kullanılabilmesi için  $\alpha$ -selüloz değerinin yüksek olması gerekmektedir (Gündüz, 2016).

Dünyada yıllık viskoz rayon lif tüketimi 6 milyon ton civarında olup bu oran ülkemizde 250 bin ton civarındadır. Buna karşılık ülkemizde viskoz rayon elyafı hiç üretilmemektedir (Anonim, 2017).

Rejenere selülozik lif olarak en çok tercih edilen lif viskoz rayon lifidir. Viskoz rayon lifi selülozik yapısı sebebi ile doğal lifler kadar konforlu ve sağlıklı bir yapay liftir. Yapısının tamamına yakını selülozdan meydana gelen pamuk lifi ile oldukça benzer özellikler taşımaktadır. Pamuk halen en çok tüketilen doğal liftir. Doğal liflerin artan elyaf ihtiyacını karşılayamaması sebebi ile yapay liflerin kullanımı doğal lif kullanımının iki katından fazladır. Ancak yapay lif üretiminin tamamına yakını petrol kökenli sentetik liflerdir. Sentetik lifler konforu düşük sağlıksız liflerdir. Bu anlamda ülkemizde viskoz rayon lifi tüketimi her yıl artarak devam etmektedir.

Viskoz rayon lifi üretiminde en çok kullanılan hammadde kaynakları ladin ve kayın ağaçlarıdır. Bu çalışmada hammadde kaynağı olarak kızılçam ağacı kullanılmıştır. Kızılçam, Türkiye’de en geniş yayılım alanlarına sahip ve en çok yetişen iğne yapraklı ağaç türüdür ve yaklaşık altı milyon hektarlık bir alanda yetişmektedir. Türk çamı olarak ta bilinen kızılçam rejenere selülozik lif üretimi için kullanılan yabancı kökenli ağaç türlerinden daha üstün niteliklere sahip, uzun lifli yapıda ve verim miktarı daha fazla olan bir ağaç türüdür. Kızılçam odununda, selülozla birlikte lignin ve hemiselüloz gibi kimyasal maddeler de bulunur. Yetişmiş bir kızılçam ağacının gövdesinde; %40-45 oranında selüloz, %30 oranında hemiselüloz ve %20-24 oranında lignin ve diğer maddeler bulunur (Hafizoğlu, 1982; Kırıcı, 2006).

Bu çalışmada ham selüloz üretiminde modifiye Kraft-KBH<sub>4</sub> alkali metodu kullanılmıştır. İndirgen olarak kullanılan KBH<sub>4</sub> ilavesi ile soyulma reaksiyonunu durdurulmakta ve hamur veriminde %8-10 oranında artış sağlanmaktadır. Yaptığımız bu çalışma ile kızılçam odunu yongalarından standartlara bağlı kalınarak elde edilen  $\alpha$ -selüloz polimerlerinden, rejenere viskoz rayon lifi üretimi konvansiyonel lif üretim prensibine dayalı olarak yaş lif çekim yöntemiyle % 94 verimde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen viskoz rayon liflerinin test ve analizleri standartlara bağlı kalınarak yapılmıştır. Elde edilen viskoz rayon liflerinin sonuçları, yurtdışından ithal edilmiş kontrol numunesiyle karşılaştırıldığında tüm özelliklerinin daha iyi olduğu anlaşılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### MATERYAL

#### *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Odunu*

Bu çalışmada kullanılan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunları Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

### YÖNTEM

#### *Pişirme İşlemi için Hammadde Hazırlama*

Kızılçam odunu yongaları standart örnek alma yöntemlerine bağlı kalınarak 20-25 mm uzunluğunda, 15-20 mm genişliğinde ve 1.5-2 mm kalınlığında yongalanarak pişirmeye uygun hale getirilmiştir. Kızılçam odunu yongalarına ait görsel Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kızılçam Odunu Yongaları

#### *Pişirme İşlemi (Hamselüloz Üretimi)*

Kızılçam odunundan modifiye Kraft-KBH<sub>4</sub> pişirme yöntemi ile ham selüloz elde edilmiştir. Pişirme çözeltisine belirli oranlarda (%0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7) KBH<sub>4</sub> ilave edilerek beş ayrı pişirme yapılmış ve en yüksek verim değerinin yakalandığı KBH<sub>4</sub> ilave oranında elde edilen ham selüloz hamuru bir sonraki aşamada kullanılmıştır. Uygulanan pişirme koşulları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kızılçam Odunu Yongalarına Uygulanan Kraft-KBH<sub>4</sub> Pişirme Koşulları

Kraft-KBH <sub>4</sub> Pişirme Koşulları	
Aktif alkali oranı (%)	22
Sülfidite oranı (%)	25
Toplam titre edilebilir aktif alkali oranı (%)	30
Potasyum borhidrür (KBH <sub>4</sub> ) oranı (%)	0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7
Pişirme Sıcaklığı (°C)	160
Maksimum sıcaklığa çıkış süresi (dakika)	40
Pişirme süresi (dakika)	120
Çözelti/yonga oranı	5/1

### **Holoselüloz Üretimi**

Kızılçam odunundan modifiye Kraft-KBH<sub>4</sub> pişirme yöntemi ile elde edilen ham selülozdan Wise ve Karl'ın klorit metoduna göre holoselüloz üretimi yapılmıştır (Wise & Karl, 1962).

### **Alfa Selüloz Üretimi**

Elde edilen holoselülozdan TAPPI T 203 cm-99 standardına göre alfa selüloz üretimi yapılmıştır (Anonim, 1999/1).

### **Kappa Tayini**

Ham selüloz için kappa tayini (K) TAPPI T 236 om-99 standardı kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 1999/2).

### **Viskozite ve Polimerizasyon Derecesi Tayinleri**

Ham selüloz, alfa selüloz ve viskoz rayon lifleri için viskozite derecelerinin tayinleri, SCAN-CM 15:88 ve TAPPI T 230 om-99 standartlarına göre yapılmıştır (Anonim, 1988; Anonim, 1999/3; Kırıcı, 2006).

Selüloz molekülünü meydana getiren glikoz ünitelerinin sayısına polimerizasyon derecesi denir ve DP olarak kısaltılır. Hesaplanan viskozite değeri ile hamurun/viskoz rayon liflerinin DP'si arasında aşağıdaki formülde verilen ilişki bulunmaktadır. Burada "viskozite" cm<sup>3</sup>/g cinsinden belirlenen SCAN-CM 15:88 viskozitesidir (Clark, 1978; Kırıcı, 2006).

$$DP^{0.905} = 0,75 \times \text{Viskozite} \quad (1)$$

Bu aşamaya kadar yapılan kimyasal analizler için uygulanan standartlar ve kaynaklar Tablo 2'de birlikte verilmiştir.

**Tablo 2. Kimyasal Analizler için Uygulanan Standartlar ve Kaynaklar**

<b>Kimyasal Analizler</b>	<b>Standartlar ve Kaynaklar</b>
Holoselüloz üretimi	Wise ve Karl, 1962
Alfa selüloz üretimi	TAPPI T 203 cm-99
Kappa tayini	TAPPI T 236 om-99
Viskozite tayini	TAPPI T 230 om-99, SCAN-CM 15:88
DP tayini	Clark, 1978; Kırıcı, 2006

### **Alfa Selülozun ve Viskoz Rayon Liflerinin Ağartılması**

Alfa selüloz, olası lignin ve kirliliklerden arındırmak için klorit yöntemi ile ağartma işlemine tabi tutularak ağartılmış ve bir sonraki aşama olan viskoz rayon lif üretimine hazır hale getirilmiştir. Elde edilen viskoz rayon lifleri de yine aynı yöntemle ağartma işlemine tabi tutularak ağartılmıştır. Ağartma koşulları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Alfa Selülozun ve Viskoz Rayon Liflerinin Ağartılmasında Uygulanan Koşullar

Ağartma Koşulları	
Sodyum klorit (%)	15
Süre (saat)	16
Sıcaklık (°C)	25
Sodyum asetat (%)	3
Asetik asit (%)	7
Formik asit (%)	0.5
Konsantrasyon (%)	5

### Viskoz Rayon Lif Üretimi

Bu çalışmada, alfa selüloz polimeri CS<sub>2</sub> ile çözülerek düzelerden ince filamentler halinde koagülasyon banyosuna gönderilmiştir. Polimer içerisindeki çözücünün banyo içerisine difüzyonu ile filamentler katılarak lif haline gelmiştir. Konvansiyonel lif üretim prensibine dayalı olarak yaş lif çekim yöntemi ile üretilen rejenere viskoz rayon liflerinin üretimleri aşağıda Tablo 4’te gösterilen işlem akışına göre gerçekleştirilmiştir (Ardıç, 2007).

**Tablo 4.** Viskoz Rayon Lif Üretimi İşlem Akışı

Viskoz Rayon Lif Üretim Aşamaları	
1	Alkali selüloz oluşumu (Alfa selüloz+NaOH)
2	Ön olgunlaştırma (DP düşürme)
3	Sülfürleme (Alkali+CS <sub>2</sub> )
4	Ard olgunlaştırma (Ham viskoz)
5	Yaş lif çekimi (Koagule işlemi)
6	Germe-çekme işlemi (Mukavemet kazandırma)
7	Yıkama ve kükürt giderme (H <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )
8	Kurutma (105°C)

Viskoz rayon lif üretiminin yapıldığı yaş lif çekim düzeneği Şekil 2a’da gösterilmiştir. Ham viskozun düze başlığından koagülasyon banyosu içerisine sevki Şekil 2b’de ve koagule olan liflerin godetlere sarımı ve godetler arası hız farkı ile yapılan germe-çekme işlemi de Şekil 2c’de gösterilmiştir.



**Şekil 2a.** Yaş Lif Çekim Düzeneği



**Şekil 2b.** Düzedeki Deliklerden Ham Viskozun Koagülasyon Banyosu İçerisine Sevki (Düze Delik Çapı: 0.1mm\*91 adet)



**Şekil 2c.** Viskoz Rayon Liflerinin Godetlere Sarımı

### ***Viskoz Rayon Liflerine Yapılan Testler ve Analizler***

Kızılçam odunundan yaş lif çekim yöntemi ile elde edilen rejenere viskoz rayon liflerinin bazı yapısal özelliklerini belirlemek için testler ve analizler yapılmıştır. Bunlar; viskozite ve DP, optik özellikler (optik özellikler ASTM E313-05 ve ISO 2469:2014 standartlarına göre belirlenmiştir), kopma mukavemeti, SEM görüntüleri, EDX spektrumu, XRD analizi ve FTIR spektrumunun elde edilmesi şeklindedir.

## **BULGULAR VE TARTIŞMA**

### ***Ham Selüloz, Holoselüloz ve Alfa Selüloza Ait Bulgular***

Aşağıda Tablo 5’te, Kızılçam odunu yongalarından modifiye Kraft-KBH<sub>4</sub> pişirme yöntemi ile ham selüloz üretim koşulları ve pişirme sonrası ham selüloz verim değerleri verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde ham selüloz verimindeki en anlamlı artış %0.5 KBH<sub>4</sub> oranında dört numaralı pişirme deneyinde elde edilmiştir.

**Tablo 5.** Kızılçam Odununun Modifiye Kraft-KBH<sub>4</sub> Yöntemiyle Pişirme Şartları ve Verim Değerleri

Pişirme No	Aktif Alkali Oran (%)	Sülfidite Oran (%)	Toplam Titre Edilebilir			KBH <sub>4</sub> Oran (%)	Elenmiş Verim (%)	Elek Artığı Verim (%)	Toplam Verim (%)
			Aktif Alkali Oran (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)				
1	22	25	30	160	120	0	40.20	01.04	41.24
2	22	25	30	160	120	0.1	41.40	0	41.40
3	22	25	30	160	120	0.3	42.53	0	42.53
4	22	25	30	160	120	0.5	44.87	0	44.87
5	22	25	30	160	120	0.7	43.68	0	43.68

Kızılçam odunundan elde edilen ham selüloz için kapp (K), viskozite ve DP değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Doğal selüloz liflerinin ortalama DP değeri 2000-3000 aralığındadır (Özgüney & ark., 2006; Yaman & ark., 2007).

Ham selülozdan elde edilen holoselüloza ait verim değeri ve holoselülozdan elde edilen alfa selüloza ait verim değeri Tablo 6'da verilmiştir. Polisakkaritlerin  $\alpha$ -,  $\beta$ -, ve  $\gamma$ - selüloza dağılımı alkalide çözünürlüğe dayanmaktadır. 20°C'de %17.5'lük sodyum hidroksit çözeltisinde çözünmeyen kısım alfa-selüloz olarak adlandırılmaktadır. Alfa selüloz için elde edilen viskozite ve DP değerleri de Tablo 6'da verilmiştir. Alfa selüloza ait viskozite ve DP değerlerinin ham selülozda alınan aynı değerlere göre yaklaşık yarısı oranında azaldığı anlaşılmıştır (Kırcı, 2006).

**Tablo 6.** Ham Selüloz, Holoselüloz ve Alfa Selüloza Ait Değerler

	Verim (%)	Viskozite (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	DP	K
Ham Selüloz (Pişirme İşlemi)	44.87	1045	1577	21.65
Holoselüloz (Ham Selülozdan)	92	-	-	-
Alfa Selüloz (Holoselülozdan)	88	612	874	-

### ***Kızılçam Odunundan Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Ait Bulgular***

Yaş lif çekim yöntemi ile kızılçam odunundan elde edilen rejenere viskoz rayon lifleri için çeşitli testler yapılmıştır. Testler için üniversitemiz bünyesinde bulunan Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM), KSÜ Orman Fakültesi ve KSÜ Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Tekstil Teknolojisi Programı laboratuvarları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara ait değerler, grafikler ve görseller aşağıda verilmiştir. Testlerde kullanılan referans numune viskoz rayon elyafı; Çin'den ithal, odun selülozundan elde edilmiş birinci sınıf kalitede bir elyaf olup Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren tekstil iplik işletmesi Kütükçüoğlu Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Bu çalışmada kızılçam odunundan elde edilen rejenere viskoz rayon liflerine ait görsel Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Kızılcım Odunundan Elde Edilen Viskoz Rayon Lifleri

### *Viskozite ve DP Değerlerine Ait Bulgular*

Kızılcım odunundan yaş lif çekim yöntemi ile elde edilen viskoz rayon liflerine ait viskozite ve polimerizasyon derecesi değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Klorit ağartması yöntemi ile ağartılan kızılcım odunundan elde edilen viskoz rayon liflerine ait viskozite ve DP değerleri de Tablo 7’de verilmiştir. Değerler incelendiğinde ağartma işleminin, viskoz rayon liflerinin viskozite ve DP değerleri üzerinde azda olsa düşürücü etki gösterdiği görülmüştür. Rejenere selüloz liflerinin ortalama DP değerleri 250-700 civarındadır (Yaman & ark., 2007).

**Tablo 7.** Viskozite ve DP Değerleri

	Viskozite ( $\text{cm}^3\text{g}^{-1}$ )	DP
Ham Selüloz	1045	1577
Alfa Selüloz	612	874
Kızılcım Viskoz Rayonu	480	668
Ağartılmış Kızılcım Viskoz Rayonu	400	546
Referans Numune	255	332
Ağartılmış Referans Numune	255	332

### *Optik Özelliklerine Ait Bulgular*

Referans numune ve kızılcım odunundan elde viskoz rayon liflerine ait ağartma işlemi öncesi ve ağartma işlemi sonrası beyazlık, parlaklık, sarılık değerleri Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Viskoz Rayon Liflerine Ait Optik Özellikler

	Kızılcım Viskoz Rayonu	Ağartılmış Kızılcım Viskoz Rayonu	Referans Numune	Ağartılmış Referans Numune
Beyazlık(%)	76,21	84,01	88,19	89,69
Parlaklık(%)	71,02	80	83,41	87,54
Sarılık(%)	9,19	5,01	7	3,08

### *Kopma Mukavemetine Ait Bulgular*

Referans numune ve kızılcım odunundan elde viskoz rayon liflerine ait kopma mukavemeti (gram-kuvvet/denye) değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Kopma mukavemeti değerleri Pressley lif mukavemet ölçüm cihazı ile tespit edilmiştir. Ağartma işleminin, az miktarda da olsa

kızılçam odunundan elde edilen viskoz rayon liflerinin kopma mukavemeti değerine düşürücü yönde etki ettiği görülmüştür.

**Tablo 9.** Viskoz Rayon Liflerine Ait Kopma Mukavemeti Değerleri

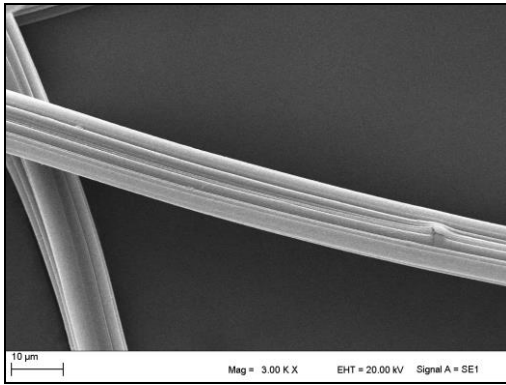
Hammadde	Kopma Mukavemeti (gf/den)
Kızılçam Viskoz Rayonu	1.7
Ağartılmış Kızılçam Viskoz Rayonu	1.6
Referans Numune	1.2
Ağartılmış Referans Numune	1.2

Kızılçam hamurlarının ağartılması esnasında ağartma kimyasalları, liflerin polimer zincir uzunluklarını degrade ederek hem kağıt hamurlarının viskozite değerlerinde hem de polimerizasyon derecesi değerlerinde düşüşlere neden olmaktadır. Selüloz zincirlerinde meydana gelen bu bozunmalardan dolayı hamur viskozite değerleri ve dolayısıyla polimerizasyon derecesi değerleri olumsuz yönde etkilenmekte ve hamur verimi de azalmaktadır (Tutuş ve ark., 2009, Çiçekler, 2019).

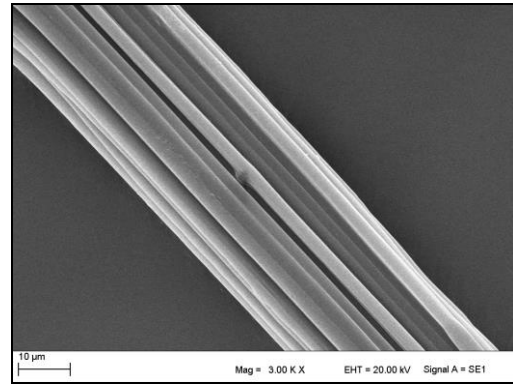
Ayrıca, lignini uzaklaştırmak ya da rengini açmak için kağıt hamurlarına uygulanan ağartma işlemlerinde, kullanılan ağartma ajanları ligninin yanında selüloz ve hemiselüloz gibi karbonhidratlara da etki etmekte ve hamur verimini azaltmaktadır. Bununla birlikte ağartma kimyasalları lignin ile reaksiyonunun yanı sıra karbonhidratları da bozundurmakta ve elde edilecek liflerin fiziksel özelliklerini (kopma uzunluğu, kopma mukavemeti) olumsuz yönde etkilemektedir (Dence ve Reeves, 1996; Eroğlu, 2003; Kırıcı ve ark., 2004).

#### **SEM Taramasına Ait Bulgular**

Referans numune ve kızılçam odunundan elde edilen viskoz rayon liflerine ait boyuna SEM görüntüleri Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir (Büyütme değeri: Mag = 3.00 K X). Görüntüler incelendiğinde referans numune ve kızılçam odunundan elde viskoz rayon liflerinin düzgün ve birbirine benzer lif yapıları açıkça görülebilmektedir. Viskoz rayon liflerinin karakteristik multilob yapısını da net bir şekilde görmek mümkündür.



**Şekil 4.** Referans Numune SEM Görüntüsü



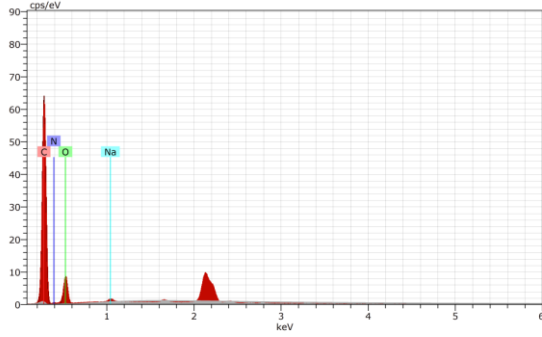
**Şekil 5.** Kızılçam Viskoz Rayonu SEM

#### **EDX Spektrumuna Ait Bulgular**

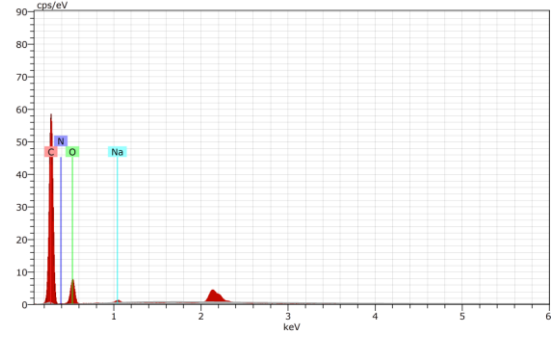
Referans numune ve kızılçam odunundan elde edilen viskoz rayon liflerine ait EDX grafikleri Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. EDX spektrumlarına bakıldığında selülozik yapıda bulunan karbon ve oksijen atomlarına ait pikler gözlemlenmiştir. Çok az miktarda gözlemlenen diğer atomlar ise deney numunelerinin hazırlanması aşamasındaki



safsızlıklardan özellikle altın tozu kullanımından kaynaklanmaktadır. Viskoz rayon lifleri üzerindeki kükürdün tamamen giderilmesi önem arz etmektedir. Bu anlamda EDX spektrumlarında kükürt atomuna ait piklerin görülüyor olması istenilen bir sonuçtur. Elde edilen atomik yüzde oranları Tablo 10’da verilmiştir. Lignoselülozik materyalleri oluşturan elementler karbon, hidrojen, oksijen ve azot olup odunda çok az miktarda azot elementi bulunmaktadır (Hafızoğlu ve Deniz, 2007).



Şekil 6. Referans Numune EDX Grafiği



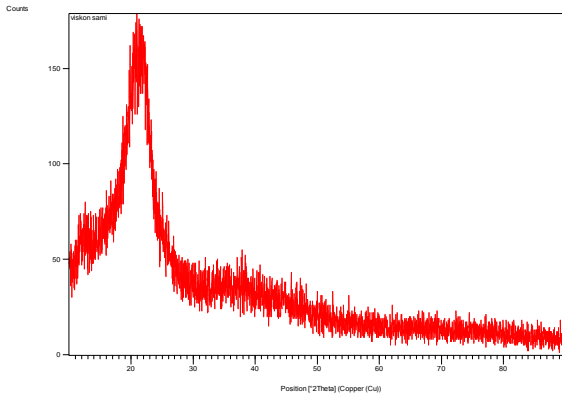
Şekil 7. Kızılcım Viskoz Rayonu EDX

**Tablo 10.** EDX Sonuçlarına Göre Atomik Yüzde Oranları

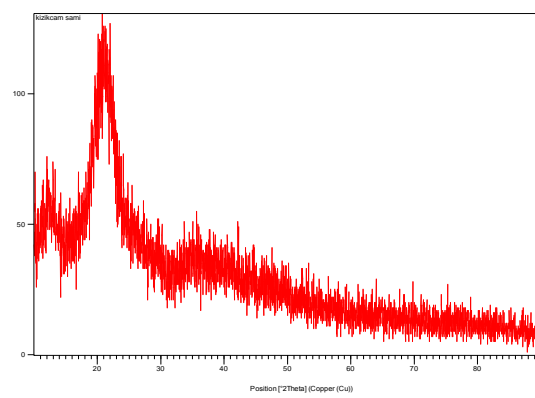
	Referans Numune	Viskoz Rayon
Karbon(C) - %	67.27	69.32
Oksijen(O) - %	27.27	27.42
Azot(N) - %	4.85	2.74
Sodyum(Na) - %	0.61	0.51

### ***XRD Analizine Ait Bulgular***

Referans numuneye ve kıızılcım odunundan elde edilen viskoz rayon liflerine ait XRD grafikleri Şekil 8 ve Şekil 9’da gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde bir kristal yapıyı gösterecek derecede herhangi bir  $2\theta$  değerinde yüksek şiddetli ve dar pikler bulunmayıp,  $2\theta$  ekseninde 20 derece değerinde düşük şiddetli geniş bir pik ve ayrıca başlangıç değerlerinde geniş fakat çok düşük şiddetli pik oluşumlarının gözlemlenmesi malzemenin kristal değil amorf yapıda olduğunu ortaya koymaktadır. Viskoz rayon polimer sistemi, %35-40 kristalin ve %60-65 amorf bölgeden oluşmaktadır (Özgüney & ark., 2006).



Şekil 8. Referans Numune XRD Grafiği



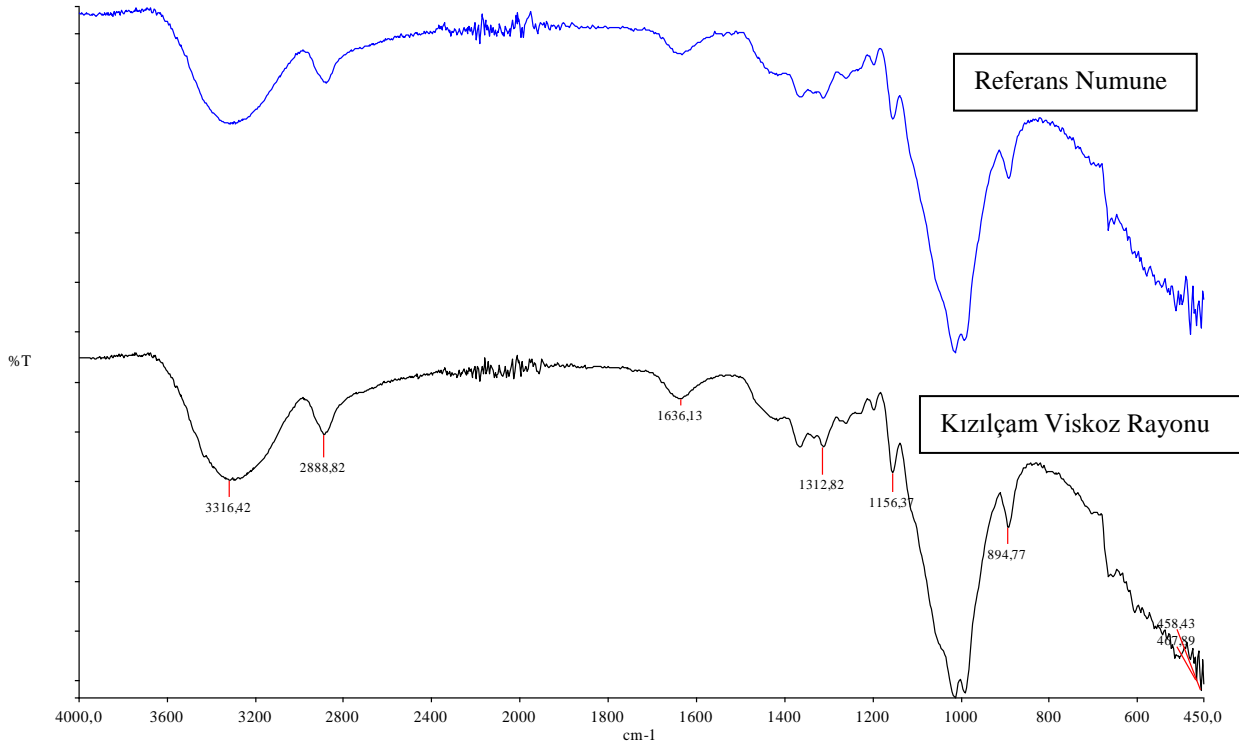
Şekil 9. Kızılcım Viskoz Rayonu XRD

### ***FTIR Spektrumuna Ait Bulgular***

Referans numuneye ve kızılçam odunundan elde edilen viskoz rayon liflerine ait FTIR grafikleri Şekil 10'da gösterilmiştir. FTIR spektrumları incelendiğinde, selülozik yapıdaki glikoz birimlerindeki O-H gerilmeleri  $3300\text{ cm}^{-1}$  civarında gözlemlenmiştir.  $2900$  ile  $2800\text{ cm}^{-1}$  ve  $1650$  ile  $1300\text{ cm}^{-1}$  civarındaki bantlar ise alifatik ve aromatik C-H gerilme ve bükülme titreşimlerine aittir.  $1165$ - $890\text{ cm}^{-1}$  arasında gözlemlenen ve  $1155$ ,  $1015$ ,  $895\text{ cm}^{-1}$  de pikleri içeren geniş bant, sekonder alkol ve eterik fonksiyonel gruplara ait olan simetrik ve asimetrik C-O gerilmeleri ile ilgilidir.  $\beta$ -1,4-glikozidik eterlere ait C-O-C gerilmeleri ise  $666\text{ cm}^{-1}$  civarında gözlemlenmiştir. Referans numuneye ait olan fonksiyonel grupların gerilmeleri ile kızılçam odunundan elde viskoz rayon liflerine ait olan fonksiyonel grupların gerilmelerinin benzer olup selülozik bir yapıya ait gerilmeler olduğu anlaşılmıştır. Önemli bağ yapıları Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12.** FTIR Spektrumuna Göre Fonksiyonel Grupların Gerilme Değerleri

Fonksiyonel Grup	Bağ Yapısı	Dalga Sayısı ( $\text{Cm}^{-1}$ )
Selülozik	O-H	3300
Glikozitik	C-O-C	666
Alifatik/Aromatik	C-H	2900-2800 ve 1650-1300
Alkol ve Eterik	C-O	1155, 1015, 895



**Şekil 10.** Referans Numune ve Kızılçam Odunundan Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Ait FTIR Spektrum Grafikleri

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde günümüz itibari ile hiç viskoz rayon lifi üretimi yapılmıyor olmasına karşın 250 bin ton civarında tüketimi olan oldukça önemli bir malzemedir. Yaptığımız yerli literatür taraması göstermiştir ki viskoz rayon lifi üretimi olarak herhangi bir akademik çalışma yapılmamıştır. Bu anlamda yapılan çalışma hem akademik anlamda hem de endüstriyel anlamda oldukça değerlidir.

Bu çalışmada, kızılçam odunundan %44.87 verimde ham selüloz elde edilmiştir. Ham selülozdan ise %88 verimde alfa selüloz ve elde edilen alfa selülozdan %94 verimde rejenere viskoz rayon lifi elde edilmiştir. Elde edilen ham selülozun polimerizasyon derecesi 1577 olurken viskoz rayon lifinde bu değer 668 olarak ölçülmüştür. Ağartma işlemi sonunda DP değeri viskoz rayon lifinde 546 olarak tespit edilmiştir. Yine ağartma işlemi öncesi viskoz rayon lifinin 1.7 gf/den olan kopma mukavemeti değeri 1.6 gf/den olarak ve beyazlık değerinin de %76.21 iken %84.01 olarak değiştiği görülmüştür. SEM, EDX, XRD ve FTIR analizlerinin sonuçları incelendiğinde selülozik yapıda amorf bölge oranı yüksek görsel olarak ta karakteristik rayon lifi görünümüne sahip bir lif elde edildiği anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar piyasadan temin edilen kontrol numunesi ile karşılaştırılmış ve tüm özellikleri daha iyi olan bir viskoz rayon lifi üretiminin gerçekleştirildiği görülmüştür.

Yapılan bu çalışmadaki veriler dikkate alındığında, 1 ton kızılçam odunundan 396 kg alfa selüloz ve bu alfa selülozdan da 372 kg viskoz rayon lifi yaklaşık olarak üretilebilmektedir. Yerli ağaç türünden katma değeri yüksek yeni ürün elde edilmiştir. Güncel rakamlar dikkate alınarak şöyle bir hesap yapılabilir; 1 ton kızılçam odunu 370 TL ye satılmakta olup bu çalışmada yaklaşık 2.5 ton odundan 1 ton viskoz rayon lifi üretilebilmektedir. 1 ton viskoz rayon lifi 10 bin ila 12 bin TL aralığında satılmaktadır. Bu çalışmada yaklaşık 2700 – 3000 TL maliyetle 1 ton viskoz rayon lifi üretilmektedir. Bu rakamlar dikkate alındığında kızılçam odunu viskoz rayon lifi olarak 7-8 kat daha fazla değer kazanmış olmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmayla kızılçam odunundan rejenere viskoz rayon lifi eldesi ve ülkemizde viskoz rayon lifi üretimi ile ilgili ilk akademik çalışmaya ait verilerin eldesi açısından önemli sonuçlar ortaya konulmuştur. Kızılçam odunundan viskoz rayon lifi eldesi ve ülkemizde yeniden viskoz rayon lifi üretimi yapılabilmesi için bu çalışmanın ilgili sektörlere duyurulması önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi(BAP) tarafından(Proje No: 2016/5-62 D) desteklenmiştir.

## AÇIKLAMA

Bu makalenin bir kısmı IMFES 2019 (III. Uluslararası Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu) da tam metin bildiri olarak yayınlanmıştır.

## YAZAR KATKILARI

**Sami Türkoğlu:** Kızılçam odunun temini, laboratuvar çalışmaları için kimyasal temini ve örnek hazırlama, laboratuvar da deney planına bağlı kalarak deneylerin ve testlerin yapılmasına katkı sağlama. **Ahmet Tutuş:** Konunun belirlenmesi, laboratuvarda gerçekleştirilen tüm deney planların oluşturulması ve sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımına katkı sağlama.

## KAYNAKLAR

- Anonim, (1988). Pulps-Viscosity in cupri-ethylenediamine solution, SCAN-CM 15:88, Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee, Sweden.
- Anonim, (1999/1). Alpha-, beta- and gamma-cellulose in pulp. TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.
- Anonim, (1999/2). Kappa number of pulp. TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.
- Anonim, (1999/3). Viscosity of pulp (capillary viscometer method). TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.
- Anonim, (2017). Viscose Fibres Production, An Assessment of Sustainability Issues, Fair&Smart Use of the World's Fresh Water, Water Footprint Network, <https://waterfootprint.org/en/>, August, 2017.
- Ardıç, Y. (2007). Selüloz Liflerinin Farklı Şartlarda Fibrilleşmesi Ve Yorulma Davranışlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Clark, J. d'A. (1978). Pulp Technology and Treatment for Paper. Published by Miller Freeman Publications, San Francisco (1978) ISBN 10: 0879300663 ISBN 13: 9780879300661.
- Çiçekler, M., (2019). Birincil Ve İkincil Lif Karışımlarının Yazı Tabı, Oluklu Mukavva Ve Gazete Kağıdı Üretiminde Kullanımının Araştırılması. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Kahramanmaraş.
- Dence, C.W., & Reeves, D.W. (1996). Pulp Bleaching-Principles and Practice, Vol:1. Tappi Press, Atlanta, 512 p.
- Eroğlu, H. (2003), Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziği Ders Notları, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Yayın No:27, Bartın.
- Gündüz, G. (2016). Bakır Amonyum / Pamuk Karışımı Örme Kumaşların Nem Yönetim Performansının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Hafizoğlu, H. (1982). Orman Ürünleri Kimyası. KTÜ Orman Fakültesi, KTÜ Basımevi, Trabzon, 52,100-101.
- Hafizoğlu, H. & Deniz, İ., (2007). Odun Kimyası, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Kırcı, H., Peşman, E., & Kalyoncu, E.E. (2004). Kraft hamurunun oksijen delignifikasyonu kademesinin sodyum perborat monohidrat ile takviye edilmesi. 2. Uluslararası Bor Sempozyumu, Sempozyumu, s:339-343, 23-25 Eylül, Eskişehir.
- Kırcı, H., (2006). Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.
- Özgüney, A.T., Körlü, A., Bahtiyari, İ. ve Bahar, M., (2006). Viskon Liflerinin Fiziksel Özellikleri ve Makromolekülerüstü Yapısı, Tekstil ve Konfeksiyon, 2/2006.
- Tutuş, A., Kırcı, H., Alma, M.H., Deniz, İ., & Karademir, A. (2009). Buğday Saplarından Kraft-Sodyumborhidrür Yöntemiyle Kağıt Hamuru Üretimi ve Oksijen-Sodyum Perborat Monohidrat vle Ağartılması. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, Proje no: BOREN-2006-Ç-01.
- Wise, E.L., & Karl, H.L. (1962). Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology. In: Earl, C.L. (Ed.) Vol. 1: Pulp, McGraw Hill-Book Co. New York.

Yaman, N., Öktem, T. & Seventekin, N., (2007). Polinozik Liflerin Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Alanları (Bölüm 1). Tekstil ve Konfeksiyon, 3/2007.



## KAHRAMANMARAŞ İLİ HALFALI DERESİ YAĞIŞ HAVZASINDA RUSLE DENKLEMİNDE YER ALAN BİTKİ AMENAJMAN FAKTÖRÜNÜN (C) UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ

Bülent ABİZ<sup>1\*</sup>, Mahmut REİS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar: [bulentabis@gmail.com](mailto:bulentabis@gmail.com)

Bülent ABİZ: <https://orcid.org/0000-0001-5493-7972>

Mahmut REİS: <https://orcid.org/0000-0002-1389-9276>

**Please cite this article as:** Abız, B. & Reis, M. (2020) Kahramanmaraş ili halfalı deresi yağış havzasında rusle denkleminde yer alan bitki amenajman faktörünün (c) uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 86-98.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 13 Mart 2020 / Received 13 March 2020

Düzeltilmelerin gelişi 13 Nisan 2020 / Received in revised form 13 April 2020

Kabul 13 Nisan 2020 / Accepted 13 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Tabii dengenin en mühim ögesi olan toprağı yerinde tutan ve koruyan vejetasyonun insan, iklim ve fizyografik faktörler tarafından değişikliğe uğratılması neticesinde toprağın büyük ölçüde su ve rüzgâr gibi doğal faktörler tarafından hızlı bir biçimde aşınması ve taşınması olayı erozyon olarak ifade edilmektedir. Kurak ve yarı kurak koşullara sahip Türkiye’de bilhassa ilkbahar ve yaz aylarında meydana gelen ani ve şiddetli yağışlar ve esen hızlı rüzgârlar erozyona sebep olmaktadır. Kahramanmaraş ili Halfalı Deresi yağış havzasında yapılan bu araştırmanın amacı, RUSLE denkleminde yer alan bitki amenajman faktörüne ait haritayı uzaktan algılama teknikleriyle (C) elde ederek, bitki örtüsünün toprak erozyonu için önemini belirlemektir. Bu amaçla, 2013 yılına ait Mapper (TM) algılayıcısından alınmış 174 path, 34 row numaralı verisi kullanılmış olup, ERDAS Imagine programı aracılığıyla kontrollü sınıflandırma yapılarak güncel arazi kullanım haritası elde edilmiştir. Güncel arazi kullanım durumu haritasından elde edilen verilere göre araştırma alanının % 21.74’ü zayıf mera, % 17.12’si orta mera, % 27.44’ü tarım, % 8.48’i seyrek orman ve % 25.22’si ormanlık alan olarak belirlenmiştir. Bununla beraber, araştırma alanına ait C faktörü değerleri seyrek orman için 0.42, orman için 0.39, zayıf mera için 0.36, orta mera için 0.26 ve tarım için 0.38 olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Bitki amenajman faktörü (C), Erozyon, Uzaktan Algılama

## DETERMINATION OF COVER MANAGEMENT FACTOR (C) IN RUSLE EQUATION MODEL USING REMOTE SENSING TECHNIQUES IN HALFALI STREAM CATCHMENT OF KAHRAMANMARAS PROVINCE

**ABSTRACT:** Erosion is the rapidly eroded of soil by natural factors such as water and wind as a result of vegetation are destroyed by human, climate and physiographic factors. The most important element of natural balance is the vegetation that keeps and protects the soil against erosion. In Turkey which has arid and semi-arid climate conditions, especially in the spring and summer, sudden and heavy rains and fast winds blowing cause erosion. The purpose of this study, which is carried out Halfalı Stream Catchment of Kahramanmaraş province, is to determine the importance of vegetation for soil erosion by obtaining the map of the cover management factor (C) in the RUSLE equation by remote sensing techniques. For this purpose, Landsat satellite image (174 path, 34 row) derived from Mapper sensor of 2013 were used. The actual land use map was obtained by applying supervised classification using ERDAS Imagine program. According to data derived from actual land use map, study area is consisted of 21.74% poor rangeland, 17.12% fair rangeland, 27.44% agriculture, 8.48% degraded forests and 25.22% productive forest areas. In addition, C factor values of the study area were determined as 0.42 for thin forest, 0.39 for forest, 0.36 for weak pasture, 0.26 for medium pasture and 0.38 for agriculture.

**Keywords:** Cover management factor (C), Erosion, Remote sensing

### GİRİŞ

Toprak erozyonu, üst toprağın kaybolmasına neden olduğundan dolayı önemli bir tehdit olarak dikkate alınmaktadır (Boardman, 2006). Ayrıca, meydana gelen erozyon neticesinde; toprak ve arazi kaybı, su kalitesinde bozulma, toprağın verimsiz olması gibi olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Erozyon, su kalitesiyle birlikte sucül yaşam üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle, havzalarda çabuk ve sağlıklı sediment verimi ve yüzeysel akış tahmini, toprağı korumaya yönelik tekniklerin planlanması ve aplikasyonunu bakımından hayati bir role sahiptir (Akay, 2005; Akay ve ark., 2008).

İnsanoğlu arazi kullanım şeklini değiştirerek hızlandırılmış erozyonun önde gelen sebebi olmaktadır (Borelli ve ark., 2017). Erozyonla kaybedilen toprak kaybını belirlemede kullanılan yöntemlerden biri olan RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation); iklim, toprak türü, topoğrafya ve bitki örtüsü gibi erozyona neden olan faktörleri de dikkate alarak birim alana düşen yıllık toprak kaybını tahmin eden ampirik bir yöntemdir (Renard ve ark., 1997; Covert, 2003; Yüksel ve ark., 2007b). Burada bitki örtüsü veyahut arazi kullanım şekli toprağın erozyona karşı korunmasında önemli rol almaktadır (Zachar, 1982).

Arazi kullanım şekli, yağmur damlalarının toprak yüzeyine çarpma hızını azaltmakta ve yüzeysel akış hızını kesmede (Çepel, 1997; Altın, 2006), yağın yağmurun bir bölümünü bitkinin toprak üstü kısımları tarafından tutarak intersepsiyona sebep olarak yüzeysel akışı etkilemede (Hoşgören, 2010), kökleri aracılığıyla toprağı tutması ve rüzgâr şiddetini azaltarak toprağı koruması (Çepel, 1997) gibi sebeplerle erozyonu önleyici bir etkide bulunmaktadır. Bu yüzden arazi kullanım şeklinin arazi kabiliyet sınıflamasına uygun olarak kullanıldığı alanlarda erozyon, arazi kabiliyet sınıflamasına uygun olarak kullanılmayan alanlara göre çok

daha az olmaktadır. Arazi kullanımında, bitki örtüsünün zemini kaplama oranı arttıkça erozyona olan direnç de artmaktadır (Zachar, 1982). Bundan dolayı, direnç faktörü orman alanlarında tarım alanlarına göre daha yüksek olmaktadır.

Bitki amenajman faktörü (C) ürün yetiştirme ve amenajman çalışmalarının toprak erozyonu üzerindeki etkiyi belirtmek için RUSLE denklemi içerisinde de kullanılmaktadır. Amenajman alternatifleri toprak koruma planları üzerindeki oransal etkilerini karşılaştırmak için en çok faydalanılan faktördür. Söz konusu bu faktör, yıl içerisindeki ortalama toprak kaybında nasıl değişim göstereceğini ve toprak kaybındaki potansiyelin oluşma faaliyetleri, ürün dönüşümleri yahut diğer amenajman planları esnasında zamanla birlikte nasıl bir değişim göstereceğini ortaya koymaktadır (Renard ve ark., 1997). RUSLE denkleminde yer alan diğer parametrelerde olduğu gibi bitki amenajman faktöründe bir standart sapmaya dayanmaktadır. Bu standart toprağın iyi işlendiği devamlı nadas durumlarıdır. Birçok durumda bu faktörün değeri yıl içerisinde değişmektedir. Bilhassa, son yıllarda uydu görüntüleri ve uzaktan algılama teknikleri erozyon araştırmalarında çok ciddi bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Bugün çeşitli uydular kullanılarak elde edilen görüntüler uzaktan algılama programları aracılığıyla büyük alanlar için çabuk, güvenilir ve daha az maliyetli bir biçimde veriye erişmeye olanak kılmaktadır (Çelik, 2011). Uzaktan algılama; toprak yüzeyinden belirli bir mesafede, atmosferde yahut uzayda hareket eden alanlara konulmuş ölçüm aletleri aracılığıyla, nesnelere fiziksel herhangi bir temas olmadan, yeryüzünün tabii ve suni nesnelere ile ilgili veri alma ve bunları yorumlama yöntemidir (Campbell, 1996).

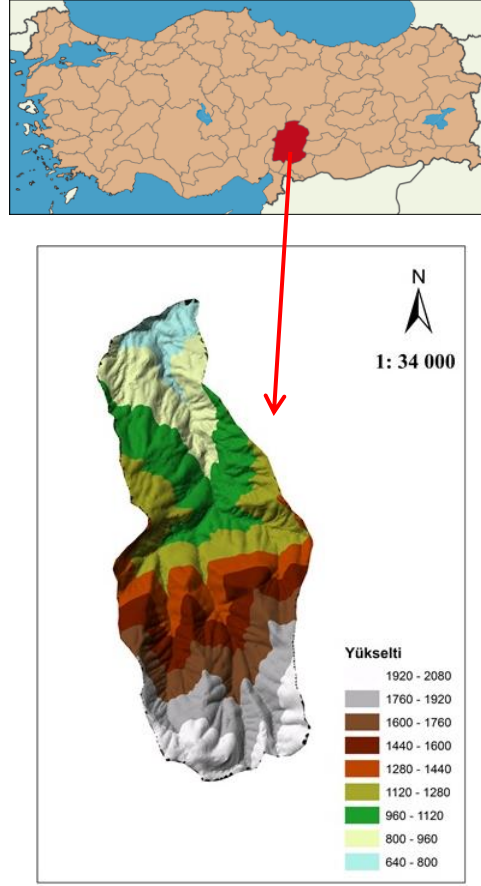
Kahramanmaraş ili Halfalı deresi yağış havzasında yapılan bu çalışmada araştırma alanına ait arazi kullanım şekli haritası, NDVI haritası ve RUSLE denkleminde yer alan C faktörü haritası elde edilerek, bitki örtüsünün toprak erozyonu için önemi belirlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Araştırma Alanının Genel Tanıtımı*

Araştırma alanı Türkiye' nin Doğu Akdeniz bölgesinde yer almakta olup, Kahramanmaraş il merkezine uzaklığı ortalama 25 km uzaklıkta olan Ahırdağı yöresinin orman, tarım ve mera alanları ile kaplı Halfalı Deresi Yağış Havzası'nda bulunmaktadır. Havza Kahramanmaraş kuzeyinde yer alıp, 37°43' 92"- 37°39' 20" kuzey enlemleri ile 36°57' 81"- 36°59' 47" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1) Havzanın yaklaşık olarak toplam alanı 1411 hektardır. Araştırma alanına ait en yüksek nokta 2080 m ile Yamacı Tepesinde, en düşük rakımlı noktası ise 640 m ile Menzelet Barajına yakın bir noktada bulunmaktadır.





**Şekil 1.** Araştırma Alanının Türkiye Haritasındaki Konumu ve Sayısal Yükseklik Modeli Haritası

Havzanın iklim karakteristiklerinin belirlenmesinde Kantarcı (1980) tarafından önerilen Erinç formülü yardımıyla kuraklık indisleri tespit edilmiş ve bu indislere denk olan Erinç tarafından önerilen çizelgeye göre iklim tipi ortaya konmuştur. Kantarcı tarafından yeniden düzenlenen Erinç formülüne göre havzanın Kuraklık İndis Değeri 12.26 olarak bulunmuş ve Kurak iklim tipine sahip olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz Bölgesi'nin iklim testi sonucunda elde edilen kuraklık indisi değerleri 12,1-18,4 arasında değişim göstermektedir (Usta ve ark., 2009).

### **Yöntem**

Uzaktan algılama teknikleri; fiziki coğrafyanın aktüel halinin tespit edilmesinde, haritalandırılmasında, tasarlanmasında, belli aralıklarla izlenmesinde, meydana gelen zararların tespitinde ve tabii çevreyi oluşturan değerlerin yönetiminde en başarılı yöntem olarak kullanılmaktadır. Uydu görüntüleri ise, ihtiyaç gerektiren konumsal bilgiyle ilgili hali hazır aktüel bilgileri sağlamada en mühim data kaynağını oluşturmaktadır (Duran, 2007). Thematic Landsat TM algılayıcısına "tematik görüntüleyici" adı, tematik haritaları sağlayacak spektral ayrıştırma kavramlarına, sistem dalarını aplete etmek gayesiyle verilmektedir (Önder, 1999).

Çalışmada 2013 yılına ait arazi kullanım şeklinin belirlenmesi için Mapper (TM) algılayıcısından alınmış 174 path, 34 row numaralı 10.08.2013 tarihli verisi kullanılmıştır. Landsat TM algılayıcısının kuruluşu aslında uzaydan yeryüzünü kaplayan vejetasyonu belirleme, toprak ve bitki nem ölçümü, bulutlardan buz ve karı ayırt etme ve bazı anakaya

şeklindeki ısısal (hidrotermal) varyasyonu tespit etme kabiliyetlerine göre yapılmıştır (Jensen, 2000). TM algılayıcısının 7 tane spektral bandı bulunmaktadır. Bunlardan 1–5 ve 7’inci bantların 30 m, 6’ncıbantın ise 120 m mekansal çözünürlüğü vardır. TM’in tarama genişliği 185 km’dir. Sayısallaştırma işlemi her bant için 8 bitte (0-255 arası) yapılmaktadır (Campbell, 1996).Uydu görüntüsünde arazi kullanım durumunu tespit etmede kullanılan RGB (Red – Green - Blue) kombinasyonları için 3,2,1 bantları seçilmiştir.

Uydu görüntüsü 1/25000 ölçekli memleket haritası aracılığıyla yardımıyla ikincil polinom modelinde “neighbour” metodu kullanılarak UTM EUROPEAN 50 projeksiyon sistemi içerisinde koordinat dönüşümü yapılmıştır (Türker & Gacemer, 2004). Elde edilen uydu görüntüleri yeryüzüne ait yükselti nedeniyle değişime uğramış olması ihtimaline karşı hata payı 0.35 düzeyinde geometrik düzeltme (Geometric Correction) işlemi gerçekleştirilmiştir (Baydemir, 2008).

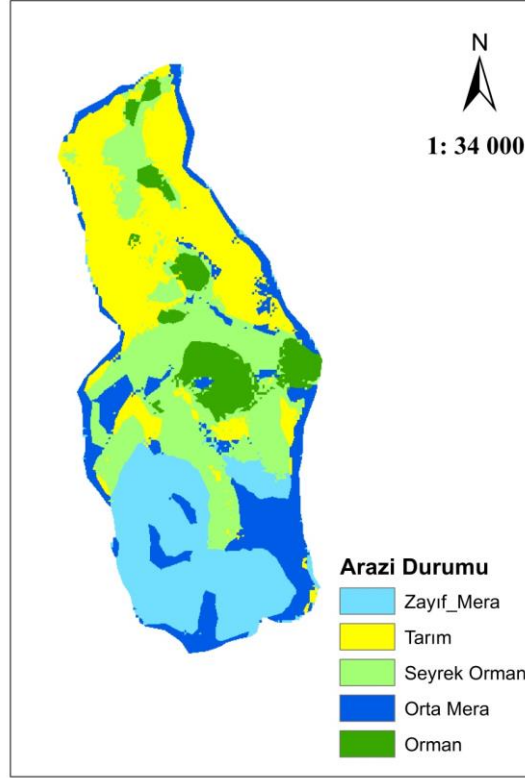
Arazi kullanım durumunu belirlemek amacıyla ERDAS Imagine programı aracılığıyla kontrollü sınıflandırma (Supervised Classification) işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışma alanının seyrek orman, orman, zayıf mera, orta mera ve tarım olmak üzere 5 sınıfa ayrılması uygun görülmüştür. Uydu Görüntüsü sınıflandırılması aşamalarında ve doğruluk analizlerinin yapılmasında orman amenajman planı haritası, topoğrafik harita, NDVI haritası ve Google Earth’ e ait görüntülerden yararlanılmıştır. Sınıflandırma işleminden sonra doğruluk analizi yapılmıştır. Doğruluk analizinde sistematik olarak 283 nokta kullanılmıştır. Bu noktalara karşılık gelen referans noktaları çalışma alanının ortofotosundan yararlanılarak girilmiştir. Sınıflandırma algoritmasının noktalara atadığı sınıflar ile referans olarak girilen sınıflar karşılaştırılmıştır.

Erdas Imagine programında elde edilen güncel arazi kullanım durumu haritası ArcGIS programına aktarılmıştır. Daha sonra sınıflandırılmış arazi kullanım haritasına her sınıf için belirlenmiş C değeri girilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanı; seyrek orman, orman, zayıf mera, orta mera ve tarım olmak üzere 5 farklı arazi kullanım sınıfına ayrılmıştır. Bundan dolayı temel alınan 5 farklı arazi kullanım yansıma özelliklerindeki farklılıkları içerecek şekilde 32 alt örnek alan otomatik olarak görüntü işleme programına seçtirilmiş ve görüntü işleme programına tanıtılarak kontrollü sınıflandırma tekniklerinden birisi olan en çok benzerlik yöntemine göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucu elde edilen arazi kullanım haritasında farklı kodlarla tanımlanmış aynı temel arazi kullanım türlerine ait sınıflar yeniden kodlanarak sınıflandırılmış, birleştirilmiş ve arazi kullanım türleri haritası kesinleştirilmiştir.

Sınıflandırma için genel doğruluk % 83.78 olarak bulunmuştur. Bu doğruluk oranı oluşturulan haritanın güvenle kullanılması için yeterlidir (Campbell, 1996) Sınıflandırma algoritması tarafından uygulanan hata azaltma oranları olan kappa ( $\kappa$ ) katsayıları 0.7248 olarak bulunmuştur. Ağustos 2013 tarihine ait Landsat TM uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen güncel arazi kullanım durumu haritası Şekil 2’de verilmiştir. Güncel arazi kullanım durumu haritasından elde edilen verilere göre araştırma alanının % 21,74’ü (306,85 ha) zayıf mera, % 17,12’si (241,56 ha) orta mera, % 27,44’ü (387,21 ha) tarım, % 8,48’i (119,63 ha ) seyrek orman ve % 25,22’si (356,05 ha) ormanlık alandır (Tablo 1 ).



Şekil 2. Araştırma alanına ait arazi kullanım haritası

Tablo 1. Arazi durumunun alansal (ha) ve oransal (%) dağılımları

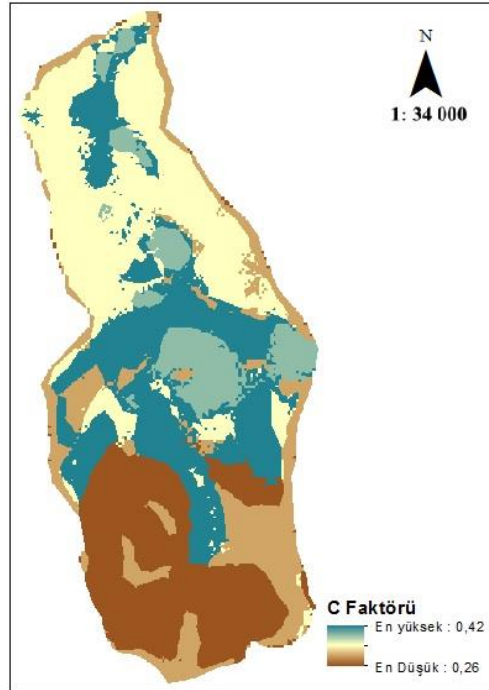
Arazi Durumu	Alan (ha)	Oran (%)
Zayıf mera	306,85	21,74
Orta mera	241,56	17,12
Tarım	387,21	27,44
Seyrek orman	119,63	8,48
Orman	356,05	25,22
Toplam	1411,3	100,00

Bitki amenajman faktörü değerleri uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile elde edilen arazi kullanım durumuna ait harita ve arazi esnasında gerçekleştirilen gözlemler neticesi tespit edilen arazi kullanım özellikleri temel alınarak ilgili literatür ve araştırma sonuçlarından elde edilmektedir (Wischmeier & Smith 1978; Renard ve ark., 1997; Yang ve ark., 2003; Çanga 1995). Benzer şekilde, Akay ve ark. (2009)' da Kahramanmaraş ilinde erozyon riski taşıyan çıplak sahaların uydu görüntüsünü kullanarak benzer şekilde sınıflandırma yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada da bitki amenajman faktörünün tespitinde 2013 yılına ait LANDSAT uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda tespit edilen arazi kullanımı şekilleri için C faktör değerleri farklı literatür kaynaklarından elde edilmiştir. Buna göre araştırma alanı arazi kullanım şekillerine ait C faktörü değerleri seyrek orman için 0.42, orman için 0.39,

zayıf mera için 0.36, orta mera için 0.26 ve tarım için 0.38 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2) (Şekil 3). Benzer şekilde, Danacıoğlu & Tağıl (2017), Bakırçay havzasında yaptıkları çalışmada C faktörü değerlerini farklı kaynaklardan (Toy ve ark., 1999; Lee & Lee 2006; Choi ve ark., 2013; Panagos ve ark., 2015) belirlemiş olup, bu değerlerin 0 ile 1 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

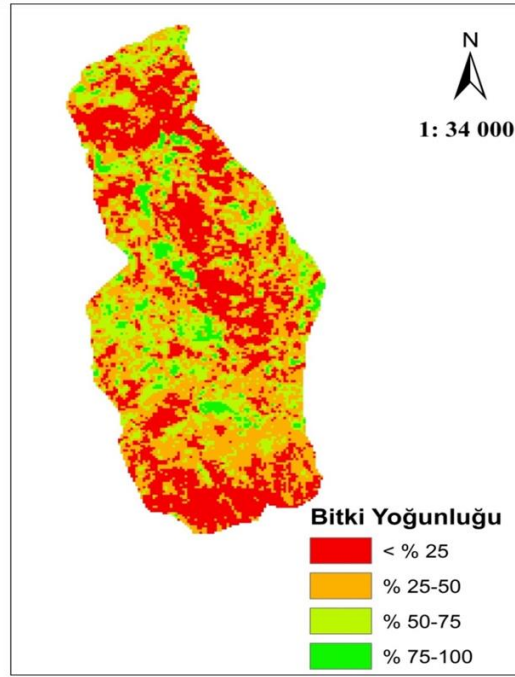
**Tablo 2.** Farklı arazi kullanım durumlarına ait C değerleri

Arazi Kullanım Durumu	C Değeri
Tarım	0.38 (Dept. Of. Ag, 2010)
Seyrek Orman	0.42(Dept. Of. Ag, 2010)
Orman	0.39 (Dept. Of. Ag, 2010)
Zayıf Mera	0.36 (Goldman ve ark, 1986)
Orta Mera	0.26 (Goldman ve ark, 1986)



**Şekil 3.** Araştırma alanına ait C faktörü haritası

Bitki örtüsüyle beraber dikkate alınması gereken önemli bir parametre de bitki örtüsü yoğunluğudur. Bu bağlamda araştırma alanına ait Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) belirlenmiştir. Elde edilen NDVI haritasına göre araştırma alanının genelinde bitki yoğunluğunun düşük  $< \% 25$  olduğu görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Araştırma alanına ait bitki yoğunluğu haritası

Bitki amenajman faktörü, erozyonun kontrolünün gerçekleştirildiği yüzey şartlarını yansıtması açısından RUSLE modeli içerisindeki en önemli değişken olarak belirtilmektedir (Toy ve ark., 1999). Arazi kullanım şekillerinde meydana gelen değişimler yağışın erosiv etkisini ve yüzeysel akışı önemli bir şekilde etkilemektedir (Okatan ve ark., 2007; Cürebal & Ekinci, 2006; Yüksel ve ark., 2008 ). Havzalarda meydana gelen toprak kayıplarının fizyografik faktörlerin başında arazi kullanım şekilleri gelmektedir. Bu nedenle C faktörü toprak erozyonu için önemli bir role sahiptir. Nitekim Kosmas ve ark. (1997)'de arazi kullanımı ve bitki örtüsü yoğunluğunun yüzey akışa ve toprak kaybına olan etkisinin araştırdıkları çalışma sonucunda, toprak yüzeyinin bitkilerden yoksun olduğu dönemlerde yıllık yağışa bağlı olarak toprak kaybının çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bitki örtüsünün olmadığı dönemlerde yıllık yağışı 200 mm'den az olan bölgeler için toprak kaybının tehlike oluşturmadığı ancak, yağışın 700 mm'ye ulaştığı bölgelerde toprak kaybının 15-90 ton/km<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. Zeytin gibi yarı-doğal koşullarda yetiştirilen bitkilerin yetiştirildiği alanlarda toprak kaybının en az (0.8 ton/km<sup>2</sup>/yıl) olduğu, çalı ve fundalıkların buldukları alanlarda oluşan toprakların 6.7 ton/km<sup>2</sup>/yıl, bağ ve okaliptus yetiştirilen alanlarda oluşan toprak kayıplarının ise 142.8 ve 23.8 ton/km<sup>2</sup>/yıl olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada, bağ ve okaliptus yetiştirilen alanlar için belirlenen toprak kayıplarının buğday ekim alanları için belirlenenden (17.6 ton/km<sup>2</sup>/yıl) daha fazla olduğu belirtilmiştir. Sonuçta arazi kullanımının yanında bitki örtüsü yoğunluğunun da toprak kayıplarına olan etkisinin önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır. Benzer şekilde, doğal bitki örtüsünün erozyona olan etkisi Doğan & Sevinç (1998) tarafından yapılan çalışmada araştırılmıştır. Çalışmada, Çayboğazı havzasında yapılan sediment ölçümleri sonucu sağlanan bilgiler Dalaman ve Eşen havzalarında yapılan çalışmalar ile elde edilen bilgilerle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Batı Akdeniz bölgesinde yer alan havzaların kapalılık oranı yüksek doğal bitki örtüsüne sahip olması nedeniyle bu bölgelerde belirlenen toprak kayıplarının Türkiye ortalamasının altında olduğu ortaya konmuştur.

Türkiye’ de yapılan bir başka çalışmada Oğuz & Durak (1998), Çekerek havzasının erozyona duyarlılıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada, aşınmaya duyarlılık yönünden tarla topraklarının en çok aşınabilir topraklar olduğu belirlenmiş, bunu mera ve orman alanlarında yer alan toprakların izlediği belirtilmiştir. Jose & Ines (2000), İspanya-Predes-Anoia bölgesinde yaptıkları bir çalışmada 1957-1992 yılları arasında arazi kullanımı ve uygulanan koruma önlemlerindeki değişimlerin erozyonla oluşan toprak kaybına etkisini araştırmışlardır. RUSLE metodunun kullanıldığı çalışmada, en fazla toprak kaybının kışlık buğday ve mera alanlarının makinalı tarıma uygun asma bahçelerine ya da tek yıllık ağaç yetiştirme alanlarına dönüştürüldüğü topraklarda olduğu belirlenmiştir. RUSLE metoduna göre bu alanlarda oluşan toprak kaybının % 8.3 oranında arttığı bulunmuştur. Aynı çalışmada, teraslamadan vazgeçilerek yapılan tarımsal uygulamalarda erozyonla oluşan toprak kaybının % 44.1 oranında arttığı saptanmıştır, toprak kaybındaki artışta makinalı tarımın önemli bir etken olduğu vurgulanmıştır. İnsanların arazileri kullanımı için seçtikleri yöntem ve bitki örtüsü etkisinin birlikte incelendiği bir başka çalışmada Köse ve ark. (2001) Orta Gediz Havzasında kontur sürümün erozyon oluşumunu azalttığını ve özellikle bu alanlarda bitki örtüsünün yoğunluğunun artması ile toprak kayıplarının azaldığını saptamışlardır.

Tağıl (2007) yılında yapmış olduğu bir çalışmada yıllara göre arazi kullanım durumunu ve arazi kullanıma bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Savacı (2012) ve Kaya (2013) yapmış oldukları yüksek lisans çalışmalarında arazi kullanım durumunun erozyon üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Karagül (1994) farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların erozyon eğilimlerini tespit etmiş olup, arazi kullanım şekillerinin erozyon üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Bitki yoğunluğunun düşük olması alandaki erozyonun ve erozyon riskinin artmasına sebep olmaktadır. Vejetasyon, yağmur damlasının toprağa direkt olarak düşmesinden önce etkisini kırarak toprağın erozyona karşı dayanıklı hale getirmektedir. Toprağın erozyon eğilimi, vejetasyona, ölü örtünün çok az olduğu sahalarda artmaktadır (Wall, 2003). Avustralya Queensland’da gerçekleştirilen araştırmaların neticesinde ortalama yıllık kaybedilen toprak miktarı vejetasyon olmayan sahalarda 30-35 ton/ha iken, vejetasyon yoğunluğunun % 47 olduğu sahalarda ortalama yıllık kaybedilen toprak miktarı 0,5 ton/ha olarak belirlenmiştir. Yine yapılan benzer bir çalışmada, tabii yağış altında gerçekleştirilen bir denemede vejetasyon ile korunmuş yüzeyde 10 yılda toplamda 9,4 ton/ha toprak kaybı belirlenirken, yağmur damlalarının serbest düşmesine açık bir alanda 10 yılda toplam da 1265,7 ton/ha olarak belirlenmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında, vejetasyondan yoksun alanda kaybedilen toprak kaybı, vejetasyonla kaplı alandaki toprak kaybının 135 katıdır (Taysun, 1989). Yapılan bu değerlendirmeler neticesinde toprağı kaplayan bitki örtüsünün ve yoğunluğunun önemini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma alanına ait güncel arazi kullanım haritasının elde edilmesinde 10 Ağustos 2013 tarihli Landsat TM uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Bu uydu görüntüleri ERDAS Imagine programı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmış ve UTM projeksiyon, Zone 35 ve ED50 datum sistemine uygun hale getirilmiştir. Daha sonra görüntüden araştırma alanına havza sınırlarını içeren kısmın görüntüsü kesilerek sınıflandırmayı kolay hale getirecek görüntü işleme ve zenginleştirme teknikleri uygulanmıştır. Kontrollü sınıflandırma için genel

doğruluk %83.78 olarak bulunmuştur. Sınıflandırma algoritması tarafından uygulanan hata azaltma oranları olan kappa ( $\kappa$ ) katsayıları 0.7248 olarak bulunmuştur.

Landsat TM uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen güncel arazi kullanım durumu haritasına göre araştırma alanının % 21,74'ü zayıf mera, % 17,12'si orta mera, % 27,44'ü tarım, % 8,48'i seyrek orman ve % 25,22'si ormanlık alan olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı arazi kullanım şekillerine ait C faktörü değerleri seyrek orman için 0.42, orman için 0.39, zayıf mera için 0.36, orta mera için 0.26 ve tarım için 0.38 olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda, ilgili literatür çalışmalarıyla bitki amenajman faktörü ve bitki örtüsünün iyi olduğu durumlarda toprak kaybının azaldığı ve erozyon için önemi belirlenmiştir.

Araştırma alanında olduğu gibi yağış havzalarında dere akımlarının, erozyon, taşkın ve selleri kontrol altına almak için arazi kullanım şekilleri arazi kabiliyet sınıflarına göre belirlenmelidir. Arazi kullanım durumlarına ait haritaların elde edilmesinde özellikle uydu teknolojilerinin gelişmesinin bir sonucu olarak uzaktan algılamada kullanılan metotlar ve yazılımlar ile çok daha kolay, güvenilir ve az maliyetli olmasından dolayı bu yöntemler değerlendirilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapılması için maddi destek sunan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi BAP Birimine teşekkür ederiz.

## YAZAR KATKILARI

**Bülent Abız:** Araştırmaya ait haritaların elde edilmesinde kullanılan ERDAS ve ArcGIS programları için büro çalışmaları ve makalenin yazımına katkı sağlama. **Mahmut Reis:** Araştırmaya ait materyallerin temini ve makalenin yazımına katkı sağlama.

## KAYNAKLAR

- Akay, A.E., Erdaş, O., Reis, M., & Yüksel, A., (2008) Estimating Sediment Yield From a Forest Road Network by Using a Sediment Prediction Model and GIS Techniques. *Building and Environment*, 43 (5), 687-695.
- Akay, A.E., & Sessions, J., (2005) Applying the Decision Support System, TRACER, to Forest Road Design. *Western Journal of Applied Forestry*, 20 (3), 184-191.
- Akay, A.E., & Şakar, D., (2009) Erozyon Riski Taşıyan Çıplak Toprak Alanların Uydu Görüntüsü ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Sınıflandırılması 1.Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu 16-18 Haziran, 93-97, Konya.
- Altın M., (2006) *Mera-Erozyon İlişkileri, Erozyon, Doğa ve Çevre*, TEMA vakfı yayınları, İstanbul.
- Baydemir A.H., (2008) Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Yardımıyla Toprak Haritalarının Güncelleştirilmesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Boardman J., (2006) Soil erosion science: reflections on the limitations of current approaches. *Catena*, 68, 73–86.

- Borrelli, P., Robinson, D.A., Fleischer, L.R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., & Ferro, V. (2017) An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nat. Commun.*, 8 (1), 2013.
- Choi, C.H., You, J.H., & Jung, S.G. (2013) “Estimation of Danger Zone by Soil Erosion Using RUSLE Model in Gyeongju National Park” *Korean J. Environ. Ecol.*, 27(5), 614-624.
- Covert A., (2003) Accuracy Assessment of WEPP-Based Erosion Models on Three Small, Harvested and Burned Forest Watersheds. MSc Thesis, Natural Resource College of University of Idaho, USA.
- Cürebal, İ., & Ekinci, D., (2006) Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE - Yöntemiyle Erozyon Analizi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 47, 115–130.
- Çanga R.M. (1985) *Toprak ve Su Koruma*. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yay. No.1386, Ders Kitabı No.400, Ankara.
- Çelik V., (2011) “Değirmen Deresi Havzasında (Bolvadin-Afyonkarahisar) Toprak Erozyonu Risk Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, SosyalBilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Çepel N., (1997) *Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar*, Tema Vakfı Yayınları 14, İstanbul.
- Danacığlu, Ş., & Tağıl, Ş. (2017) Bakırçay Havzası’nda Rusle Modeli Kullanarak Erozyon Riskinin Değerlendirmesi, *Balikesir University The Journal of Social Sciences Institute*, 20(37).
- Doğan, O., & Sevinç, A.N., (1998) Soil Erosion Measurement in the Çayboğazı Watershed and its Micro watershed. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, p 261-266, International Agrohydrology research and Training Center, Menemen, İzmir.
- Duran C., (2007) Uzaktan Algılama Teknikleri ile Bitki Örtüsü Analizi Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. *Doa Dergisi* Sayı, 13, 45-67
- Goldman, S.J., Jackson, K., & Bursztynsky, T. A. (1986) *Erosion and Sediment Control Handbook*. Chapter 4.
- Hoşgören M.Y., (2010) *Hidroğrafya ’nun Ana Çizgileri-1*, Çantay Kitabevi, İstanbul 342
- Jensen J.R., (2000) *Remote Sensing of the Environment*, Prentice-Hall Series in Geographic Information Science, Prentice Hall, New Jersey, P 554.
- Jose, A.M.C., & Ines, S.B., (2000) Impact Assesment of changes in Land Use/Conservation Practices on Soil Erosion in the Penedes-Anoia Viyenard Region (NE Spain), *Soil and Tillage Research*, 57(2), 101-106.
- Karagül R., (1994) Trabzon Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şartları Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğiliminin Araştırılması. Doktora Tezi, Trabzon, 165s (yayınlanmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi. Trabzon.
- Kaya N., (2013) “Kahramanmaraş İli Bertiz Deresi Yağış Havzasında Icona Metodolojisi ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., Martinez-Fernandez, J., Mizara, A., Moustakas, N., Nicolau, J.M. Oliveros, C., Pinna, G., Puddu, R., Puigdefabregas, J., Roxo, M., Simao, A., Stamou, G., Tomasi, N., Usai, D., & Vacca, A. (1997) The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*, 29, 45-59



- Köse, C., Taysun, A., & Yakar, M., (2001) GAP Bölgesi ve Şanlıurfa Yöresi Eğimli Kuru Tarım Alanlarında Kontur Tarımının Önemi ve Çözüm Önerileri, Trakya Toprak ve Su Kaynakları sempozyumu, p 52-58, KHGM, Atatürk Araştırma Enstitüsü 24-27 Mayıs, Kırklareli
- Lee G.S., & Lee, K.H., (2006) "Scaling Effect for Estimating Soil Loss in the RUSLE Model Using Remotely Sensed Geospatial Data in Korea" *The Journal Hydrology and Earth System Sciences* 3, 135-157.
- Oğuz, İ., & Durak, A., (1998) The relationships Between Soil Erosion and Great Soil Groups, Some Properties of Çekerek Catchment and Analysis If Erodibility of Catchment Soil, Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, p 313-318, International Agrohydrology research and Training Center, Menemen, İzmir.
- Okatan, A., Aydın, M., & Urhan O. Ş., (2007) Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Havza Amenajmanında Kullanımı ve Önemi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim- 02 Kasım, Trabzon.
- Önder M., (1999) Uzaktan Algılama Ders Kitabı, Kara Harp Okulu Yayınları, Ankara.
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L., (2015) Estimating the Soil Erosion Cover-Management Factor at the European Scale. *Land Use Policy* 48: 38-50.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., & Yoder, D.C. (1997) Predicting Soil Erosion By Water: A Guide To Conservation Planning With The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook No.703, USDA, Washington, DC.
- Savacı G., (2012) "Kahramanmaraş İli Göz ve Haman Deresi Yağış Havzalarında Corine Metodolojisi İle Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Tağıl Ş., (2007) Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi, *Ekoloji*, 17(65).
- Taysun A. (1989) Toprak ve Su Korunumu. E.Ü. Zir. Fak. Ders Teksiri No: 92- III.Bornova, İzmir. 72 s.
- Toy, T.J., Foster, G.R., & Renard, K.G. (1999) "RUSLE for Mining, Construction and Reclamation Lands" *Journal of Soil and Water Conservation*, 54 (2), 462-467.
- Türker, M., & Gacemer, Ö.A., (2004) Geometric Correction Accuracy of IRS-1D PAN Imagery Using Topographic Map Versus GPS Control Points *International Journal of Remote Sensing*, 25 (6), 1095-1104.
- Usta, A., Altun L., Güvendi E., & Yener İ., (2009) Türkiye'nin Bölgesel İklim Analizleri ile Ormanların Yayılışı Arasındaki İlişkiler 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu 16-18 Haziran 2009, Konya Sayfa:171-180.
- Wall, G., Baldwin, C.S., & Shelton, I.J., (2003) Soil Erosion - Causes and Effects. Ontario Ministry of agriculture, food, and rural affairs. Available at: <http://www.omafra.gov>. (Accessed Feb 2, 2020).
- Wischmeier, W.H., & Smith, D.D., (1978) Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to - conservation planning, Agricultural Handbook, 537, US Department of Agriculture, Washington, DC, USA.
- Yang, D., S, Kanae., T, Oki., T, Koikel., & T, Musiake., (2003) Global Potential Soil Erosion with Reference to Land Use and Climate Change. *Hydrological Processes*, 17(14), 2913-2928.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Reis, M., & Gundogan, R., (2007) Using the WEPP Model to Predict Sediment Yield in A Sample Watershed In Kahramanmaras Region. International Congress River Basin Management, 2, s.11-22.Antalya

- Yüksel, A., Gündoğan, R. & Akay, A.E., (2008) “Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaras, Turkey”, *Sensors* 8, 4851-4865.
- Zachar D., (1982) *Soil Erosion*, Elsevier Scientific Publishing Company, USA.



## ORMAN ALANLARI İÇİNDEKİ SU KAYNAKLARINDA AQUAFORSTRY UYGULAMALARI

Onur ÖZDEN<sup>1</sup>, Ahmet TOLUNAY<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [ahmettolunay@isparta.edu.tr](mailto:ahmettolunay@isparta.edu.tr)

Onur ÖZDEN: <https://orcid.org/0000-0003-0605-8994>

Ahmet TOLUNAY: <https://orcid.org/0000-0001-9028-9343>

**Please cite this article as:** Özden, O. & Tolunay, A. (2020) Orman alanları içindeki su kaynaklarında aquaforestry uygulamaları. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 99-112.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 25 Aralık 2019 / Received 25 December 2019

Düzeltilmelerin gelişi 22 Mart 2020 / Received in revised form 22 March 2020

Kabul 24 Mart 2020 / Accepted 24 March 2020

Yayınlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Aquaforestry, tarımsal ormancılık sistemi altında uygulanan, orman ve su ürünlerini aynı arazi üzerinde ve aynı zamanda elde edilmesini sağlayan üretim biçimlerinden biridir. Tarımsal ormancılık sistemi içinde agrosilvopastoral, silvopastoral, agrosilvikültür ve hortipastoral gibi birçok model uygulanmaktadır. Bu modellerde gelir elde etme periyodu uzun iken, aquaforestry modelinde oldukça kısadır. Bu çalışmada ormanlık alanlardaki su kaynaklarını balık avlamak suretiyle kullananların sosyoekonomik ve demografik özellikleri, avlanma deneyimleri-olanakları, su kaynaklarından elde ettikleri faydalar ve orman-su ürünleri üretimi algısı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırma materyali, 2019 Antalya, Burdur, Denizli, Isparta, Muğla illerinde ikamet eden 57 avcıya/deneğe, 23 sorudan oluşan anket formu yüz yüze görüşme tekniği uygulanarak elde edilmiştir. Yöntem olarak betimleyici istatistikler, güvenilirlik analizi, nonparametrik Kruskal Wallis-H analizi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS paket programı ile 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilerek yapılmıştır. Sonuç olarak deneklerin çoğunluğunun Burdur (%44) ve Muğla (%39) illerinde ikamet ettikleri, %80'nin eğitim düzeyinin lise üzeri olduğu, %67'sinin ortalama aylık gelir düzeyinin 1600-4500 TL arasında olduğu belirlenmiştir. Orman içi sulardaki avlanma etkinliğinde deneklerin %55'nin şamandıralı olta kullandığı, %60'nın avcılık sertifikası olmadığı, %23'nde bu etkinliğin aile geçimine katkı sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca "Orman içindeki göl veya akarsularda tür çeşitliliğinin ve miktarının azalmasında göle veya akarsuya bırakılan atıkların önemli bir etkisi vardır" önermesini deneklerin %61'i kesinlikle katılmak suretiyle desteklemişlerdir. Bu sonuç avcılık yapan kişilerin bilinçli olduğunu, eğitim ve teknik bilgi verilerek bu bilinç düzeyinin daha yukarılara taşınabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Tarımsal ormancılık, Agrosilvopastoral sistemler, Orman-su ürünleri üretimi, Orman içi su kaynakları, Türkiye.

## AQUAFORESTRY APPLICATIONS IN WATER RESOURCES IN FOREST AREAS IN TURKEY

**ABSTRACT:** Aquaforestry is one of the forms of production implemented under the agricultural forestry system, which ensures that forest and aquaculture products are obtained on the same land and at the same time. Many models such as agrosilvopastoral, silvopastoral, agrosilviculture and hortipastoral are applied in the agricultural forestry system. While the period of earning income in these models is long, it is quite short in aquaforestry model. In this study, the socioeconomic and demographic characteristics, hunting experiences-possibilities, benefits of water resources and perception of the production of forest-fisheries were tried to be revealed. The research material was obtained by applying face-to-face interview technique to 57 hunters / subjects residing in 2019 Antalya, Burdur, Denizli, Isparta and Muğla. Descriptive statistics, reliability analysis, nonparametric Kruskal Wallis-H analysis were used as methods. Statistical analyzes were made by accepting 0.05 significance level with SPSS package program. As a result, it was determined that the majority of the participants resided in the provinces of Burdur (44%) and Muğla (39%), 80% of the education level is above high school, and 67% of the average monthly income is between 1600-4500 TL. In the hunting activity in forest waters, it was determined that 55% of the subjects used float fishing rod, 60% had no hunting certificate and 23% contributed to the family livelihood. In addition, 61% of the participants strongly supported the proposition that “wastes left in the lake or stream have a significant effect in the reduction of species diversity and amount in lakes or streams within the forest”. This result shows that the hunters are conscious, this level of awareness can be increased by giving training and technical information.

**Keywords:** Agroforestry, Agrosilvopastoral systems, Forest-fishery production, Water resources in the forests, Turkey.

### GİRİŞ

Ormanlar, odun ve odun dışı orman ürünlerinin üretildiği önemli bir hammadde kaynağı olmasının yanında önemli ekolojik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir. Ormanların hem çevresel koşullara uygun hem de sosyal ve ekonomik açılarından topluma fayda sağlayıcı bir şekilde yönetilmesi, günümüz orman yönetim felsefesinin temelini oluşturmaktadır (Türkoğlu, 2011, Tolunay ve Türkoğlu, 2014, Koçak vd. 2017). Günümüz koşullarında dünya ormanlarının alanı daralmakta, verim gücü düşmekte ve çölleşme miktarında artışlar gibi sorunlarla yüz yüze gelinmektedir. Gün geçtikçe su kaynaklarının önemi bir hayli artmıştır. Su kaynaklarının öneminin artmasıyla birlikte de sudan elde edilen besin ve gelir kaynaklarının sürdürülebilir yönetilmesi ön plana çıkmıştır.

Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km<sup>3</sup> tür. Yani yeryüzünün %70'i su ile kaplıdır. Bu suyun %97,6'sı tuzlu su olarak okyanus ve denizlerde, %1,9'u kutuplarda ve buzullarda tatlı su olarak bulunur. Geriye kalan insanların kullanabileceği su (yeraltı suyu, akarsular, göller, topraktaki nem) miktarı ise dünyadaki toplam suyun sadece %0,5'lik kısmını oluşturmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Ülkemiz su kıtlığı çeken bir ülke konumundadır. Bu kısıtlı doğal kaynağın planlanmasında işletilmesinde ve sürekliliğin sağlanmasında havza bazında çalışmak zorunludur. Çünkü kullanılabilir ve içilebilir suyun tamamı su toplama havzalarında üretilmektedir (Göl, 2008).

Su üretim havzalarının büyük bir çoğunluğunu ormanlık alanlar oluşturmaktadır (Gülcü vd, 2008). Çıplak alanlarda üretilen su miktarı her ne kadar yüksek olsa da suyun kalitesi bakımından düşüktür. Çünkü yağışla birlikte oluşacak sediment, sel ve taşıntı ile birlikte su kalitesi olumsuz yönde etkilenecek ve baraj havzaların hızlı bir şekilde dolmasına neden olmaktadır.

Ormanların su kalitesi ve miktarı üzerine etkisi sayılamayacak kadar fazladır. (Gülcü vd, 2008). Ormanlık alanlarda üretilen su hem kaliteli, hem de miktar olarak istikrarlıdır. Ormanlık alanlardaki ağaçlar toprak yüzeyindeki toprağı koruyan ve toprak özelliklerini iyileştiren ölü örtünün oluşumunu sağlar. Bu ölü örtü toprak yapısının iyileşmesine yardımcı olur. Toprağın kırıntılılığını, organik madde miktarını, infiltrasyon kapasitesini, geçirgenliğini, permeabilitesini gibi toprak özelliklerini iyileştirir. Böylece yağışla gelen suyun toprak yüzeyinde daha fazla tutulmasını sağlar ve suyun yüzeysel akışa geçmeden, erozyona neden olmadan kaliteli suyu süzerek suyun yeraltına geçmesini sağlar (Çepel, 1998).

Bir havzadaki suyun kalitesini ve miktarını etkileyen birçok etmen vardır. Bu etmenler, havzanın arazi kullanım durumu (orman, tarım, mera, yerleşim yerler vb.), bitki formasyonları (ibrelili veya yapraklı ağaç türleri, çayır, çalı), iklimi, jeolojisi, topoğrafyası, fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri olarak sıralanabilir. Arazi kullanım biçimleri ve dereler üzerine yapılan çeşitli tesislerin su kalitesi ve miktarı üzerine etkileri bakımından önemli ilişkiler bulunmaktadır. Özellikle orman alanlarının ve mera alanlarının tarıma dönüştürüldüğü yerlerde, sosyal yapılaşmanın hâkim olduğu kısımlarda (sanayileşme, evsel atıklar vb.), dereler üzerine elektrik üretmek için kullanılan HES tesislerinin olduğu yerlerde toprak özellikleri, su kalitesi ve miktarı olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuzluklardan biri de su kalite parametrelerini gösteren suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesidir (Fidan ve Ark., 2008).

Ülkemizde su kıtlığı, orman ve toprak kaybı gibi olumsuzluklar yaşanırken, sosyal, ekonomik, teknolojik değişimler de hızlanmaktadır. Bu değişimlere ayak uydurabilmek ve gelişebilmek için minimum girdi maksimum çıktı prensibini benimsemek gerekmektedir. Orman alanlarındaki azalış ve verim düşüklüğü, tarım ve sulak alanlarda da görülebilmektedir. Bu nedenle geçmişi eskilere dayanan sosyal ormancılık olarak da adlandırılan tarımsal ormancılık (agroforestry-karma sistemler) sistemi gündeme getirilmiş, özellikle düşük gelirli kırsal kesime gelir getirici olarak yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır (Ayberk, 1992). Tarımsal ormancılık sistemi içinde agrosilvopastoral, silvopastoral, agrosilvikültür ve hortipastoral gibi birçok karma üretim modelleri uygulanmaktadır. Sayılan bu karma ormancılık modellerinde gelir elde etme periyodu uzun iken, aquaforestry/orman-su ürünleri üretimi modelinde ise oldukça kısadır. Bu sistemde esas olarak balık üretimi yapılması planlanan akarsu, göl, gölet, havuz gibi su alanlarının kenarlarına orman ağaçları dikilmektedir. Bu uygulama yapıldıktan sonra balık hasadı en fazla 6 ay ya da 1 yıl içinde yapılabilirken, orman ağaçlarından en az 5-10 yıl sonra gelir elde edilebilmektedir. Böylece aquaforestry, balık üretimi sayesinde yıl boyunca istihdam ve gelir yaratmakla kalmayacak, aynı zamanda toprağı zenginleştirecek, toprak erozyonunu kontrol edecek, toprak ve suyun verimliliğini olumlu yönde etkileyecek şekilde;

organik gübre üretme, toprak gözenekliliğini arttırma ve nem tutma gibi ilave pek çok fayda sağlayacaktır. Sonuç olarak ormanların ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine katkı artmış olacaktır. (Sheriff, 2012). Çünkü suyun olduğu yerlerde ormancılık ve tarımsal faaliyetler yanında balık işletmeciliği ve avcılığı da yaparak ekonomiye hem girdi sağlanabilir, hem de orman köylülerine istihdam sağlanabilir.

Orman alanlarının insanlara sunduğu ekonomik ve estetik değerlerden yararlanılırken, ormanlık havzalardan sağlanan suyun kirletilmemesi sağlanmalıdır. Bu arada ormanlardan rekreasyon amacıyla yararlanan halkın anlayış, tutum ve davranışlarında bu doğrultuda bir gelişme sağlanması için yapılması gereken çalışmaların önemi de küçümsenemez. Bütün bu çalışmalarda, suyun kirletilmesinin, yararsız biçimde kullanılmasının ve dikkatsizce israf edilmesinin, bir damla suya muhtaç durumdaki milyonlarca insana karşı işlenen bir suç olduğunu hatırdan çıkarmamak gerekir (Görçelioğlu, 1976).

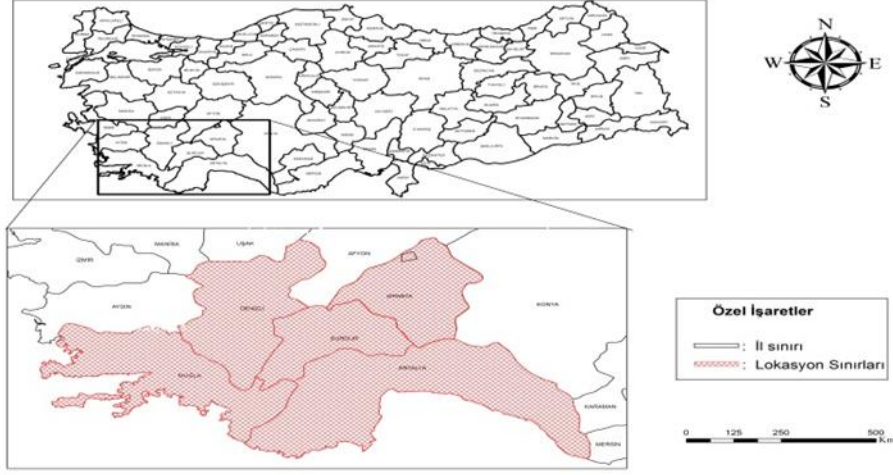
Su kenarındaki zonlar dar alanları kapsamalarına rağmen su kalitesini artırıcı yönde görevler üstlenmektedir. Su kenarı ormanların kesilmesi ya da tahrip edilmesi çok çeşitli yollarla su kalitesini olumsuz etkilemektedir. Su kenarı ormanları gölge etkisi ile su sıcaklığını düşürmekte, sediment girdisi azalmakta, gübre ve kimyasal maddeleri filtrelemekte ve böylece su kalitesini arttırmaktadır. Bu nedenle su kenarı alanları su kalitesi açısından muhafaza edilmeli ve üretim faaliyetlerine konu edilmemelidir.

Bu araştırma ile orman içi alanlardaki su kaynaklarından balık avlamak suretiyle faydalananların sosyoekonomik ve demografik özellikleri, avlanma deneyimleri-olanakları, su kaynaklarından elde ettikleri faydalar ve orman-su ürünleri üretimi algısı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Çalışma Alanı*

Bu araştırma orman içi sulak alanlarda (akarsu, göl, gölet, havuz, vb.) avlanan avcılar göz önüne alınarak yapılmıştır. Antalya ilinde; Alakır baraj gölü, Korkuteli baraj gölü, Kırkgöz gölü Elmalı avlan gölü, Burdur ilinde; Salda gölü Karataş gölü, Gölhisar gölü, Yarışlı gölü, Denizli ilinde; Acıgöl (Çardak Gölü), Karagöl, Süleymaniye gölü, Işıklı gölü, Kartal gölü, Isparta ilinde; Eğirdir, Kovada ve Gölcük Gölleri, Muğla ilinde ise; Köyceğiz gölü ve Bafa gölü bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı

### **Materyal**

Çalışmanın esas materyali Antalya, Burdur, Denizli, Isparta ve Muğla illerinde ikamet eden 57 avcıya uygulanan anketlerden elde edilen veridir. Materyal olarak ayrıca konuyla ilgili bilimsel çalışmalar, kitaplar ve resmi kayıtlar kullanılmıştır.

Anket formunda, deneklerin sosyoekonomik ve demografik özelliklerini sorgulayan 6 adet soru, avlanma tekniklerini sorgulayan 5 adet soru, avcılara ait genel bilgileri sorgulayan 4 adet soru ve orman içi sularda avlanma algısına ilişkin 8 adet önermeye yer verilmiştir. Deneklerin anket formundaki 8 önermeye katılımını sorgulamak amacıyla 5'li Likert ölçeği kullanılmış ve bu ölçek; 1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum şeklinde düzenlenmiştir.

### **Yöntem**

Anket formunda yer verilen 23 adet soruya verilen yanıtları betimlemek için frekans ve yüzde oranları hesaplanmış ve bulunun değerler tabloleştirilmiştir.

Anket formunda yer alan 8 önermenin kendi arasında tutarlı olup olmadığını belirlemek için ise Cronbach's Alpha katsayısı kullanılmıştır. Cronbach's alfa katsayısı sürekli, aralıklı ya da ardışık 4 ya da 5 seçenekli cevaplar içeren k sayıdaki soruyu barındıran bir ölçeğin, herhangi bir yargıyı sorgulama gücünü, yeterliliğini, güvenilirliğini, genel tutarlılığını ve soru türdeşliğini ölçen bir katsayıdır (Özdamar, 2013). Ölçümlerin güvenilir olup olmadığına aşağıdaki gibi karar verilmektedir:

- Cronbach alfa katsayısı  $< 0,40$  ise güvenilir değil,
- $0,40 < \text{Cronbach alfa katsayısı} < 0,60$  ise düşük güvenilirlikte,
- $0,60 < \text{Cronbach alfa katsayısı} < 0,80$  ise oldukça güvenilir,
- $0,80 < \text{Cronbach alfa katsayısı} < 1,00$  ise yüksek güvenilirlikte.

Araştırma değişkenlerine ait verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır. Bu testlerde sınanan sıfır ( $H_0$ ) ve araştırma ( $H_1$ ) hipotezleri aşağıda gibi düzenlenmiştir:

$H_0$ : %95 güven aralığında veriler normal dağılımlıdır.

H<sub>1</sub>: %95 güven aralığında veriler normal dağılımlı değildir.

Bu çalışmada ayrıca sosyoekonomik ve demografik özellikleri ile avlanma tekniklerine, avcılara ait genel bilgilere ve orman içi sularda avlanma algısına yönelik sorulara verilen yanıtlar arasında fark olup olmadığını belirlemek için Kruskal Wallis-H Testi uygulanmıştır. Bu test normal dağılım göstermeyen üç veya daha fazla sayıda grubun ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığını test amacıyla kullanılan bir teknik olup ve parametrik testlerden One-Way ANOVA'nın karşılığıdır. Bu testlerde sıfır ve araştırma hipotezleri aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

H<sub>0</sub>: Ana kütleler birbirine benzer yapıdadır.

H<sub>1</sub>: Ana kütleler birbirine benzer yapıda değildir.

Kruskal Wallis-H testi sonuçları göz önüne alınarak çapraz tablo aracılığı ile görüş farklılığının hangi gruptan kaynaklandığı belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Deneklerin sosyoekonomik ve demografik özellikleri*

Orman içi sularda avlanan deneklerin sosyoekonomik ve demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Deneklerin Sosyoekonomik ve Demografik Özellikleri

Sosyoekonomik ve Demografik Özellikler	Değer	Sayı	Yüzde (%)
Yaşanılan il	Muğla	22	38,6
	Denizli	3	5,3
	Burdur	25	43,9
	Antalya	3	5,3
	Isparta	4	7,0
Eğitim durumu	İlköğretim	12	21,1
	Lise	10	17,5
	Lisans	17	29,8
	Lisansüstü ve doktora	18	31,6
Medeni durum	Evli	36	63,2
	Bekâr	21	36,8
Yaş dağılımı	0-18	1	1,8
	19-30	16	28,1
	31-40	15	26,3
	41-50	17	29,8
	51 ve üstü	8	14,0
Hanedeki kişi sayısı	2	17	29,8
	3	17	29,8
	4	13	22,8
	5	9	15,8
	6	1	1,8
Ortalama aylık gelir	0-1600 TL	8	14,0
	1601-3000 TL	16	28,1
	3001-4500 TL	22	38,6
	4501-6000 TL	8	14,0
	6001 TL ve üstü	3	5,3



Tablo 1’de görüldüğü üzere, avcılarının %38,6’sı Muğla, %43,9’u Burdur, %7’ si Isparta, %5,3’ü Antalya, %5,3’ü Denizli ilinde ikametgâh etmektedir. Eğitim durumu göz önüne alınırsa deneklerin; %31,6’sı lisansüstü-doktora, %29,8’i lisans, %21,1’i ilköğretim ve %17,5’i lise düzeyinde eğitim almıştır. Medeni durum itibarıyla deneklerin %63,2’si evli, %36,8’i bekârdır. Deneklerin %70’i 30 yaş üzerindedir. Hanedeki toplam kişi sayısı bakımından değerlendirildiği zaman deneklerin %50’sinin hanesinde 2-3 kişi, %50’sinin hanesinde ise 4-6 kişi yaşamaktadır. Deneklerin %67’sinin ortalama aylık gelir düzeyi 1600-4500 TL arasındadır. Ortalama aylık geliri 6001 TL ve üzerinde olan deneklerin oranı %5,3’tür. Uzmanoğlu ve Soylu (2006), Karasu (Sakarya) Bölgesi deniz balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısını inceledikleri araştırmalarında, balıkçıların yaş dağılımları, eğitim durumları, medeni durumları irdelemişlerdir. Araştırma neticesinde Karasu ilçesinde avcılık yapan 143 adet balıkçı belirlenmiş olup balıkçıların yaş dağılımlarının 32 ile 76 arasında değişim gösterdiğini, balıkçıların %78’inin ve eşlerinin %84’ünün ilkokul mezunu olduğunu, %98’inin evli olduğunu belirtmişlerdir. Yücel (2006) yapmış olduğu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesindeki avcılarının %51’i 30-50 yaş arasında, %1’inin yüksekokul mezunu olduğunu, %56’sının hiçbir sosyal güvencesi bulunmadığını, %34’ü ikinci iş olarak balıkçılık yaptığını, %54’ünün beş ve daha fazla bireye bakmakla yükümlü olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında balıkçıların örgütlenmesinin önemine değinmiş, balıkçı birlikleri veya balıkçı kooperatiflerine sahip çıkılması gerektiğini vurgulamıştır (Uzmanoğlu et al., 2013) Eğridir Gölü’nde yaptıkları çalışmada balıkçıların % 72,50’sinin ilkokul, %15,83’ünün ortaokul, % 8,33’ünün de lise ve % 1,67’sinin de üniversite mezunu olduğu belirtmişlerdir.

Deneklerin orman içi sulara gerçekleştirdikleri avcılığa ait tekniklere ilişkin yanıtlar Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Deneklerin Gerçekleştirdikleri Avcılığa Ait Teknik Bilgiler

Teknik Bilgi Şekli	Değer	Sayı	Yüzde (%)
Balıkçılık deneyimi süresi	0-5 yıl	22	38,6
	6-10 yıl	19	33,3
	11-15 yıl	11	19,3
	16-20 yıl	3	5,3
	21 yıl ve üstü	2	3,5
	Kullanmıyorum	45	78,9
Orman içindeki göllerde avlanmak için kullanılan tekne türü	Derin V taban	6	10,5
	Yuvarlak taban	5	8,8
	Katamaran	1	1,8
	Şamandıralı olta	31	54,4
Orman içindeki sulara uygulanan avlanma tekniği	At çek	9	15,8
	Serpme	9	15,8
	Ağ kurma	4	7
	Zıpkın	4	7
	Kullanmıyorum	38	66,7
Orman içindeki göllerde kullanılan teknenin büyüklüğü	0-5m	6	10,5
	5,1-7,5m	4	7
	7,6-10m	7	12,3
	10,1-12,5m	2	3,5
	Kullanmıyorum	38	66,7
Orman içindeki göl veya akarsuların ikamet yerine mesafesi	0-5 km	7	12,3
	6-10 km	7	12,3
	11-15 km	8	14,0
	16-20 km	11	19,3
	21 km ve üstü	24	42,1

Tablo 2’den görüleceği üzere deneklerin orman içi sularda balık avlama deneyim süresine göre dağılımı; % 38,6’sı 0-5 yıl %33,3’ü 6-10 yıl, %19,3’ü 11-15 yıl, %5,3’ü 16-20 yıl, %3,5’i 21 yıl ve üstü şeklindedir. Kullanılan tekne türü bakımından deneklerin %78,9’nun tekne kullanmadığı gözlenmiştir. Teknesi olanların %10,5’i V taban tekne,%8,8’i yuvarlak taban tekne, %1,8’i ise katamaran tipi tekne kullanmaktadır. Orman içi sularda deneklerin %54,4’ü şamandıralı olta,% 15,8’i at çek ve serpmme %7’si ağ kurma ve zıpkın ile avlandığı belirlenmiştir. Tekne sahibi deneklerin %12,3’ü 7,6-10m uzunluğunda tekne kullanmaktadır. Deneklerin ikamet-avlanılan göl ve akarsulara olan mesafe bakımından dağılımı ise; % 12,3’ü 0-5 km, %12,3’ü 6-10 km, %14’ü 11-15 km, %19,3’ü 16-20 km, %42,1’i 21 km ve daha uzak, şeklinde gerçekleşmiştir. Uzmanoğlu ve Soylu (2006), yapmış olduğu araştırma neticesinde Karasu ilçesinde avcılık yapan 143 adet balıkçı teknesi belirlenmiş olup bunlardan 36 teknenin trol ve gırgır, 107 teknenin ise 11 m den küçük, diğerleri sınıfına ait ruhsata sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Çalışmada balıkçı teknelerinin boyunun genellikle 6,5-22 m arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Yücel (2006), Orta Karadeniz Bölgesi balıkçılığı ve balıkçıların sosyoekonomik durumunu incelemek amacıyla yaptığı çalışmasında, üretim anlamında iç su balıkları avcılığı ve yetiştiriciliğinin ön planda tutulduğunu, teknelerin boylarına göre 5-9,9 m boyundaki teknelerin artış gösterdiğini, nitelikli ürünün sunulabilmesindeki eylemlerin odak noktasını balıkçıların teşkil ettiğini belirlemiştir.

Deneklerin avlanma etkinliğine yönelik; sertifika sahibi olma, avcılık dışında gelir getirici meslekte çalışma, avcılık nedeni ile ceza alma ve avcılık etkinliğinin hane gelirine katkı yapması konularındaki yanıtları Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Deneklerin Avcılık Etkinliğine Ait Genel Bilgileri

<b>Avcılık Etkinliğinin Niteliği</b>	<b>Evet (%)</b>	<b>Hayır (%)</b>
Su ürünleri avcılığı ile ilgili bir sertifika sahibi olma	40,4	59,6
Su ürünleri avcılığından başka mesleği icra etme	80,7	19,3
Orman içindeki göl veya akarsularda yapılan avlanma etkinliğinin hane gelirine katkısı	22,8	77,2
Orman içindeki göl veya akarsularda kaçak avlanmaktan dolayı ceza alma	10,5	89,5

Tablo 3’ten görüldüğü üzere, deneklerin %59,6’sının avcılık sertifikası yokken, %40,4’ünün avcılık sertifikası vardır, %80,7’sinin ise avcılıktan başka meslekleri bulunmaktadır. Doğan (2010) İstanbul balıkçıları ile yaptığı çalışmada %44,3’ünün işsizlik nedeniyle, %17,3’ünün aile bütçesine katkı amacıyla, %15,’inin hobi olarak, %14,4’ünün baba mesleği olması sebebiyle balıkçılık yaptıkları bildirilmiştir. Dartay vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada, balıkçıların % 32’sinin sadece balıkçılıkla uğraştıkları geriye kalanların ise balıkçılıkla birlikte tarımsal faaliyetlerle de uğraştıkları bildirilmiştir. Deneklerin yalnızca %22,8’i yaptıkları avlanmanın aile geçimine katkı sağladığını belirtmiştir. Ayrıca deneklerin yaptıkları avcılıktan dolayı %89,5’nin ceza almadığı saptanmıştır.

Deneklerin araştırma önermelerine katılım düzeyleri Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Deneklerin Araştırma Önermelerine Katılım Düzeyleri

No	Önermeler	Katılım Düzeyi*				
		1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
1	Orman içindeki göl veya akarsular da balık avcıları ormancılar tarafından denetlenmektedir.	3,5	7	29, 8	43, 9	15, 8
2	Orman içindeki göl veya akarsularda av yasağı süresine uyulmaktadır.	12,3	15, 8	8,8	40, 4	22, 8
3	Orman içindeki göllerde tekneyle avlanmak diğer deniz canlılarına zarar vermektedir.	3,5	3,5	21, 1	49, 1	22, 8
4	Orman içindeki göl veya akarsular da kaçak avlanmak su ürünleri miktarında önemli azalmalara neden olmaktadır.	3,5	5,3	1,8	40, 9	49, 1
5	Orman içindeki göl veya akarsular da tür çeşitliliğinin ve miktarının azalmasında göle veya akarsuya bırakılan atıkların önemli bir etkisi vardır.	1,8	3,5	0	33, 3	61, 4
6	Orman içindeki göl veya akarsular da su ürünleri avcılığıyla ilgili olarak kota uygulaması getirilmelidir.	1,8	1,8	15, 8	28, 1	52, 6
7	Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin yaz aylarında tarım alanlarını sulamada çok önemlidir.	1,8	3,5	1,8	42, 1	50, 9
8	Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin su ürünlerini avlayarak beyaz et ihtiyaçlarını karşılamaları için önemlidir.	0,0	14	7	56, 1	22, 8

\*5’li Likert ölçeği (Kesinlikle katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Fikrim yok (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle katılıyorum (5))

Tablo 4’ten görüldüğü üzere;

1 no’lu “Orman içindeki göl veya akarsular da balık avcıları ormancılar tarafından denetlenmektedir” önermesine, deneklerin %3,5’i Kesinlikle katılmıyorum, %7’si Katılmıyorum, %29,8’i Fikrim yok, %43,9’u Katılıyorum, %15,8’i Kesinlikle katılıyorum,

2 no’lu "Orman içindeki göl veya akarsular da av yasağı süresine uyulmaktadır" önermesine deneklerin %12,3’ü Kesinlikle katılmıyorum, %15,8’i Katılmıyorum, %8,8’i Fikrim yok, %40,4’ü Katılıyorum, %22,8’i Kesinlikle katılıyorum,

3 no’lu "Orman içindeki göllerde tekneyle avlanmak diğer göl canlılarına zarar vermektedir" önermesine %3,5’i Kesinlikle katılmıyorum, %3,5’i Katılmıyorum, %21,1’i Fikrim yok, %49,1’i Katılıyorum, %22,8’i Kesinlikle katılıyorum,

4 no’lu "Orman içindeki göl veya akarsular da kaçak avlanmak su ürünleri miktarında önemli azalmalara neden olmaktadır" önermesine deneklerin %3,5’i Kesinlikle katılmıyorum, %5,3’ü Katılmıyorum, %1,8’i Fikrim yok, %40,4’ü Katılıyorum, %49,1’i Kesinlikle katılıyorum,

5 no’lu "Orman içindeki göl veya akarsular da tür çeşitliliğinin ve miktarının azalmasında göle veya akarsuya bırakılan atıkların önemli bir etkisi vardır." önermesine deneklerin %1,8’i Kesinlikle katılmıyorum, %3,5’i Katılmıyorum, %33,3’ü Katılıyorum, %61,4’ü Kesinlikle katılıyorum,

6 no'lu "Orman içindeki göl veya akarsular da su ürünleri avcılığıyla ilgili olarak kota uygulaması getirilmelidir" önermesine deneklerin %1,8'i Kesinlikle katılmıyorum, %1,8'i Katılmıyorum, %15,8'i Fikrim yok, %28,1'i Katılıyorum, %52,6'sı Kesinlikle katılıyorum,

7 no'lu "Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin yaz aylarında tarım alanlarını sulamada çok önemlidir" önermesine deneklerin %1,8'i Kesinlikle katılmıyorum, %3,5'i Katılmıyorum, %1,8'i Fikrim yok, %42,1'i Katılıyorum, %50,9'u Kesinlikle katılıyorum,

8 no'lu "Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin su ürünlerini avlayarak beyaz et ihtiyaçlarını karşılamaları için önemlidir" önermesine deneklerin %14'ü Katılmıyorum, %7'si Fikrim yok, %56,1'i Katılıyorum, %22,8'i Kesinlikle katılıyorum, cevaplarını vermişlerdir.

Verilen cevaplar incelendiğinde 5 no'lu önerme için hiçbir denegin "Fikrim yok" seçeneğini, 8 no'lu önerme için ise "Kesinlikle katılmıyorum" seçeneğini işaretlemediği görülmüştür.

Deneklerin Tablo 4'te verilen 8 önermeye katılım düzeylerine ilişkin tutarlılık, Cronbach's Alpha güvenilirlik analizi ile belirlenmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Anket Formunda Yer Alan 8 Önermeye Ait Güvenilirlik Analiz Sonucu

Cronbach's Alpha katsayısı	Önerme sayısı
0,599	8

Tablo 5'ten görüleceği üzere hesaplanan Cronbach's Alpha katsayısı, 0,60'tan küçüktür. Bu durumda düşük güvenilirlik söz konusudur. Bu sonucun ortaya çıkmasında önerme sayısının ve denek sayısının azlığının etkili olmuştur.

#### ***Eğitim durumu ve Yaş Dağılımına Göre Oluşturulan Grupların Araştırma Önermelerine Katılım Düzeyleri Arasında Farklı Olup Olmadığına Dair Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları***

Çalışma kapsamında sosyoekonomik ve demografik özelliklerinden eğitim durumları ve yaş dağılımları parametreleri incelenmiştir. Diğer sosyoekonomik ve demografik özelliklerin çalışma alanının küçük olduğundan dolayı incelenmemiştir.

#### ***Eğitim durumuna göre oluşturulan grupların önermelere katılım düzeyleri arasındaki farklılıklar***

Eğitim durumlarına göre 5 denek grubu oluşmuştur. Bu grupların 8 araştırma önermesine katılım düzeylerinin farklı olup olmadığını test etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Eğitim Durumu İle İlgili Gruplar İçin Yapılan Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

No	Önermeler	Ki-kare	df	Asymp. Sig. (p)
1	Orman içindeki göl veya akarsular da balık avcılarını ormancılar tarafından denetlenmektedir.	1,919	3	0,589
2	Orman içindeki göl veya akarsular da av yasağı süresine uyulmaktadır.	2,461	3	0,482
3	Orman içindeki göllerde tekneyle avlanmak diğer göl canlılarına zarar vermektedir.	10,557	3	0,014*
4	Orman içindeki göl veya akarsular da kaçak avlanmak su ürünleri miktarında önemli azalmalara neden olmaktadır.	4,084	3	0,253
5	Orman içindeki göl veya akarsular da tür çeşitliliğinin ve miktarının azalmasında göle veya akarsuya bırakılan atıkların önemli bir etkisi vardır.	9,862	3	0,020*
6	Orman içindeki göl veya akarsular da su ürünleri avcılığıyla ilgili olarak kota uygulaması getirilmelidir.	5,656	3	0,130
7	Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin yaz aylarında tarım alanlarını sulamada çok önemlidir.	2,479	3	0,479
8	Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin su ürünlerini avlayarak beyaz et ihtiyaçlarını karşılamaları için önemlidir.	8,979	3	0,030*

\*En az iki ilgi grubu ortalaması arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05 olduğu için kabul edilmiştir).

Tablo 6'dan görüleceği üzere eğitim durumlarına göre oluşturulan grupların; önerme 3, önerme 5 ve önerme 8'e katılım düzeyleri birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmaktadır (p<0,05).

Bu farklılıkların hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek üzere çapraz tablo analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre;

Önerme 3 için lise mezunları %17,5 oranla ve üniversite mezunları %22,8 oranla "Katılıyorum" seçeneğini işaretleyerek diğer gruplardan ayrılmışlardır.

Önerme 5 için üniversite mezunları %8,8 oranla "Katılıyorum" ve %22,8 oranla "Kesinlikle katılıyorum" diyerek toplamda en fazla %31,6 oranla olumlu görüş bildirmek suretiyle diğer gruplardan ayrılmışlardır.

Önerme 8 için ilköğretim mezunlarının hepsi (%21,1) "Kesinlikle katılmıyorum" diyerek diğer gruplardan ayrılmışlardır.

#### ***Yaş dağılımına göre oluşturulan grupların önermelere katılım düzeyleri arasındaki farklılıklar***

Yaş dağılımına göre 5 denek grubu oluşmuştur. Bu grupların 8 araştırma önermesine katılım düzeylerinin farklı olup olmadığını test etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** Yaş Dağılımı İle İlgili Gruplar İçin Yapılan Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

No	Önermeler	Ki-kare	df	Asymp. Sig. (p)*
1	Orman içindeki göl veya akarsular da balık avcıları ormancılar tarafından denetlenmektedir.	5,798	4	0,215
2	Orman içindeki göl veya akarsular da av yasağı süresine uyulmaktadır.	4,408	4	0,354
3	Orman içindeki göllerde tekneyle avlanmak diğer deniz canlılarına zarar vermektedir.	5,231	4	0,264
4	Orman içindeki göl veya akarsular da kaçak avlanmak su ürünleri miktarında önemli azalmalara neden olmaktadır.	4,504	4	0,342
5	Orman içindeki göl veya akarsular da tür çeşitliliğinin ve miktarının azalmasında göle veya akarsuya bırakılan atıkların önemli bir etkisi vardır.	3,736	4	0,443
6	Orman içindeki göl veya akarsular da su ürünleri avcılığıyla ilgili olarak kota uygulaması getirilmelidir.	3,036	4	0,552
7	Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin yaz aylarında tarım alanlarını sulamada çok önemlidir.	3,785	4	0,436
8	Orman içindeki göl veya akarsular orman köylülerinin su ürünlerini avlayarak beyaz et ihtiyaçlarını karşılamaları için önemlidir.	6,143	4	0,189

\*Grupların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p > 0,05$  olduğu için kabul edilmiştir).

Tablo 7’den görüleceği üzere deneklerin yaş dağılımlarına göre oluşturulan grupların önermelere katılım düzeyleri arasında istatistiki olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye’nin Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yer alan 5 ilin (Antalya, Burdur, Denizli, Isparta, Muğla) orman içi su kaynaklarında tarımsal ormancılık kapsamında gerçekleştirilen su-orman ürünleri üretimi (aquaforestry) uygulamaları kapsamında yapılan balık avlama etkinliği incelenmiştir. Bu amaç için söz konusu illerde ikamet eden 57 avcı ile anket çalışması yapılmıştır.

Bu çalışma ile Tablo 5’de verilen araştırma önermelerinden ilk ikisine katılım oranının %60-%63 arasında, diğer 6 araştırma önermesine katılım oranı ise %72-%95 arasında olduğu belirlenmiştir. Katılım oranı diğer önermelerden düşük olan ilk iki önermenin konusu “orman içinde balık avlanan suların denetlenmesi, av yasağı süresine uyum” dur. Bu sonuç orman içi sularda balık avlayanların, avlanma denetimi ve süresi konusunda kafalarının karışık olduğunu göstermektedir. En yüksek katılım oranına (%95) orman içi sularda meydana getirilen kirliliğin tür çeşitliliğini ve miktarını azaltacağını ifade eden önermede ulaşılmıştır. Ardından orman içi sulardan köylülerin tarımsal amaçla yararlanabileceği ile ilgili 7 numaralı önerme %93 oranında ve kaçak avlanmanın orman içi sulardaki tür çeşitliliğini ve miktarını azaltacağını ifade eden 4 numaralı önerme %95 oranında onaylanmıştır. Bu sonuçlar deneklerin kirlilik, kaçak avlanma ve orman içindeki sulardan sulama amaçlı faydalanma konularında oldukça duyarlı olduklarını göstermektedir.

Eğitim durumunun araştırma önermelerine katılımı etkilediği görülmektedir. Etki yaratan grupların lise ve üzeri olması, orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için paydaşların eğitim düzeylerinin yükseltilmesinin önemli olduğunu göstermektedir.

Orman içi sulara balık avlamanın hane refahına etkisi olduğu kabul eden denek oranı %23'tür. Bu oran hiç de azımsanmayacak düzeydedir. Esasında balık avlamanın hane refahına katkısı yoktur diyen %77'lik denek grubu, balık tüketmek suretiyle daha az hastalanarak hane refahına katkı yaptığının farkında değildir.

Bu çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak aşağıda sıralanan önerilerde bulunulabilir.

- Orman içi sulardaki tür çeşitliliği ve miktarı, çevre kirliliği ters orantılıdır. Bu nedenle paydaşlara sıfır atık hedefine yönelik eğitim-kurs verilmelidir.
- İşletme atıkları su kalitesine ve içinde yaşayan sucul türlere zarar vermektedir. Atıkların orman içi sularına bırakılmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Yine gelir seviyesi düşük olan orman köylülerimiz ormanlık alanlardaki sulara avcılık yaparak kendilerine gıda sağlamaktadırlar. Bu yüzden akarsularımızda ki bilinçli avlanma teknikleri geliştirilmeli ve kaçak avcılığın önüne geçilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale, ISUBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde hazırlanmış olan "Orman Alanları İçinde Su Kaynaklarında Tarımsal Ormancılık (Aquaforestry) Uygulamaları" başlıklı yüksek lisans tezinin bir bölümünün özeti olup, anket uygulamasına katılmak suretiyle katkı yapanlara teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Ayberk, S. (1992). Tarımsal Ormancılık Tanımı, Önemi, Uygulama ve Araştırmalardan Örnekler. *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 7-16.
- Çepel, N. (1988). *Toprak İlimi*. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3416/389, İstanbul.
- Dartay, M., Duman, E., Duman, M., & Ateşşahin, T. (2009). Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi Balıkçılarının Sosyo-Ekonomik Analizi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 26-2:135-138.
- Doğan, K. (2010). İstanbul Su Ürünleri Kooperatifleri ve Ortaklarının Sosyo- Ekonomik Analizi. *Journal of Fisheries Sciences*, 4(4), 318.
- Fidan, C., Duran, C., & Kırış, R. (2008). Bitki Formasyonlarının Su Kaynakları Üzerindeki Etkisi, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara.
- Göl, C. (2008). Kentsel Su İhtiyacının Karşılansında Sürdürülebilir Havza Yönetimi, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 175-185, Ankara.
- Görcelioğlu, E., 1976. Su ve Ormanlarımız (B. Frank-C.A. Betts). *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 26(2), 280-306.

- Gülcü, S., Çelik, S., & Serin, N. (2008). Su Kaynakları Çevresinde Uygulanan Ormancılık Faaliyetlerinin Su Üretimi ve Kalitesine Etkileri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 61-69, Ankara.
- Güler, Ç., & Çobanoğlu Z. (1997). *Su Kalitesi*. Birinci Baskı, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:43, Ankara, 95.
- Koçak, S., Tolunay, A., & Türkoğlu, T. (2017). Türkiye’de orman sertifikasyonu uygulamalarının orman kaynakları yönetimine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 18-1: 49-56.
- Özdamar, K., (2013). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*. (9. baskı). Nisan Kitapevi, Eskişehir.
- Sheriff, F.R. (2012). Aqua Forestry and Duck Integration in Tamil Nadu, India, *Journal of Life Sciences*, 6, 817-825.
- Tolunay, A., & Türkoğlu T. (2014). Perspectives and attitudes of forest products industry companies on the chain of custody certification: a case study from Turkey. *Sustainability*, 6(2), 857-871.
- Türkoğlu, T. (2011). *Türkiye’deki Orman Endüstrisi İşletmelerine Sürdürülebilir Orman Yönetimi Çerçevesinde Odun Hammaddesi Tedariki ve Orman Ürünlerinin Sertifikasyonu*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Uzmanoğlu, S., & Soylu, M. (2006). Karasu (Sakarya) Bölgesi Deniz Balıkçılığının Sosyo-Ekonomik Yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1), 515-518.
- Uzmanoğlu, S., Morkoyunlu Yüce, A., Bilgin, F., & Soylu, M. (2013). Eğirdir Gölü Balıkçı Profili. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 9(2), 8-13.
- Yücel, Ş. (2006). Orta Karadeniz Bölgesi Balıkçılığı Ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Durumu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1), 529-532.





## KORUMA AMAÇLI İŞLETİLEN ORMANLARIN OPTİMAL KURULUŞLARININ BELİRLENMESİ

Nuri BOZALI\*

Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

\*Sorumlu yazar: [nuribozali@ktu.edu.tr](mailto:nuribozali@ktu.edu.tr)

Nuri BOZALI: <https://orcid.org/0000-0001-5735-3649>

**Please cite this article as:** Bozali, N. (2020) Koruma amaçlı işletilen ormanların optimal kuruluşlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 113-132.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 15 Ocak 2020 / Received 15 January 2020

Düzeltilmelerin gelişi 27 Nisan 2020 / Received in revised form 27 April 2020

Kabul 30 Nisan 2020 / Accepted 30 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Koruma ve hizmet üretimi ana amaç olan ormanlarda, planlamanın optimal kuruluşlar hesaplanmadan sadece mevcut duruma göre yapılması ve faydalanmanın da buna göre düzenlenmesi, plan ünitesinin potansiyel üretim gücünü doğru olarak yansıtamamakta ve verimlilik ilkesiyle de örtüşmemektedir. Bu çalışma ile koruma amaçlı olarak işletilen ormanların; erozyonu önleme ve hidrolojik fonksiyon görececek alanlarının optimal kuruluşlarının nasıl belirleneceğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Odayeri Plan Ünitesi seçilmiş ve buradaki optimal kuruluşlar; orman envanter verileri, hasılat tabloları ve orman fonksiyonlarının belirlenmesi kriterleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Toprak koruma işletme sınıfında optimal kuruluş amaç servet, idare süresi ve amaç çapı parametreleri ve devamlı orman formu esasları dikkate alınarak Fransız hacim metoduna göre belirlenmiştir. Su koruma işletme sınıfın da ise, optimal kuruluşlar ağaç türlerine göre aynı yaşlı-maktalı orman formu ile, kaliteli su miktarının artırılmasının önemli olduğu alanlarda da değişik yaşlı orman formuna göre belirlenmiştir. Planlamalarda etkin uygulama reçetelerin hazırlanması ve zaman-mekan düzeninin kurulması için gelecekteki orman kuruluşlarının belirlenmesi gereklidir.

**Anahtar kelimeler:** Optimal Kuruluş, Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama, Toprak Koruma, Hidrolojik Fonksiyon, Odayeri

## DETERMINATION OF OPTIMAL STRUCTURE OF FORESTS MANAGED FOR CONSERVATION

**ABSTRACT:** In forests whose main purpose is conservation and service production, it is not possible to accurately reflect the potential production of the planning unit if the planning is made only based on actual structure and the utilization is based on this without the calculation of the optimal structure. This approach does not comply with the principle of efficiency. The aim of this manuscript is to carry out how the optimal structures of erosion

prevention and hydrological functions can be determined in forests managed by protection purposes. Odayeri Planning Unit was selected as the study area and the optimal structures have been determined by taking into account the forest inventory data, yield tables and criteria determined for forest functions. In the soil protection working groups, the optimal structure was determined according to the French Volume Method by taking into account the parameters of target volume, rotation length, target diameter and continuous forest form. In the water conservation working groups, the optimal structure was determined with the even-aged forest form according to the tree species and uneven-aged forest form in area where it is important to increase the amount of qualified water. It is essential to identify future forest structure in order to prepare effective silvicultural prescription and to prepare forest schedule.

**Keywords:** Optimal Structure, Ecosystem Based Multiple Use Forest Management Planning, Soil Conservation, Hydrological Value, Odayeri

## GİRİŞ

Bir yandan doğal koşulların diğer yandan insanın yaptığı çeşitli müdahalelerin sonucunda dünyada çok çeşitli orman formları meydana gelmiştir. Her düzenli ve plânlı orman formunun, yetiştirme ortamı olanaklarını tam anlamıyla kullanarak, en yüksek miktar ve kalitedeki hasılatı devamlı olarak sağlayan optimal kuruluşun ortaya konulması gerekmektedir (Eraslan, 1956). Her orman formunun yetiştirme ortamı koşullarına uygun bir normal kuruluşu bulunmaktadır. Orman, optimal kuruluş yapısına ulaştığında kendisinden beklenen hizmetleri en iyi şekilde yerine getirebilecektir. Orman kuruluşları doğanın ve insanın etkisi ile şekillenmektedir. Ülkemiz ormanları ormancılık bilim ve tekniğinin gereklerine uygun olarak işletilemediklerinden büyük bir kısmı düzensiz orman formlarına dönüşmektedir. Bu nedenle ülkemiz ormanları için optimal kuruluş ve bu kuruluşu ulaştırmak büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Aylak, 2007).

Ana amacı koruma ve hizmet üretimi olan ormanlarda, ülkemizde planlama yapılırken sadece mevcut durumun dikkate alınması ve faydalanmanın buna göre düzenlenmesi plan ünitesinin potansiyel üretim gücünü doğru olarak yansıtamamaktadır. Bilindiği üzere optimal kuruluşlar plan ünitesinde ana amacı yuvarlak odun üretimi için ayrılan işletme sınıflarında sayısal ve grafiksel olarak ortaya konulmaktadır. Bunun dışında koruma ve hizmet üretim amaçlı ayrılan ormanlarda optimal kuruluşlar belirlenmemektedir. Ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonlar için sadece mevcut durumun (aktüel kuruluş) ortaya konulmasıyla yapılacak olan bir planlama, orman amenajmanının verimlilik ilkesiyle de örtüşmeyecektir (Bozali,2013)

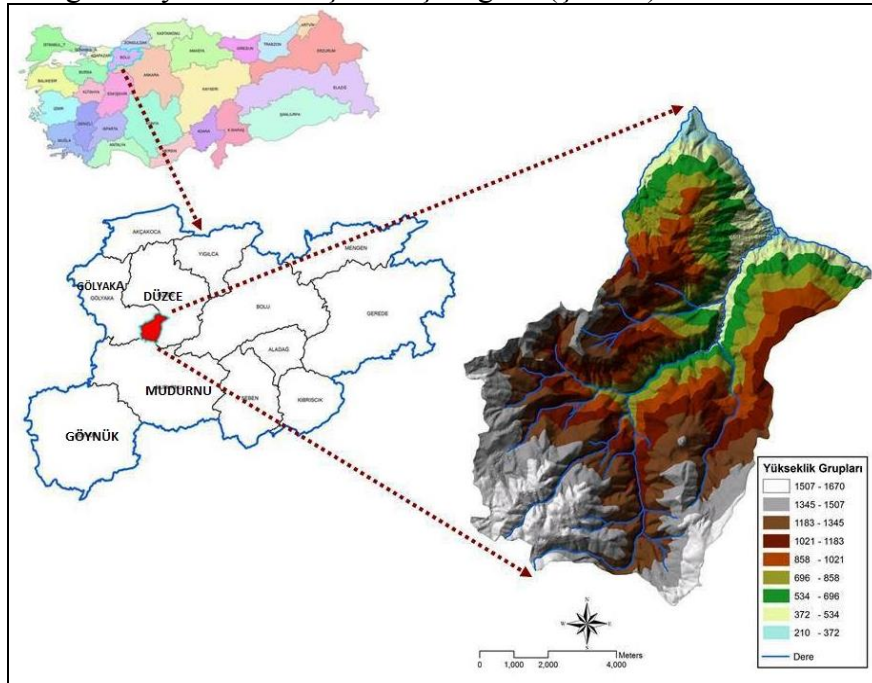
Koruma amaçlı olarak ayrılan/ayrılacak orman fonksiyonları için bu zamana kadar optimal kuruluşlar belirlenmemiştir. Toprak koruma fonksiyonu görece ormanlarda optimal orman kuruluşu ve ideal meşcere yapısının belirlenmesi, ormanların topluma sunacağı sürekli ve kesintisiz hizmetler açısından son derece önemlidir. Yapılan bu çalışma ile Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama (ETFOP) sistemi çerçevesinde gerçekleştirilecek amenajman planlarının yapımında büyük bir eksiklik giderilmiş olacaktır.

Bu çalışma ile koruma amaçlı olarak işletilen ormanların; erozyonu önleme fonksiyonu görece alanlarının, ETFOP yaklaşımına uygun bir şekilde, optimal kuruluşlarının nasıl belirleneceğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Fonksiyonel işletme sınıflarında optimal

kuruluşların nasıl belirleneceği teorik olarak açıklandıktan sonra, örnek bir plan ünitesinde sayısal ve grafiksel olarak durumu ortaya konulacaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı 7161.3 ha'ı ormanlık alan ve 1077.4 ha'ı ormansız alan olmak üzere toplam 8238.7 ha'lık bir alana sahip; Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Odayeri Orman İşletme Şefliğidir (Şekil 1).



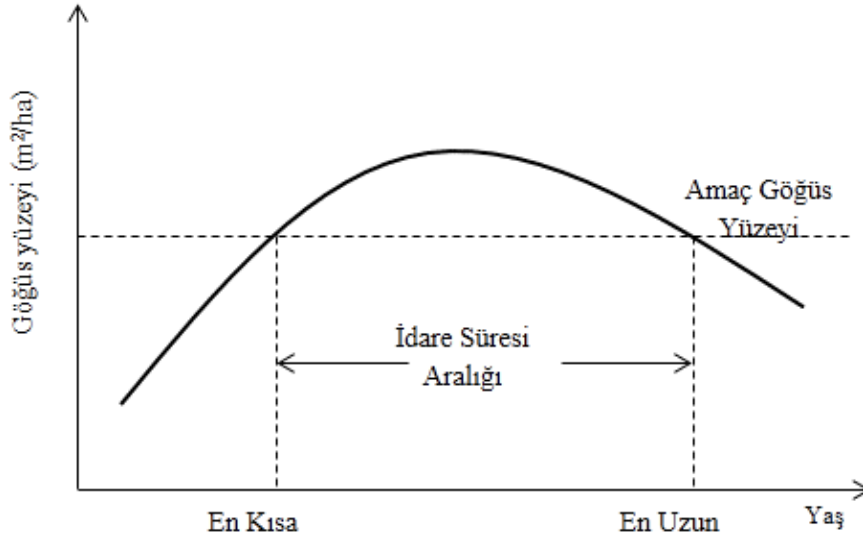
Şekil 1. Çalışma Alanının Genel Konumu ve Topoğrafik Yapısı

Bölgenin en yüksek yeri 1660 m rakımlı Aputlukaş Tepe, en alçak yeri ise 248 m rakımlı Uğursuyu deresinin Odayeri Şefliğini terk ettiği kısımdır. Odayeri plan ünitesi Ankara-İstanbul otoyolunun güneyinde yer almaktadır. En yüksek sıcaklık temmuz ve ağustos aylarında ortalama 28.5 °C, en düşük sıcaklık ise ocak ve şubat aylarında ortalama 0.4 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 816.7 mm, yıllık ortalama rüzgar hızı 20.1 m/sn, ortalama nisbi nem ise %68.06'dır. Düzce ovasının her tarafı dağlarla çevrili olduğundan özellikle sonbahar ve kış aylarında yoğun sis olayları meydana gelmektedir.

Alandaki hakim ağaç türleri karaçam (*Pinus nigra subsp. pallasiana*), sarıçam (*Pinus sylvestris var. hamata*), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana*), kayın (*Fagus orientalis*), meşe türleri (*Quercus spp.*) ve gürgen türleri (*Carpinus spp.*)'dir.

Optimal kuruluşların belirlenmesinde eldeki yöresel büyüme modellerinden, bunun bulunmaması durumunda ise mevcut meşcere tabloları ya da normal hasılat tablolarından faydalanılmaktadır. Koruma ve hizmet üretim amaçlı ormanların optimal kuruluşlarını ortaya koyabilmek için idare sürelerinin belirlenmesi gerekir. Ana amacı odun üretimi olmayan işletme sınıflarındaki idare süreleri, işletme sınıfını oluşturan meşcerelerin amaç servet ya da göğüs yüzeyini elde ettiği yaşlardan, yani kurulduğu anda başlayarak, bu servet veya göğüs yüzeyini artık koruyamayacakları yaşlara kadar geçen zaman aralıkları gözetilerek belirlenmektedir (Asan, 2003).

Toprak koruma ve su koruma gibi koruma fonksiyonuna ayrılmış ormanlarda fonksiyonların etki dereceleri göğüs yüzeyi ile ölçülmektedir (Keleş, 2003; Karahalil, 2003). Bu durumda işletme sınıfında hizmet akışının kesintisizliğini birim alandaki göğüs yüzeyi sürekliliği ile kontrol etmek gerekmektedir. Ana amacı koruma ve hizmet üretimi olan ve yaş sınıfları metodu ile planlanacak ormanlarda idare süreleri, meşcere göğüs yüzeyi kriter alınarak belirlenecektir. Buna göre, koruma ve hizmet üretim amaçlı işletme sınıflarında idare süresinin ulaşabileceği en son nokta, meşceredeki amaç göğüs yüzeyinin ormanda muhafazasının artık mümkün olmadığı yaş olarak karşılaştırılacaktır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Koruma ve Hizmet Üretim Fonksiyonlu İşletme Sınıfında İdare Süresinin Belirlenmesi (Asan, 2003)

Plan ünitesi için oluşturulan toprak ve su koruma işletme sınıflarının optimal kuruluşlarının nasıl belirlenmesi gerektiği aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

### ***Toprak Koruma İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşunun Belirlenmesi***

Birçok çalışma da, çok katlı ve daima bitki örtüsüyle kaplı değişik yaşlı orman alanlarının toprak erozyonunu önlemede çok daha avantajlı olduğuna vurgu yapılmıştır (Boncina, 2011). Toprak koruma işletme sınıfına ayrılan alanlar çoğunlukla karışık meşcerelerden oluşmaktadır. Bu işletme sınıfında göğüs yüzeyi yüksek, karışık, katlı ve derin köklü ormanlar kurmak amacıyla devamlı orman olarak işletilmesi kararlaştırılmıştır. Planlama tekniği açısından devamlı ormanlar, koruma ve hizmet üretim amacıyla ayrılan ve düzensiz seçme kuruluşları ile karakterize edilen işletme sınıflarıdır (Asan & Ercan, 2002). Koruma ve hizmet üretim amaçlı işletme sınıflarında optimal kuruluşları amaç servet ve bu servetin çap sınıflarına dağılımı biçiminde ortaya koymak da mümkündür. Bu duruma örnek teşkil etmesi amacıyla Fransız hacim metodu böyle ormanların işletilmesine çok uygun olduğundan toprak koruma işletme sınıfında faydalanmanın düzenlenmesinde bu metodun kullanılması uygun görülmüştür. Fransız hacim metodunun kullanıldığı devamlı ormanlarda, amaç çapı ve bu çapın elde edilmesi için gerekli olan amaç yaşı ile birim alandaki hacmin ince, orta ve kalın çap sınıflarına dağılımlarının belirlenmesi gerekmektedir.

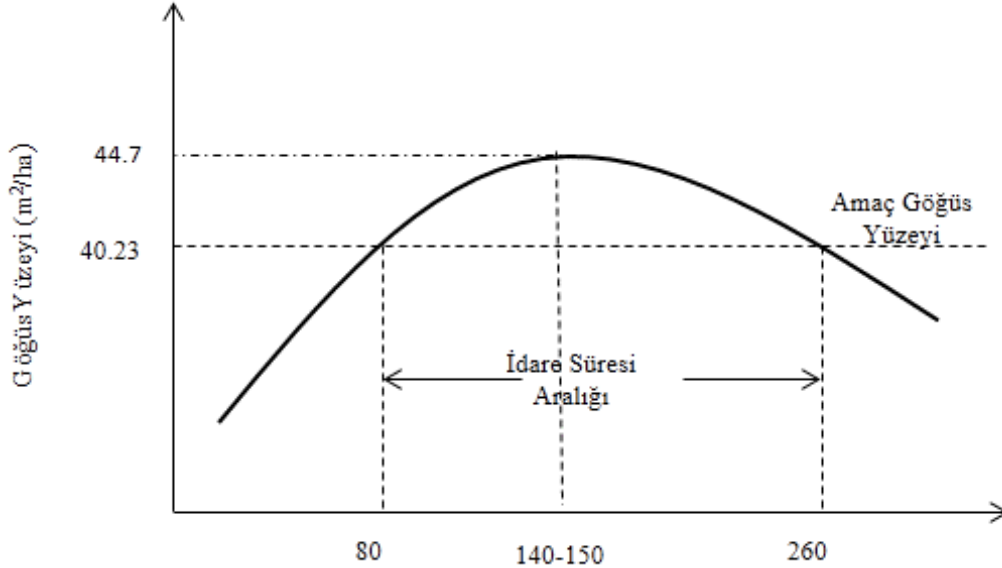
Optimal kuruluşun belirlenmesinde; Carus (1998) tarafından geliştirilen aynı yaşlı ormanlar için düzenlenmiş kayın hasılat tablosu kullanılarak yöresel koşullara uygun olarak kararlaştırılan amaç servet, doğal meşcerenin ulaşabileceği maksimum değer yani hasılat tablosunun son değeri olarak alınmıştır. İdare süresi ve amaç çapı da bu amaç servete göre hasılat tablosundan faydalanılarak belirlenmiştir.

### ***Su Koruma İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşunun Belirlenmesi***

Su koruma işletme sınıfı büyük ölçüde kayın ve göknar hâkimiyetindeki meşcerelerden oluşmaktadır. Su koruma işletme sınıfında optimal kuruluşu belirlerken göknar hakimiyetindeki ormanların değişik yaşlı ve düşey kapalı olarak işletilmesi ve Hufnagl'in Çap Sınıfları metotlarının uygulanması, kayın hakimiyetindeki ormanların ise aynı yaşlı ve maktalı olarak işletilmesi ve yaş sınıfları yönteminin uygulanması uygun görülmüştür. Hufnagl'in Çap Sınıfları metotlarının uygulanışı hem ana amacı yuvarlak odun üretimi olan ormanlarda, hem de koruma ve hizmet üretim amaçlı ormanlarda aynıdır. Koruma ve hizmet üretim amaçlı ormanlarda tek fark, meşcere sıklığının ayarlanması ve odun üretim amacıyla belirlenen optimal kuruluş değerlerinin kabul edilen sıklık derecesi ile çarpılarak birim alandaki ağaç sayısı, hacim ve artımların çap basamak ve sınıflarına dağılımlarının yeniden belirlenmesidir.

Su üretimi ile göğüs yüzeyi arasında ters bir ilişki olduğu bilinmektedir (Keleş, 2003). Bu nedenle su koruma fonksiyonunun ana, toprak koruma fonksiyonunun ikinci fonksiyon olduğu alanlarda göğüs yüzeyi, hasılat tablosu göğüs yüzeyinden bir miktar daha aşağıda olabilir. Asan (2009) hidrolojik fonksiyon için sıklık derecelerini %30 eğime kadar 0.6, %31-60 için 0.8, daha fazla eğim için ise 0.9 alınabileceğini belirtmektedir. Su koruma işletme sınıfı için ayrılan alanlarda, ikinci fonksiyonun toprak koruma olması ve yıllık yağış miktarının ortalama 1200 mm'nin üzerinde olduğu için erozyon tehlikesi göz önünde bulundurularak göğüs yüzeyinin çok fazla düşürülmemesi gerektiği öngörülmüştür. Bu nedenle amaç sıklığının 0.9 olarak alınması uygun bulunmuştur. Sıklık derecelerinin eğimle olan ilişkisi sebebiyle işletme sınıfı içerisindeki göknar ve kayın hâkimiyetindeki ormanlarda ağırlıklı ortalamaya göre eğim sırasıyla %38.21 ile %45.63 olarak bulunmuştur.

Kayın hâkimiyetindeki ormanlar III. bonitet sınıfında yer almaktadır. Aynı yaşlı ormanlar için düzenlenmiş kayın hasılat tablosu incelendiğinde 140-150 yaşlarında göğüs yüzeyi (44.7 m<sup>2</sup>/ha) maksimuma ulaşmaktadır. Su koruma işletme sınıfı için belirlenecek göğüs yüzeyi maksimum değerinin altında olması gerekmektedir. Amaç sıklık ile maksimum göğüs yüzeyi çarpılarak (44.7\*0.9=40.23 m<sup>2</sup>/ha) amaç göğüs yüzeyi 40.23 m<sup>2</sup>/ha belirlenmiştir. Bu nedenle hasılat tablosundan 80 yaşındaki 40.23 m<sup>2</sup>/ha göğüs yüzeyi amaç göğüs yüzeyi olarak alınması uygun bulunmuştur. Göğüs yüzeyi tekrar 40.23 m<sup>2</sup>/ha seviyesine 260 yaşında gelmektedir. Buna göre idare süresi 80-260 yıl arasından herhangi bir yaş olabilmekte fakat amaç göğüs yüzeyinin altına düşmemesi için 260 yılın ötesine geçmemesi gerekmektedir (Şekil 3). Çalışma alanında kayın ormanları için herhangi bir patolojik faktör söz konusu olmadığı için idare süresi 260 yıl olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.** Su Koruma İşletme Sınıfında Kayın Hâkimiyetindeki Ormanlarda Hasılat Tablosundan Faydalanılarak İdare Süresinin Belirlenmesi

Saf göknar ve göknar hakimiyetindeki değişik yaşlı ve düşey kapalı ormanların optimal kuruluşunu belirlemek amacıyla Eraslan-Yüksel-Giray (1984)'ın meşcere tablosu kullanılmıştır. Bu tablodaki ağaç sayılarının çap sınıflarına dağılımı amaç sıklık ya da göğüs yüzeyine göre yeniden düzenlenmiştir. Plan ünitesinde arazi çalışmaları esnasındaki gözlemler ile düzenlenen envanter karneleri incelendiğinde 70 cm üzerindeki göknar ağaçlarında öz çürüklüğü bulunduğu ve kurumaya başladığı belirlenmiştir. Bu nedenle amaç çapının 70 cm olarak alınması uygun görülmüştür. Su koruma işletme sınıfı içerisindeki göknar hâkimiyetindeki ormanlarda ortalama bonitet II dir. Değişik yaşlı normal kuruluştaki II. bonitet ve 70 cm amaç çaplı göknar ormanlarında ulaşılabilecek maksimum göğüs yüzeyi  $82.3 \text{ m}^2/\text{ha}$ 'dır (Saraçoğlu, 1988). Bu değeri amaç sıklıkla çarptığımızda  $82.3 \times 0.9 = 74.07 \text{ m}^2/\text{ha}$  olur. Buna göre meşcere tablosundaki ağaç sayılarının çap sınıflarına dağılımı yeniden düzenlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Toprak Koruma İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşu*

Plan ünitesindeki toprak koruma işletme sınıfı; kayın, sarıçam, karaçam ve meşenin saf olarak yer aldığı meşcerelerin yanında, kayın hâkimiyetinde göknar, gürgen, meşe, karaçam ve sarıçam karışık meşcerelerine ilaveten göknar hâkimiyetinde kayın ve gürgen hâkimiyetinde meşe karışık meşcerelerinden oluşmaktadır. Toprak koruma işletme sınıfı içerisindeki aktüel meşcere tipleri ile bu meşcerelerin alan ve servet miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Toprak Koruma İşletme Sınıfı Meşcere, Alan ve Servet Dağılımı

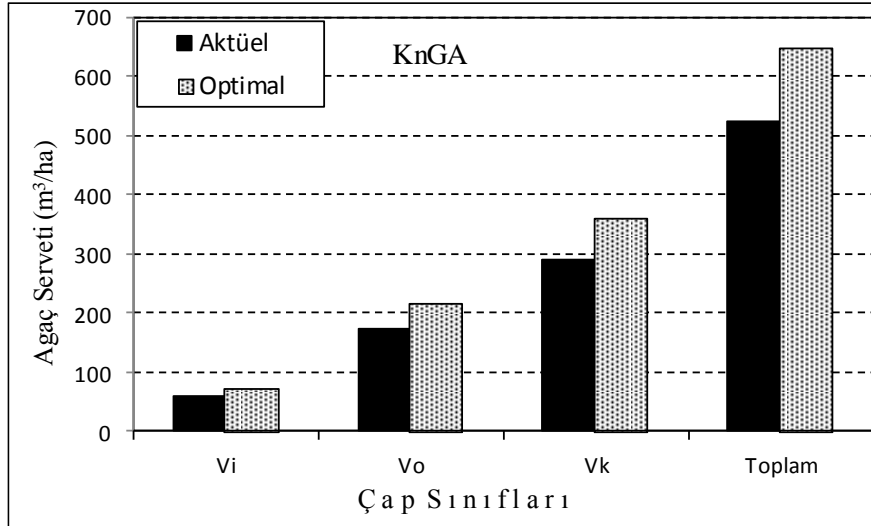
Meşcere	Alan (ha)	Servet (m <sup>3</sup> /ha)	Meşcere	Alan (ha)	Servet (m <sup>3</sup> /ha)
BÇk	3.3	5.000	KnÇsGA	27.5	429.200
BKn	16.5	5.000	Knd2	32.3	458.949
Çkc2	22.6	212.218	KnGA	1654.9	411.600
Çsc3	9.1	292.741	KnGC	39.9	290.000
GKnA	241.4	661.800	KnGÇkC	63.6	165.900
GnMC	47.2	73.200	KnGA	22.6	523.611
KnA	456.3	400.300	KnGnA	100.8	248.753
Knab3	2.8	24.018	KnGnB	92.9	77.100
KnB	14.0	24.018	KnGnbc3	176.5	96.182
Knbc3	32.9	221.915	KnGnC	214.2	233.400
KnC	130.7	172.400	KnGncd3	29.7	248.753
Kncd2	24.0	261.893	KnGnMB	35.2	89.600
KnÇkB	37.2	199.500	KnMB	47.8	105.400
KnÇkC	74.9	212.600	KnMC	46.9	330.700
KnÇsB	51.8	87.100	MC	4.5	99.967
KnÇsC	20.1	514.300	MKnbc3	11.2	155.278
<b>Toplam</b>				3785.3	7332.396

Fransız hacim metodunda ince çap sınıfındaki ağaç serveti  $V_i$ , orta çap sınıfındaki ağaç serveti  $V_o$ , kalın çap sınıfındaki ağaç serveti  $V_k$  ile gösterilmekte  $V_i$ ,  $V_o$ ,  $V_k$  ağaç servetleri arasında 1:3:5 büyüklük sırasına uygun bir diziliş varsa bu durum optimal kabul edilmektedir.

**Tablo 2.** Toprak Koruma İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşunun Fransız Hacim Metoduna Göre Belirlenmesi

Fransız Hacim Metodunun Uygulanması			
Amaç Servet (m <sup>3</sup> /ha)	$V_i$ (V/9)	$V_o$ (3V/9)	$V_k$ (5V/9)
648	72	216	360
<b>İdare Süresi (Yıl)</b>	<b>U/3</b>	<b>2U/3</b>	<b>U</b>
300	100	200	300
<b>Amaç Çapı (cm)</b>	<b>D/3</b>	<b>2D/3</b>	<b>D</b>
48	16	32	48

Toprak koruma işletme sınıfı içerisinde aktüel kuruluşu farklı 32 değişik meşcere tipi bulunmaktadır. Bu meşcere tiplerinin tamamı yukarıda belirlenen optimal ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bununla ilgili bir örnek meşcere tipi (KnGA) Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Toprak Koruma İşletme Sınıfında Aktüel ve Optimal Kuruluşların Karşılaştırılması

### Su Koruma İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşu

Plan ünitesinde su koruma işletme sınıfına ayrılan ormanlar saf göknar ve göknar hâkimiyetinde sarıçam, kayın ile saf kayın ve kayın hâkimiyetinde karaçam, sarıçam, göknar, gürgen, meşe karışık meşcerelerinden oluşmaktadır. Su koruma işletme sınıfı içerisindeki aktüel meşcere tipleri ile bu meşcerelerin alan ve servet miktarları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Su Koruma İşletme Sınıfı Meşcere, Alan ve Servet Dağılımı

Meşcere	Alan (ha)	Servet (m³/ha)	Meşcere	Alan (ha)	Servet (m³/ha)
GA	24.0	259.6	KnGa3	14.7	5.0
GC	18.2	283.7	KnGab3	2.2	60.8
GÇsB	7.2	19.3	KnGbc2	9.5	290.0
GKnA	828.6	661.8	KnGbc3	5.8	247.9
GKnC	57.7	449.4	KnGcd3	97.8	398.7
Knbc2	55.4	420.0	KnGd1	10.8	304.5
Knbc3	51.2	221.9	KnGd2	186.7	523.6
Knc2	9.0	172.4	KnGd2/Kna3	32.5	649.4
Kncd2	6.1	261.9	KnGd3	274.8	754.2
Kncd3	30.3	356.8	KnGnbc2	7.0	165.9
KnÇkc2	24.3	265.4	KnGnbc3	25.1	96.2
KnÇsbc3	32.4	516.5	KnGnc2	26.7	162.1
Knd/ab3	5.1	169.9	KnGncd3	3.6	248.8
Knd1	33.0	317.3	KnGnMbc2	11.5	89.6
Knd2	27.1	458.9	KnMbc2	14.2	105.4
Knd3	21.2	434.7	KnMGnbc3	17.8	330.7
<b>Toplam</b>				1971.5	9702.3



Sadece su miktarının öncelikli ve ön planda olduğu yerlerde aynı yaşlı ve maktalı ormanlar oluşturulurken, kaliteli su miktarının artırılmasının önemli olduğu yerlerde tabakalı ve değişik yaşlı bir yapı tercih edilmelidir (Asan & Şengönül 1987; Mızraklı, 2011). Bu amaçla su koruma işletme sınıfının optimal kuruluşunun belirlenmesinde örnek teşkil etmesi amacıyla ve ağaç türlerinin de buna imkan sağlaması sebebiyle iki farklı optimal kuruluş ortaya konulmuştur.

Su koruma işletme sınıfında göknar hâkimiyetindeki ormanlar yetiştirme ortamı şartlarının uygun olması dolayısıyla değişik yaşlı ve düşey kapalı orman formuna göre işletileceğinden optimal kuruluşun belirlenmesinde; Eraslan-Yüksel-Giray (1984) tarafından düzenlenen meşcere tablosundan faydalanılarak Hufnagl'in Çap Sınıfları metodları kullanılmıştır. Eraslan-Yüksel-Giray (1984) tarafından düzenlenen Batı Karadeniz'deki Göknar ormanlarının II. Bonitet için optimal meşcere parametreleri 6 cm den başlaması sebebiyle tablo değerleri 8 cm çaptan başlatılmak suretiyle Asan (2008) tarafından yeniden düzenlenmiştir (Tablo 4). Bu tablodan faydalanılarak 70 cm amaç çapına göre yeniden bir düzenleme yapılmıştır.

**Tablo 4.** Batı Karadeniz'de Yayılış Gösteren Göknar Ormanlarının II. Bonitet İçin Optimal Meşcere Parametreleri Tablosu

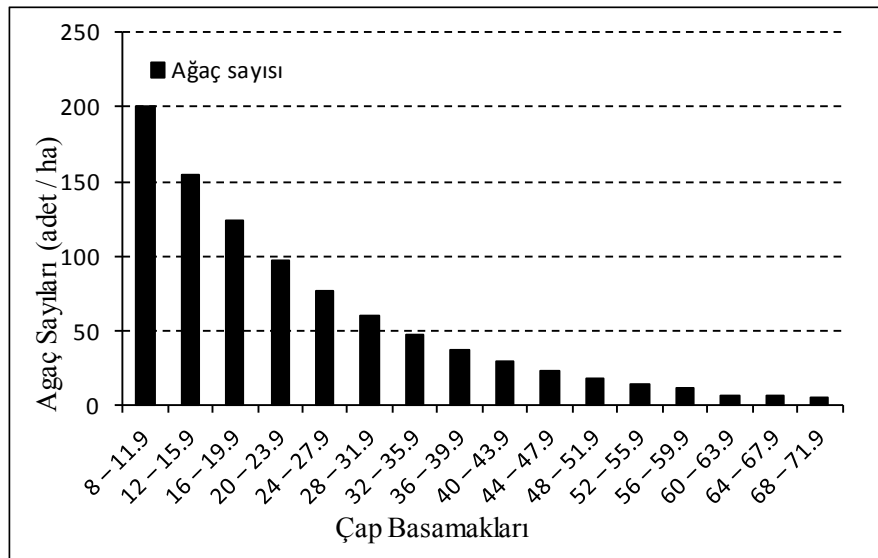
Çap Basamakları (cm)	Basamak Ortası Çapı (cm)	Ağaç Sayısı (Adet)	Göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Hacim Artımı (m <sup>3</sup> )
8 – 11.9	10	166	1.295	6.243	0.332
12 – 15.9	14	129	1.987	10.851	0.387
16 – 19.9	18	103	2.616	16.956	0.618
20 – 23.9	22	81	3.078	23.625	0.810
24 – 27.9	26	63	3.345	29.610	0.882
28 – 31.9	30	50	3.535	34.106	0.900
32 – 35.9	34	39	3.541	37.152	0.858
36 – 39.9	38	31	3.515	38.804	0.775
40 – 43.9	42	24	3.324	39.168	0.696
44 – 47.9	46	19	3.159	38.409	0.608
48 – 51.9	50	15	2.946	36.822	0.540
52 – 55.9	54	12	2.748	34.667	0.468
56 – 59.9	58	9	2.378	32.110	0.387
60 – 63.9	62	6	1.812	29.306	0.282
64 – 67.9	66	5	1.711	26.409	0.250
68 – 71.9	70	4	1.539	23.543	0.216
72 – 75.9	74	4	1.720	20.802	0.232
76 – 79.9	78	3	1.433	18.227	0.186
80 – 83.9	82	3	1.584	15.841	0.198
84 – 87.9	86	2	1.162	13.690	0.140
88 – 91.9	90	2	1.272	11.754	0.146
92 – 95.9	94	1	0.694	10.049	0.077
96 – 99.9	98	1	0.754	8.527	0.080
<b>Toplam</b>		<b>772</b>	<b>51.150</b>	<b>556.671</b>	<b>10.068</b>

Tablo 4'deki sayısal değerler incelendiğinde Batı Karadeniz Bölgesinde optimal kuruluştaki II bonitet bir göknar seçme ormanında ağaçlar 100 cm (basamak ortası çap 98 cm) çapa kadar ulaşabilmektedir. Böyle bir ormanda 772 adet/ha ağaç bulunmaktadır. Bu ağaçların göğüs yüzeyleri toplamı 51.150 m<sup>2</sup>/ha, hacimleri toplamı 556.671 m<sup>3</sup>/ha, yıllık cari artım ise 10.068 m<sup>3</sup>/ha olmaktadır.

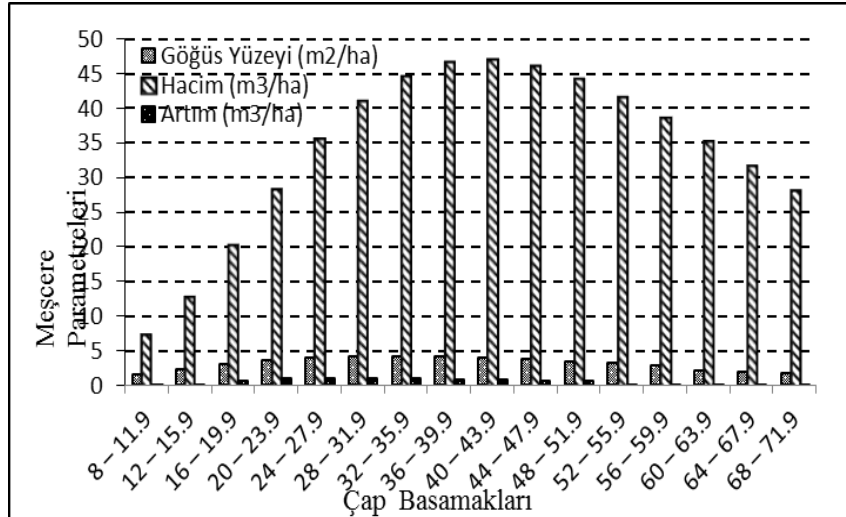
Optimal kuruluştaki seçme ormanlarında çap basamaklarına optimal dağılan 772 adet ağaca karşı gelen göğüs yüzeyi toplamı 51.150 m<sup>2</sup>'dir. Bu miktar bu bonitet için sabit bir parametredir. Buna göre; 98 cm amaç çapına göre optimal dağılım gösteren tablo değerlerini 70 cm amaç çapına göre yeniden düzenlemek için, 70 cm çapın üzerindeki ağaçların toplam göğüs yüzeylerini 70 cm çapın altındaki çap basamaklarına dağıtmak gerekmektedir.

Orman Amenajmanı pratiğinde bu dağıtım Yükseltme Faktörü (YF) yardımıyla gerçekleştirilir (Asan, 2008). Optimal göğüs yüzeyi 51.150 m<sup>2</sup>'yi, amaç çapı altında kalan ağaçlara ait göğüs yüzeylerinin toplamına oranlamak suretiyle YF hesaplanır. 98 cm amaç çapı için düzenlenen optimal kuruluş tablosuna göre 70 cm ye kadar olan 16 adet çap basamağındaki ağaçların toplam sayısı 756 adet olup, bu ağaçların göğüs yüzeyleri toplamı 42.529 m<sup>2</sup>'dir. 70 cm den sonraki 7 adet çap basamağında bulunan 16 adet ağacın göğüs yüzeyleri toplamı ise 8.619 m<sup>2</sup>'dir. Optimal kuruluşu 70 cm amaç çapına göre yeniden saptamak ve 42.529 m<sup>2</sup>'lik göğüs yüzeyini 51.150 m<sup>2</sup>'ye çıkarmak için gerekli yükseltme faktörü;  $YF = 51.150 / 42.529 = 1.202$ 'dir.

Buna göre, 70 cm amaç çapına ait optimal kuruluş değerlerini elde edebilmek için; Tablo 4'deki ilk 16 çap basamağındaki göğüs yüzeyi ve ağaç sayılarını 1.202 ile çarpmak yeterli olacaktır. Bulunan yeni ağaç sayılarını basamak ortası tek ağaç hacim ve artımları ile çarpmak suretiyle de 70 cm amaç çapına ait yeni hacim ve artım değerleri hesaplanmıştır. 70 cm amaç çapı için yeniden saptanan optimal kuruluş değerleri Tablo 5'de sayısal, Şekil 5-6'de grafiksel olarak verilmiştir. Düzenlenen bu tablo değişik yaşlı düşey kapalı göknar ormanlarında 70 cm amaç çapında üretim amacıyla işletilecek ormanlarda kullanılabilir.



Şekil 5. 70 cm Amaç Çapına Göre Ağaç Sayılarının Çap Basamaklarına Dağılımı

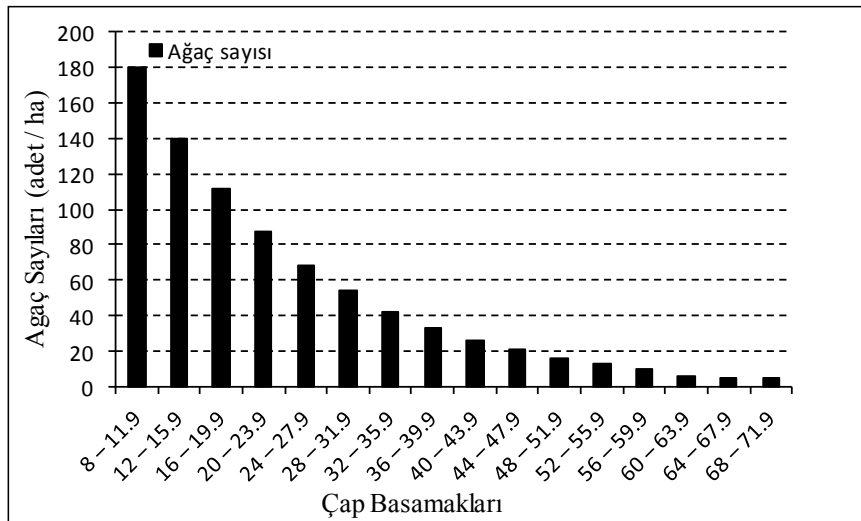


Şekil 6. 70 cm Amaç Çapına Göre Meşçere Parametrelerinin Çap Basamaklarına Dağılımı

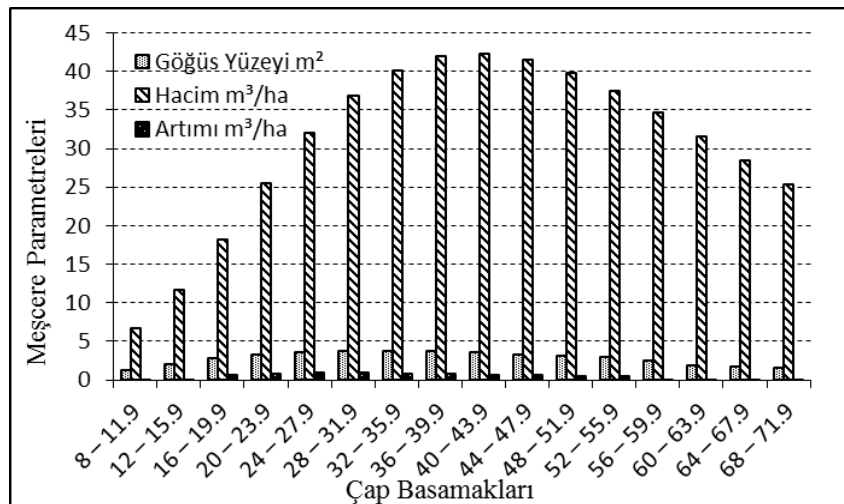
Tablo 5. Meşçere Parametrelerinin 70 cm Amaç Çapına Göre Çap Basamakları ve Sınıfları İtibariyle Optimal Dağılımı

	Çap Basamakları (cm)	Basamak Ortası Çapı (cm)	Ağaç Sayısı (adet)	Göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Hacim Artımı (m <sup>3</sup> )
I. Çap Sınıfı	8 – 11.9	10	200	1.557	7.504	0.399
	12 – 15.9	14	155	2.388	13.043	0.465
	16 – 19.9	18	124	3.144	20.381	0.743
	<b>Toplam</b>	-	<b>479</b>	<b>7.089</b>	<b>40.928</b>	<b>1.607</b>
II. Çap Sınıfı	20 – 23.9	22	97	3.700	28.397	0.974
	24 – 27.9	26	76	4.021	35.591	1.060
	28 – 31.9	30	60	4.249	40.995	1.082
	32 – 35.9	34	47	4.256	44.657	1.031
<b>Toplam</b>	-	<b>280</b>	<b>16.226</b>	<b>149.641</b>	<b>4.147</b>	
III. Çap Sınıfı	36 – 39.9	38	37	4.225	46.642	0.932
	40 – 43.9	42	29	3.995	47.080	0.837
	44 – 47.9	46	23	3.797	46.168	0.731
	48 – 51.9	50	18	3.541	44.260	0.649
<b>Toplam</b>	-	<b>107</b>	<b>15.558</b>	<b>184.150</b>	<b>3.149</b>	
IV. Çap Sınıfı	52 – 55.9	54	14	3.303	41.670	0.563
	56 – 59.9	58	11	2.858	38.596	0.465
	60 – 63.9	62	7	2.178	35.226	0.339
	64 – 67.9	66	6	2.057	31.744	0.301
	68 – 71.9	70	5	1.850	28.299	0.260
<b>Toplam</b>	-	<b>43</b>	<b>12.246</b>	<b>175.534</b>	<b>1.928</b>	
<b>Genel Toplam</b>	-	-	<b>909</b>	<b>51.119</b>	<b>550.253</b>	<b>10.831</b>

Batı Karadeniz Bölgesi değişik yaşlı ve düşey kapalı göknar seçme ormanlarında Eraslan-Yüksel-Giray (1984) tarafından geliştirilen meşcere tablosu kullanılarak, bu tablodaki ağaç sayılarının çap sınıflarına dağılımı 70 cm amaç çapına göre düzenlendikten sonra su koruma işletme sınıfının optimal kuruluşunu ortaya koymak için amaç sıklık ya da amaç göğüs yüzeyine göre yeniden düzenlenmiştir (Tablo 6). Çalışma alanı göknar meşcereleri için ortalama bonitet II, ortalama eğim ağırlıklı olarak hesaplanmış olup %38.21'dir. 70 cm amaç çapı ve eğim baz alınarak tespit edilen amaç sıklık 0.9 olarak belirlenmiştir. II. bonitetteki 70 cm amaç çapındaki göknar ormanlarında ulaşılabilecek maksimum göğüs yüzeyi 82.3 m<sup>2</sup>/ha'dır (Saraçoğlu, 1988). Bu değer, amaç sıklıkla çarpılarak su koruma işletme sınıfı için amaç göğüs yüzeyi 74.07 m<sup>2</sup>/ha olarak bulunmuştur. Optimal kuruluş belirlenirken ağaç sayılarının çap sınıflarına dağılımları, amaç sıklık ya da amaç göğüs yüzeyine göre yeniden hesaplanmasında amaç sıklık kullanılmıştır. Amaç göğüs yüzeyi kullanılacak olsaydı amaç çapını amaç göğüs yüzeyine bölerek bulunan değer ( $70/74.07=0.94$ ) kullanılabilirdi. Buna göre II. bonitet 70 cm amaç çapına göre düzenlenmiş göknar meşcere tablosundaki ağaç sayılarının çap sınıflarına dağılımı yapılırken Tablo 5'deki son dört sütundaki sayısal değerler amaç sıklık olarak belirlenen 0.9 ile çarpılarak Tablo 6'da sayısal, Şekil 7-8'de grafiksel olarak yeniden düzenlenmiştir.



Şekil 7. 70 cm Amaç Çapı ve 0.9 Sıklığa Göre Ağaç Sayılarının Çap Basamaklarına Dağılımı

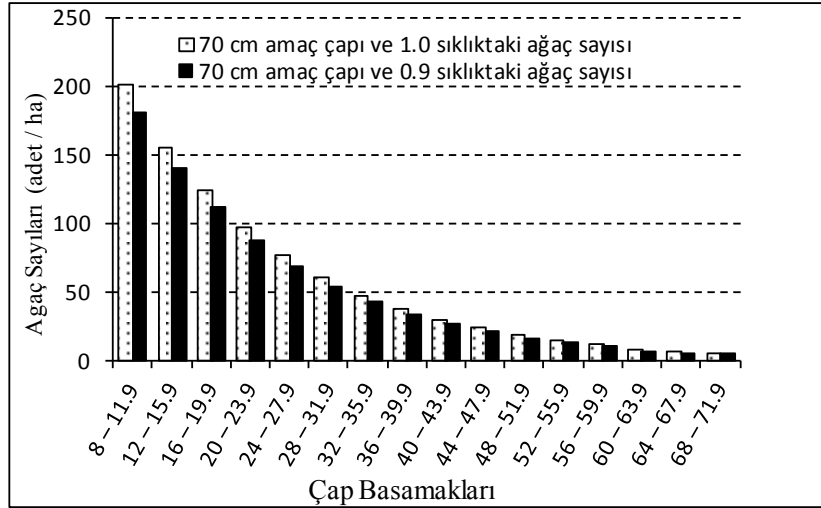


Şekil 8. 70 cm Amaç Çapı ve 0.9 Sıklığa Göre Meşcere Parametrelerinin Çap Basamaklarına Dağılımı

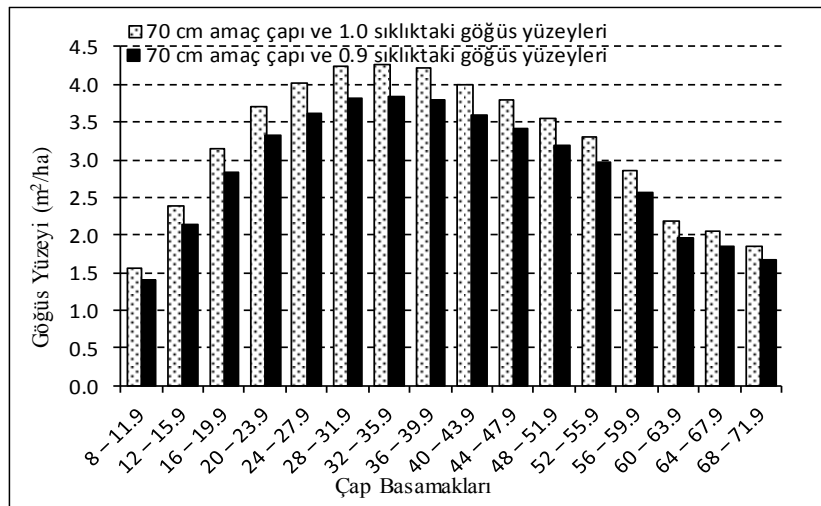
**Tablo 6.** Su Koruma İşletme Sınıfı II. Bonitet Gökmar Ormanında Meşcere Parametrelerinin Çap Basamakları ve Sınıfları İtibariyle Optimal Dağılımı (70 cm amaç çapı ve 0.9 sıklığa göre)

	Çap Basamakları (cm)	Basamak Ortası Çapı (cm)	Ağaç Sayısı (adet)	Göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Hacim Artımı (m <sup>3</sup> )	
I.	Çap Sınıfı	8 – 11.9	10	180	1.401	6.754	0.359
		12 – 15.9	14	140	2.149	11.739	0.419
		16 – 19.9	18	112	2.830	18.343	0.669
		<b>Toplam</b>	-	<b>431</b>	<b>6.380</b>	<b>36.835</b>	<b>1.446</b>
II.	Çap Sınıfı	20 – 23.9	22	87	3.330	25.557	0.877
		24 – 27.9	26	68	3.619	32.032	0.954
		28 – 31.9	30	54	3.824	36.896	0.974
		32 – 35.9	34	42	3.830	40.191	0.928
		<b>Toplam</b>	-	<b>252</b>	<b>14.603</b>	<b>134.677</b>	<b>3.732</b>
III.	Çap Sınıfı	36 – 39.9	38	33	3.803	41.978	0.839
		40 – 43.9	42	26	3.596	42.372	0.753
		44 – 47.9	46	21	3.417	41.551	0.658
		48 – 51.9	50	16	3.187	39.834	0.584
		<b>Toplam</b>	-	<b>96</b>	<b>14.002</b>	<b>165.735</b>	<b>2.834</b>
IV.	Çap Sınıfı	52 – 55.9	54	13	2.973	37.503	0.507
		56 – 59.9	58	10	2.572	34.736	0.419
		60 – 63.9	62	6	1.960	31.703	0.305
		64 – 67.9	66	5	1.851	28.570	0.271
		68 – 71.9	70	5	1.665	25.469	0.234
		<b>Toplam</b>	-	<b>39</b>	<b>11.021</b>	<b>157.981</b>	<b>1.735</b>
<b>Genel Toplam</b>		-	<b>818</b>	<b>46.007</b>	<b>495.228</b>	<b>9.748</b>	

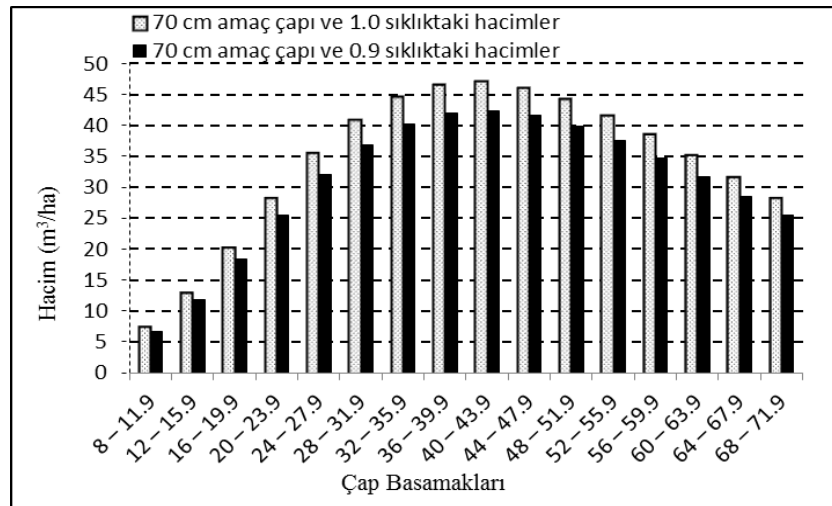
70 cm amaç çapı ve 1.0 sıklığa göre düzenlenen meşcere parametreleri ile 70 cm amaç çaplı 0.9 sıklıktaki meşcere parametreleri Şekil 9-10-11’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu şekilde, su koruma işletme sınıfında gökmar hakimiyetindeki ormanlarda optimal kuruluş belirlenirken üretim amacıyla işletilecek ormanlardan farkı saptanan amaç sıklık ya da amaç göğüs yüzeyine göre meşcere parametrelerindeki değişim kolaylıkla görülebilmektedir.



Şekil 9. 70 cm Amaç Çapı ve 1.0 Sıklıktaki Ağaç Sayıları İle 70 cm Amaç Çapı 0.9 Sıklıktaki Ağaç Sayılarının Çap Basamaklarına Dağılımı



Şekil 10. 70 cm Amaç Çapı ve 1.0 Sıklıktaki Göğüs Yüzepleri İle 70 cm Amaç Çapı 0.9 Sıklıktaki Göğüs Yüzeplerinin Çap Basamaklarına Dağılımı



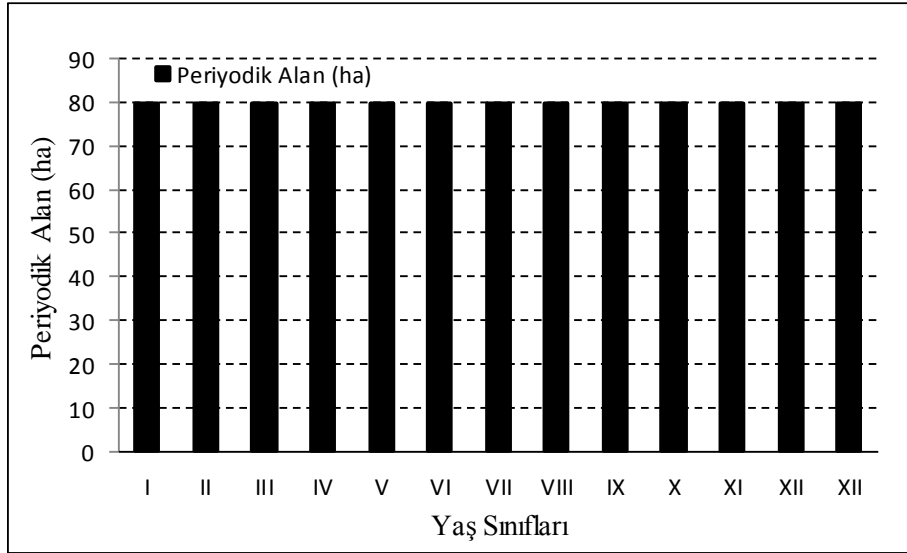
Şekil 11. 70 cm Amaç Çapı ve 1.0 Sıklıktaki Hacimler İle 70 cm Amaç Çapı 0.9 Sıklıktaki Hacimlerin Çap Basamaklarına Dağılımı

Su koruma işletme sınıfında kayın hâkimiyetindeki ormanlar III. bonitet sınıfında yer almaktadır. Bu ormanlar aynı yaşlı ve maktalı olarak işletileceğinden, optimal kuruluş Carus (1998) tarafından aynı yaşlı ormanlar için geliştirilen Doğu Kayını Hasılat tablosundan yararlanılarak belirlenmiştir. Su koruma işletme sınıfı içerisinde kayın hakimiyetindeki orman alanları toplamı 1036 ha'dır. Optimal kuruluş alan itibariyle ortaya konulurken; OPA(Optimal Periyodik Alan)=  $(F / U) * n$  formülünden yararlanılmıştır. OPA=  $(1036/260)*20= 79.69$  ha olarak bulunmuştur. Formülde F; işletme sınıfı alanını (ha), U; idare süresini (yıl), ve n yaş sınıfı genişliğini ya da gençleştirme periyodu uzunluğunu (yıl) göstermektedir.

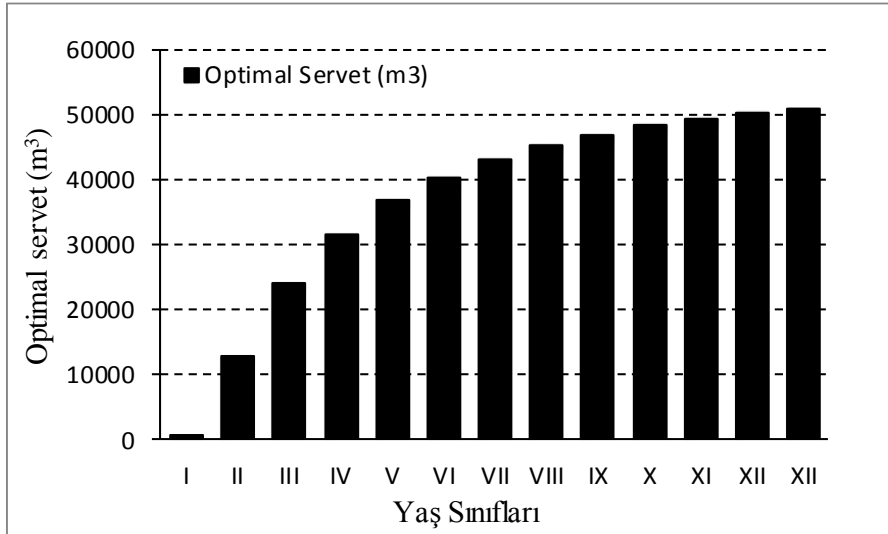
Konunun daha iyi anlaşılabilir olması için verilen değerlere ilişkin olarak öncelikle bu alanın odun üretimi amacıyla işletilmesi durumundaki optimal kuruluşu Tablo 7'de sayısal, Şekil 12-13'de grafik olarak verilmiştir.

**Tablo 7.** 260 Yıllık İdare Süresi İle İşletilen 1036 Ha Büyüklüğündeki III. Bonitet Odun Üretim Amaçlı Kayın İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşu

PERİYOTLARIN		20 Yıllık ve 20 ha Büyüklüğünde Periyotların					20 Yıllık ve OPA =79.69 ha Büyüklüğünde Periyotların			
No.su	Sınırları	Periyotların Alanları (ha)	Periyot Ortası /Aslı (Kalan) Meşçere Serveti (m <sup>3</sup> )	20 Yıllık Ara Hasılat (Ayrılan) Meşçere Miktarı (m <sup>3</sup> )	Kalan Meşçere Serveti (m <sup>3</sup> )	Ayrılan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Tüm Optimal Servet(m <sup>3</sup> )	Kalan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Ayrılan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Tüm Optimal Servet(m <sup>3</sup> )
<b>I</b>	0 - 20	20	6		120	0	120	478.14	0	<b>478</b>
<b>II</b>	21 – 40	20	154	7	3080	74	3154	12272.26	292.86	<b>12565</b>
<b>III</b>	41 – 60	20	292	15	5840	158	5998	23269.48	627.56	<b>23897</b>
<b>IV</b>	61 – 80	20	384	21	7680	221	7901	30600.96	878.58	<b>31480</b>
<b>V</b>	81 – 100	20	447	25	8940	263	9203	35621.43	1045.93	<b>36667</b>
<b>VI</b>	101 – 120	20	492	26	9840	273	10113	39207.48	1087.77	<b>40295</b>
<b>VII</b>	121 – 140	20	526	26	10520	273	10793	41916.94	1087.77	<b>43005</b>
<b>VIII</b>	141 - 160	20	553	26	11060	273	11333	44068.57	1087.77	<b>45156</b>
<b>IX</b>	161 - 180	20	574	25	11480	263	11743	45742.06	1045.93	<b>46788</b>
<b>X</b>	181 - 200	20	592	23	11840	242	12082	47176.48	962.26	<b>48139</b>
<b>XI</b>	201 - 220	20	606	22	12120	231	12351	48292.14	920.42	<b>49213</b>
<b>XII</b>	221 - 240	20	618	20	12360	210	12570	49248.42	836.75	<b>50085</b>
<b>XIII</b>	241 - 260	20	628	18	12560	189	12749	50045.32	753.07	<b>50798</b>
<b>TOPLAM</b>		<b>260</b>			<b>117440</b>	<b>2667</b>	<b>120107</b>	<b>467940</b>	<b>10627</b>	<b>478566</b>



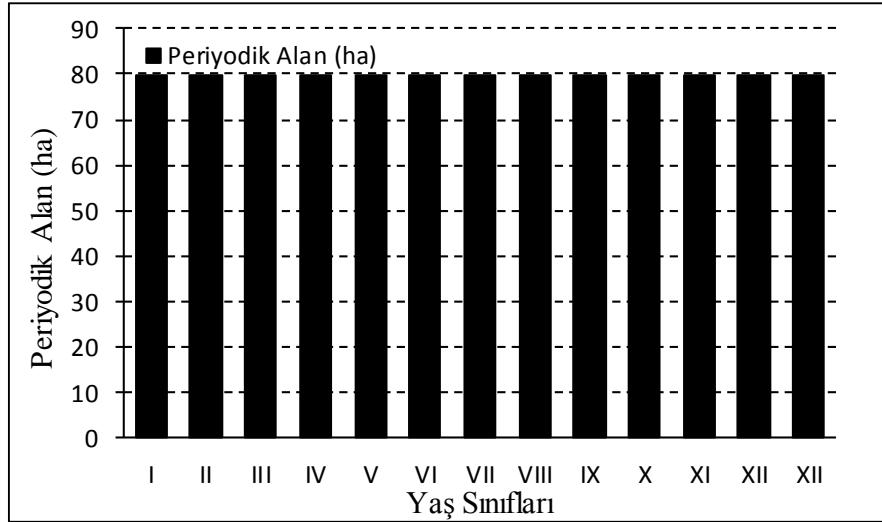
Şekil 12. 260 Yıllık İdare Süresi İle İşletilen 1036 Ha Büyüklüğündeki III. Bonitet Odun Üretim Amaçlı Kayın İşletme Sınıfında Optimal Periyodik Alanın Yaş Sınıflarına Dağılımı



Şekil 13. 260 Yıllık İdare Süresi İle İşletilen 1036 Ha Büyüklüğündeki III. Bonitet Odun Üretim Amaçlı Kayın İşletme Sınıfında Optimal Servetin Yaş Sınıflarına Dağılımı

Su koruma işletme sınıfı içerisinde kayın hakimiyetindeki ormanların eğimi ağırlıklı ortalamaya göre %45.23 olarak hesaplanmış ve buna bağlı olarak sıklık derecesi 0.9 olarak belirlenmiştir. Buna göre optimal kuruluş belirlenirken su koruma işletme sınıfındaki optimal servetler hasılat tablosundaki servetlerin %10 oranında azaltılması suretiyle hesaplanmış ve Tablo 8’de sayısal, Şekil 14-15’de grafik olarak verilmiştir.

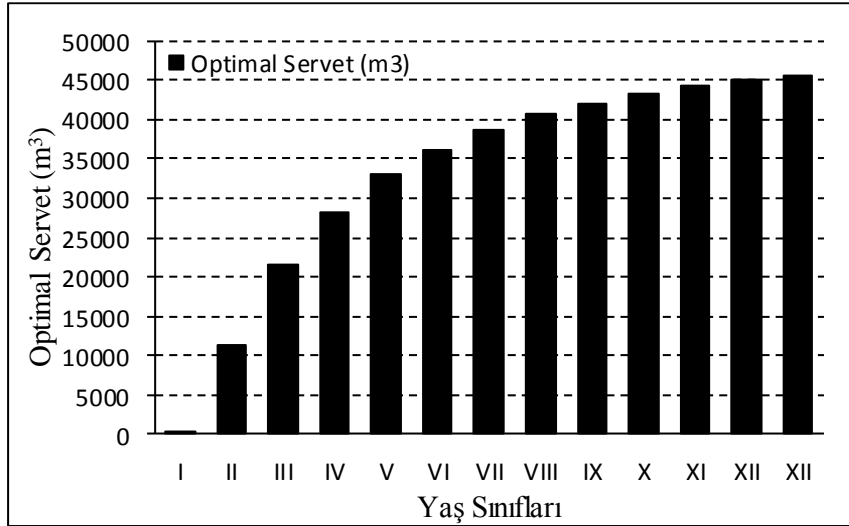




**Şekil 14.** 260 Yıllık İdare Süresi İle İşletilen 1036 Ha Büyüklüğündeki III. Bonitet Kayın Hakimiyetinde Su Koruma İşletme Sınıfında Optimal Periyodik Alanın Yaş Sınıflarına Dağılımı

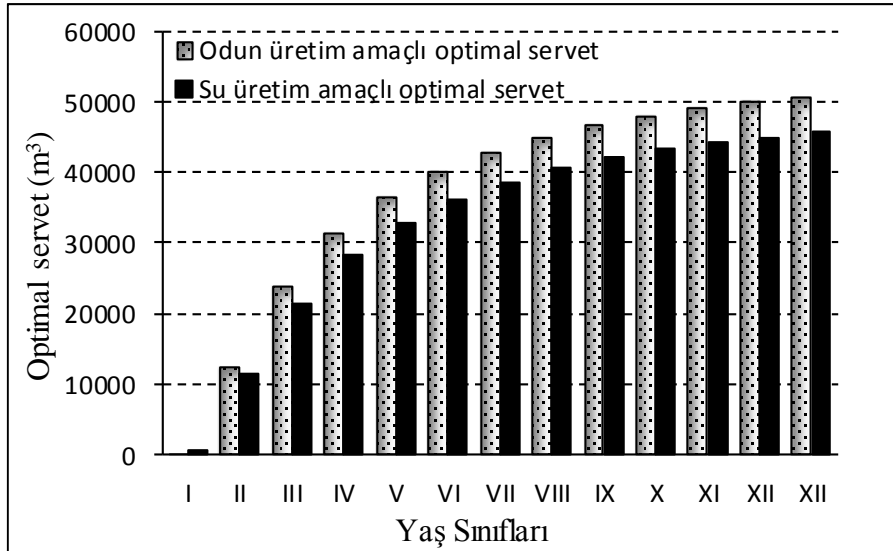
**Tablo 8.** 260 Yıllık İdare Süresi İle İşletilen 1036 Ha Büyüklüğündeki III. Bonitet Kayın Hakimiyetinde Su Koruma İşletme Sınıfının Optimal Kuruluşu

PERİYOTLARIN					20 Yıllık ve 20 ha Büyüklüğünde Periyotların			20 Yıllık ve OPA =79.69 ha Büyüklüğünde Periyotların		
No.su	Sınırları	Periyotların Alanları (ha)	Periyot Ortası Asli (Kalan) Meşçere Serveti (m <sup>3</sup> )	20 Yıllık Ara Hasılat (Ayrılan) Meşçere Miktarı (m <sup>3</sup> )	Kalan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Ayrılan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Tüm Optimal Servet(m <sup>3</sup> )	Kalan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Ayrılan Meşçere Serveti(m <sup>3</sup> )	Tüm Optimal Servet(m <sup>3</sup> )
<b>I</b>	0 - 20	20	5.4	0.0	108	0	108	430.33	0	430
<b>II</b>	21 - 40	20	138.6	6.3	2772	66	2838	11045.03	263.57	11309
<b>III</b>	41 - 60	20	262.8	13.5	5256	142	5398	20942.53	564.80	21507
<b>IV</b>	61 - 80	20	345.6	18.9	6912	198	7110	27540.86	790.72	28332
<b>V</b>	81 - 100	20	402.3	22.5	8046	236	8282	32059.29	941.34	33001
<b>VI</b>	101 - 120	20	442.8	23.4	8856	246	9102	35286.73	978.99	36266
<b>VII</b>	121 - 140	20	473.4	23.4	9468	246	9714	37725.25	978.99	38704
<b>VIII</b>	141 - 160	20	497.7	23.4	9954	246	10200	39661.71	978.99	40641
<b>IX</b>	161 - 180	20	516.6	22.5	10332	236	10568	41167.85	941.34	42109
<b>X</b>	181 - 200	20	532.8	20.7	10656	217	10873	42458.83	866.03	43325
<b>XI</b>	201 - 220	20	545.4	19.8	10908	208	11116	43462.93	828.38	44291
<b>XII</b>	221 - 240	20	556.2	18.0	11124	189	11313	44323.58	753.07	45077
<b>XIII</b>	241 - 260	20	565.2	16.2	11304	170	11474	45040.79	677.76	45719
<b>TOPLAM</b>		<b>260</b>			<b>105696</b>	<b>2400</b>	<b>108096</b>	<b>421146</b>	<b>9564</b>	<b>430710</b>



Şekil 15. 260 Yıllık İdare Süresi İle İşletilen 1036 Ha Büyüklüğündeki III. Bonitet Kayın Hakimiyetinde Su Koruma İşletme Sınıfında Optimal Servetin Yaş Sınıflarına Dağılımı

Tablo 7-8'in incelenmesiyle görüleceği gibi; su koruma işletme sınıfında, kayın hakimiyetinde olan ormanlardaki optimal kuruluşun belirlenmesinde optimal ağaç servetleri hesaplanırken, sadece karşılaştırılan sıklık derecesi ile ana ve yan meşcerelere ait miktarların çarpılması yeterli olmaktadır. Optimal servetlerdeki değişim Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16. Odun Üretim Amaçlı Optimal Servet İle Su Üretim Amaçlı Optimal Servetin Karşılaştırılması

## SONUÇ

Toprak koruma işletme sınıfı çoğunlukla karışık meşcerelerden oluştuğundan devamlı orman formunda işletilmiş ve optimal kuruluşu Fransız hacim metodu uygulanarak belirlenmiştir. İşletme sınıfının aktüel kuruluşu kayın hakimiyetinde olması ve 300 yaşına kadar meşcere parametrelerini içermesi nedeniyle Carus (1998) tarafından geliştirilen kayın hasılat tablosundan faydalanılarak optimal kuruluş belirlenmiştir.

Su koruma işletme sınıfının optimal kuruluşunun belirlenmesinde; kayın hakimiyetindeki ormanlar su veriminin öncelikli olduğu yerler olarak kabul edilip aynı yaşlı ve maktalı orman formunda, göknar hakimiyetindeki ormanlar ise suyun kalite ve miktarının arttırılmasının önemli olduğu alanlar olarak öngörülüp değişik yaşlı ve düşey kapalı orman formunda işletilmiştir. Her iki amaç için de bir örnek teşkil etmesi hedeflenerek optimal kuruluşlar bu doğrultuda ortaya konulmuştur.

ETFOP sisteminde tartışılan önemli konulardan bir tanesi de koruma ve hizmet üretim amaçlı ayrılan işletme sınıflarında optimal kuruluşun belirlenip belirlenmeyeceği, eğer yapılacaksa nasıl yapılacağıdır. Ortaya koyulan bu çalışma ile bu sorulara büyük oranda cevap verilmeye çalışılmıştır. Toplumun ormanlardan beklediği fayda ve fonksiyonların süreklilik ilkesi çerçevesinde gerçekleştirilebilmesi ve halkın kullanımına sunulması, bu fonksiyonların optimal kuruluşlarının bilinmesine bağlıdır. Planlayıcının önünde ulaşılması için bir hedefinin olması gerekir. Bu şekilde planlama ufku sonucunda ormanın nereye gittiği ve hedeften ne kadar uzakta olduğu anlaşılabilir. Bunu sağlayabilmek için mevcut durumun optimal kuruluşlarla karşılaştırılması gerekir.

## TEŞEKKÜR

Değerli görüş ve önerileri ile tez çalışmamı yönlendiren, karşılaştığım sorunların çözümünde her zaman yol gösterici olan, düşüncelerinden ve engin tecrübelerinden faydalanmayı her daim fırsat bildiğim sayın hocam Prof. Dr. Ünal ASAN' a teşekkür ve şükranlarımı sunmayı bir görev sayarım. Ayrıca; tezin arazi çalışmaları aşamasında katkılarından dolayı Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığına çok teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Asan, Ü. (2003) Orman Amenajmanı-I: Temel Kavram ve Prensipler. *Basılmamış Ders Notları*.
- Asan, Ü. (2008) Orman Amenajmanı II. *Basılmamış Ders Notları*.
- Asan, Ü. (2009) 5 Şubat 2008 Tarihinde Yürürlüğe Giren Amenajman Yönetmeliğinin Uygulanmasına İlişkin Teknik Yönerge Taslağı, *Basılmamış*.
- Asan, Ü. & Şengönül, K. (1987) Orman Formlarının Fonksiyonel Açısından Karşılaştırılması, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 37, 4, 52-67.
- Asan, Ü. & Ercan, M., (2002) Orman Amenajmanında Yeni Açılımlar ve Uygulamalar (Kerpe Örneği). *Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar Sempozyumu*, 18-19 Nisan 2002, Bahçeköy, İstanbul.
- Aylak, G. (2007) *Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde Aktüel Kuruluşun Optimal Kuruluşa Götürülmesi*, Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, basılmamıştır.
- Boncina, A. (2011) History, current status and future prospects of uneven-aged forest management in the Dinaric region: an overview. *Forestry*, Vol. 84, No. 5, 2011. doi:10.1093/forestry/cpr023.
- Bozali, N. (2013) Koruma ve Hizmet Amaçlı İşletilen Ormanların Optimal Kuruluşunun Belirlenmesi: Odayeri Planlama Ünitesi Örneği, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, *Basılmamış Doktora Tezi*, İstanbul.
- Carus, S. (1998) *Aynı Yaşlı Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Eraslan, İ. (1956) Türkiye’de Muhtelif Yaşlı Ormanların Optimal Kuruluşları Hakkında İlk Araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, A-VI (II), 159-202.
- Eraslan, İ., Yüksel, Ş., & Giray, N. (1984) *Batı Karadeniz Bölgesindeki Değişik Yaşlı Koru Ormanlarının Optimal Kuruluşları Hakkında Araştırmalar*, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı O.G.M., Ankara, 650-58.
- Karahalil, U. (2003) Toprak Koruma ve Odun Üretimi Fonksiyonlarının Doğrusal Programlama ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keleş, S. (2003) *Ormanların Su ve Odun Üretimi Fonksiyonlarının Doğrusal Programlama Tekniği ile Optimizasyonu (Karanlıkdere Planlama Birimi Örneği)*, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Mizraklı, A. (2011) Ormanların Kaliteli Su Üretimine Etkileri, Su Koruma Alanlarının Belirlenmesi ve Planlanması, *2023’e Doğru 1. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu*, 21-27 Kasım, Antalya, 373-378.
- Saraçoğlu, Ö. (1988) *Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme*, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul.



## DETERMINING THERMAL COMFORT ZONES FOR OUTDOOR RECREATION PLANNING: A CASE STUDY OF ERBİL – IRAQ

Twana ABDULRAHMAN HAMAD<sup>1</sup>, Hakan OGUZ<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science and Plant Nutrition, Harran University, Sanliurfa

<sup>2</sup>Department of Landscape Architecture, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş

\*Corresponding author: [hakan@ksu.edu.tr](mailto:hakan@ksu.edu.tr)

Twana ABDULRAHMAN HAMAD: <https://orcid.org/0000-0002-2227-2977>

Hakan OGUZ: <https://orcid.org/0000-0002-0855-2032>

**Please cite this article as:** Abdulrahman Hamad, T. & Oguz, H. (2020) Determining thermal comfort zones for outdoor recreation planning: A case study of Erbil – Iraq. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 133-145.

### ESER BILGISI / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 18 Mart 2020 / Received 18 March 2020

Düzeltilmelerin gelişi 26 Nisan 2020 / Received in revised form 26 April 2020

Kabul 27 Nisan 2020 / Accepted 27 April 2020

Yayınlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ABSTRACT:** This study finds out thermal comfort zones for outdoor recreation planning in Erbil. Therefore, spatial distribution of Physiologically Equivalent Temperature (PET), which is a measure of thermal comfort, was obtained for the City of Erbil using meteorological data collected from 6 different weather stations located in the study area. Air temperature, relative humidity, radiation and wind speed are required for the calculation of PET. Data obtained from 6 meteorological stations, 15:00 over the period from 1992 to 2015 were used to calculate monthly PET values with RayMan 1.2 software. PET was spatially interpolated using IDW tool in ArcGIS 10.2 to convert the point-data consisting of PET-values for individual meteorological station into a continuous surface so that maps of spatial distribution of PET values could be created. The most comfortable months and areas for outdoor recreation activities were determined by analyzing these maps. The results reveal fundamental information which is of particular relevance to recreation authorities. The lowest PET determined was around 7.2 °C in Masif Slahaddin area during the month of January. And the highest PET determined was 56.4 °C in Makhmoor during the month of July. In Erbil governorate, we have concluded that both March and November can be the best months comfortable during the year. September, January and February are coldest. During May to September are the hottest months especially in July.

**Keywords:** Bioclimatic Conditions, Meteorological Data, PET, RayMan Model

### REKREASYON ALANI PLANLAMASI İÇİN TERMAL KONFOR ZONLARININ BELİRLENMESİ: ERBİL-IRAK ÖRNEĞİ

**ÖZET:** Bu çalışma, Erbil'de rekreasyon alanı planlaması için termal konfor zonlarının belirlenmesi için yapılmıştır. Bu nedenle, çalışma alanında bulunan 6 farklı hava istasyonundan toplanan meteorolojik veriler kullanılarak Erbil şehri için termal konforun bir ölçüsü olan Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklığın (PET) mekansal dağılımı elde edilmiştir. PET'in

hesaplanması için hava sıcaklığı, bağıl nem, radyasyon ve rüzgar hızı gereklidir. RayMan 1.2 yazılımı ile aylık PET değerlerini hesaplamak için 1992'den 2015 yılları arasında ve saat 15:00 te 6 meteoroloji istasyonundan elde edilen veriler kullanılmıştır. PET, bireysel meteoroloji istasyonu için PET değerlerinden oluşan nokta verilerini sürekli bir yüzeye dönüştürmek için ArcGIS programındaki IDW aracı kullanılarak bir enterpolasyona tabi tutuldu. Böylece PET değerlerinin mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Rekreasyon alanı aktiviteleri için en konforlu aylar ve alanlar bu haritaların analiz edilmesi sonucunda belirlenmiştir. Sonuçlar, rekreasyon alanı yetkilileri ile özellikle ilgili olan temel bilgileri ortaya koymaktadır. Belirlenen en düşük PET, Ocak ayı boyunca Masif slahaddin Bölgesi'nde 7,2 °C civarındadır ve belirlenen en yüksek PET, Temmuz ayı boyunca Makhmoor'da 56.4 °C olarak kaydedilmiştir. Erbil valiliğinde, hem Mart hem de Kasım aylarının yıl boyunca rahat edilebileceği en iyi aylar olarak tespit edilmiştir. Eylül, Ocak ve Şubat en soğuk aylar olarak bulunmuştur. Mayıs-Eylül ayları arasında özellikle Temmuz ayı en sıcak aylar olarak bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Biyoklimatik Koşullar, Meteorolojik Veriler, PET, Rayman Modeli

## INTRODUCTION

Recreation areas and parks are quite important in three ways; economic value, health and environmental benefits, and social importance. Parks and recreation areas increase property values and generate money for the local economy. These places play an important role for people to meet and stay fit. Parks and recreation areas improve air quality and protect ground water. Parks and recreation areas provide gathering places for people and social groups, as well as for individuals of all ages and economic status (EKU, 2020).

Several indices have been developed over the last four decades and used in many studies to assess the thermal conditions of outdoor activities (Mieczkowski, 1985; Hoppe, 1999; Matzarakis, et al., 1999; Morgan et al., 2000; Toy et al., 2005; Matzarakis, 2006; Matzarakis et al., 2007; Matzarakis et al., 2010; Zengin et al., 2010; Lin and Matzarakis, 2011; Farajzadeh and Matzarakis, 2012; Daneshvar et al., 2013; Topay, 2013; Yilmaz et al., 2013; Matallah et al., 2020). Common indices for thermal comfort analysis are Predicted Mean Vote (PMV), Physiologically Equivalent Temperature (PET), Standard Effective Temperature (SET) and Perceived Temperature (PT) (Matzarakis, 2006). The most widely known and applied index in thermal comfort analysis is the PET developed by Matzarakis et al., 2007 and 2010, which requires at least three meteorological parameters of air temperature, relative humidity and wind speed. The advantage of PET index compared to other thermal indices is that PET uses the advantage of a widely known temperature unit (degrees Celsius), which makes results easily understandable for local planners, who may not be quite familiar with human bio-meteorological terminology (Matzarakis et al., 1999; Daneshvar et al., 2013).

This study assesses the thermal comfort zones for outdoor recreational areas in Erbil, Iraq based on the Physiologically Equivalent Temperature using the RayMan Pro Model. The final output of this study was a spatial map that shows thermal comfort zones in Erbil, Iraq.

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

In this study, Erbil-Iraq was selected as our study area since it is one of the oldest continuously inhabited cities in the world dating back to at least 6000 BC (UNESCO, 2010). Erbil is one of the governorates of the north Iraq. The geographic location of Erbil governorate is between latitudes  $35^{\circ} 30'$  and  $37^{\circ} 15' N$ , and longitudes  $43^{\circ} 22'$  and  $45^{\circ} 05' E$  with elevation ranges from 136 m to 3609 m. The Erbil shares its border with Iran in the East and Turkey in the North. It is the third largest city in Iraq as illustrated in Figure 1 below, as well as it is the fastest growing city as shown in Figures 2 and 3 below. The plains in the south of the city are quite important in terms of agricultural production.

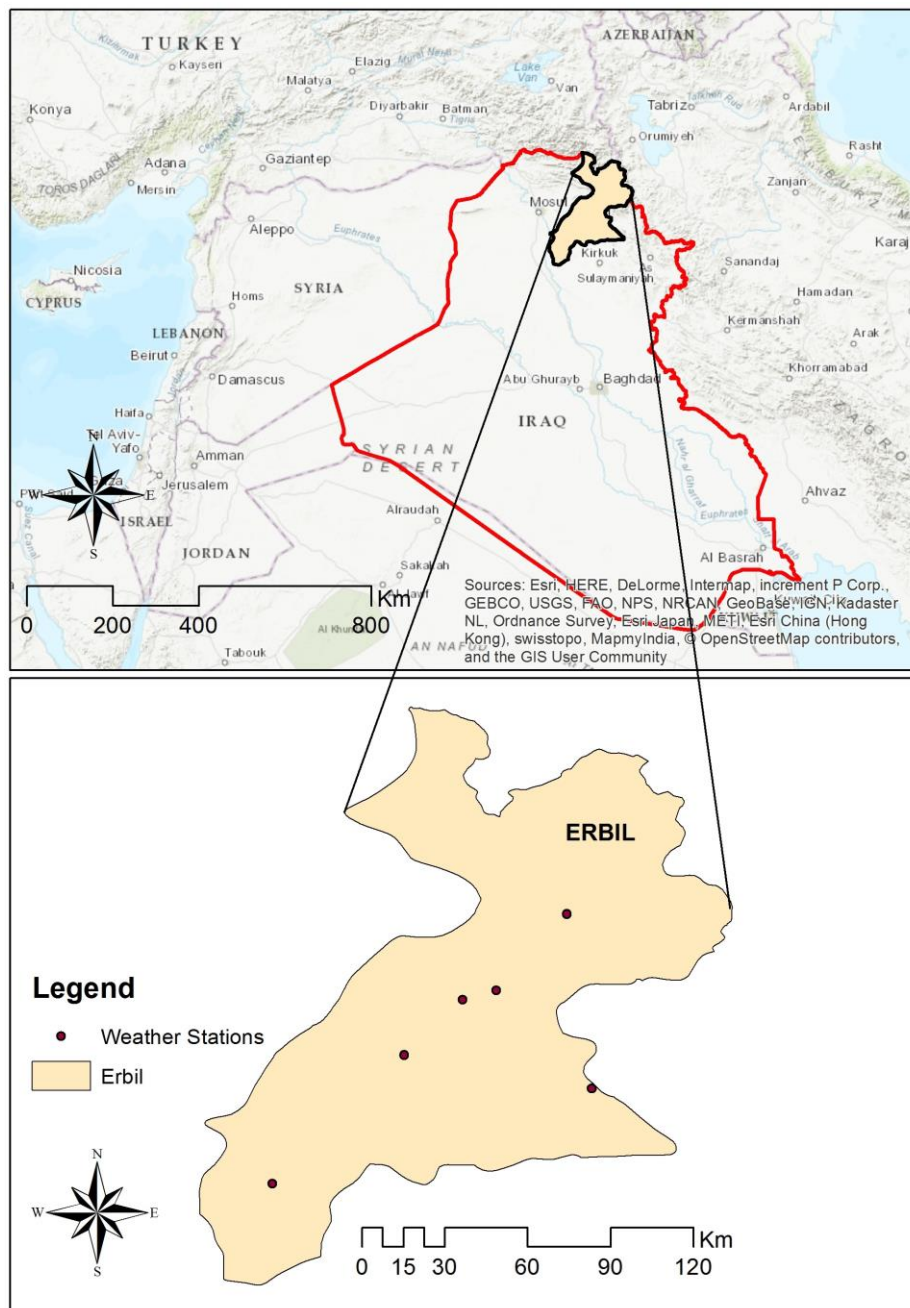
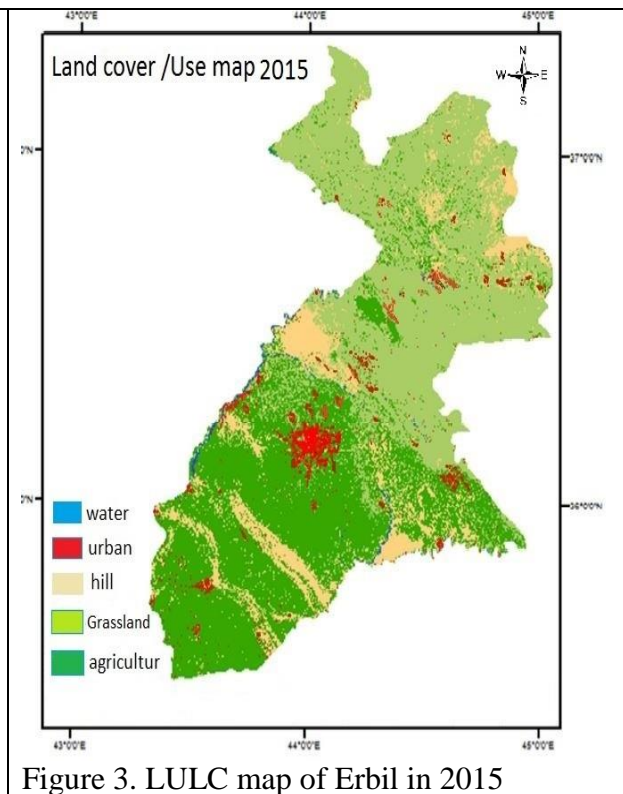
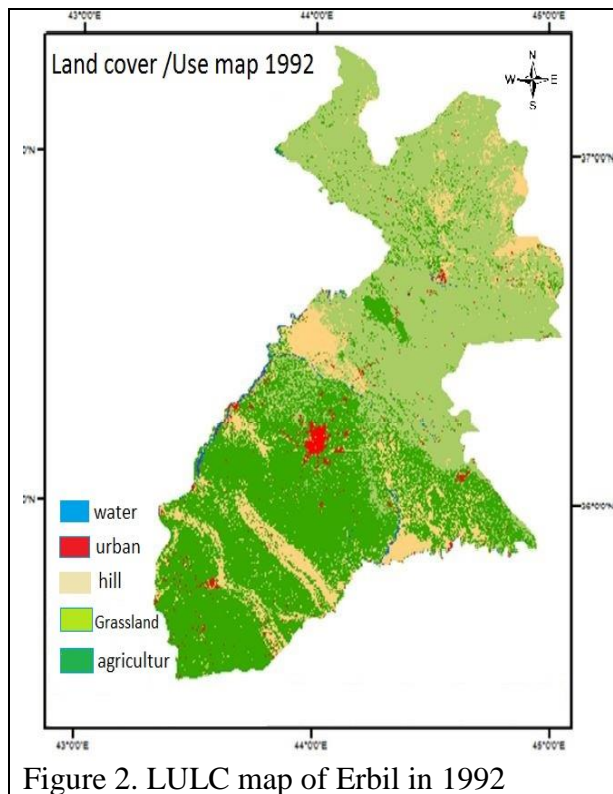


Figure 1. Location map of the study area.



Erbil is located between the two rivers known as the Greater Zab in the west and the Lesser zab in the east. The study area covers approximately 15074 square kilometers. Erbil consists of seven districts (Erbil, Makhmur, koyea, Shaqlawa, Choman, Soran and Merqasur). 41% of the area in Erbil is arable land and 93% of agricultural crops depend on rainfall and unfortunately only 7% of the land is irrigated.

Erbil, according to Köppen's climate classification system, is classified as a transitional climate zone between the Mediterranean climate (Csa) and the Arid climate (Bwh). The weather is comprised of cool snowy winters and warm dry summers. The plains in the south have semi-arid climate conditions. Usually precipitation starts in October and ends in May.

### ***Input Data***

In this study, the meteorological data of 6 weather stations over a 23-year time period (1992–2015) were obtained from the Ministry of Agriculture and Water Resources of Iraq. The three of these six stations have 23-year period records while the other three stations have only 13-year period records as illustrated in Tables 1 and 2 below. The values of air temperature, relative humidity, and wind speed were collected from each synoptic station to obtain the mean monthly values of Physiologically Equivalent Temperature (PET) in the RayMan Model. The station base results were extended to pixel base values by spatial analysis operations in Geographic Information System (GIS). GIS allows the production of spatial mapping of PET in Erbil.



Table 1. Coordinates, elevations and years for all weather stations used in this study

Meteorology Stations	Latitude	Longitude	Elevation (m)	Years
<b>Erbil</b>	36.19	44.01	425	1992-2015
<b>Masif Salahaddin</b>	36.37	44.2	1088	1992-2015
<b>Makhmur</b>	35.77	43.58	275	1992-2015
<b>Koyea</b>	36.08	44.62	631	2002-2015
<b>Shaqlaw</b>	36.4	44.31	980	2002-2015
<b>Soran</b>	36.65	44.54	680	2002-2015

Table 2. Monthly mean air temperatures, humidity and wind speed values for all stations

Meteorology stations		Erbil	Makhmur	Masif Salahaddin	Shaqlaw	Soran	Koyea
<b>January</b>	T (°C)	12.8	13.9	8.7	9.7	9	10.8
	H (%)	70.81	74.9	73.66	67.6	75.4	71
	W (m/s)	2.3	3.3	1.9	2.2	1.5	3.2
<b>February</b>	T (°C)	14.6	16.3	9.8	18.9	11.4	12.6
	H (%)	67.25	67.8	70.3	69.2	74.1	68.3
	W (m/s)	2.4	3.6	2.3	2.1	1.6	2
<b>March</b>	T (°C)	26.6	21	14.5	15.6	16.4	17.4
	H (%)	60	58.4	61.27	61.3	68.4	63.1
	W (m/s)	2.5	3.8	2.6	1.7	1.7	2.2
<b>April</b>	T (°C)	24.6	27.1	19.9	20.5	21.8	23.7
	H (%)	54.14	47.5	56.12	57.9	68.1	58.5
	W (m/s)	2.6	4	2.8	1.8	1.8	2.5
<b>May</b>	T (°C)	33.9	34.5	26.4	27.3	28.2	30.8
	H (%)	39.41	33.8	43.1	48.3	61.7	46.8
	W (m/s)	2.7	4.3	2.5	1.8	2	2.6
<b>June</b>	T (°C)	38.4	40.8	32.2	35.3	35.4	37.6
	H (%)	27.34	25.2	35.29	38.1	51.3	38.2
	W (m/s)	2.4	4.4	2.5	1.6	2.2	2.6
<b>July</b>	T (°C)	41.8	44.3	36.4	39.1	39.2	41.6
	H (%)	25.18	23.1	35.7	30.4	49.2	35.9
	W (m/s)	2.3	4.3	2.2	1.8	2.1	2.7
<b>August</b>	T (°C)	41.6	44	36.7	38.4	39.4	41.6
	H (%)	26.77	24.6	34.58	27.9	49.5	36.7
	W (m/s)	2	4.1	2.1	1.5	1.9	2.5
<b>September</b>	T (°C)	36.6	38.5	31.9	34.1	34.5	36.7
	H (%)	31.14	28.3	39.83	29.1	50	40.3
	W (m/s)	2	3.7	2	1.3	1.7	2.4
<b>October</b>	T (°C)	29.8	32.1	25.3	26.9	26.9	29.6
	H (%)	42.15	39.2	56.66	38.1	62.2	48.5
	W (m/s)	2	3.5	2	2.1	1.9	2.3
<b>November</b>	T (°C)	20.6	22.4	16.6	17.1	17.6	19.3
	H (%)	59.41	57.8	62.76	55.8	69.4	60.3
	W (m/s)	1.9	3.2	2	1.6	1.6	2.2
<b>December</b>	T (°C)	14.2	16	11.5	11.9	11.1	13.3
	H (%)	68.63	69.4	67.56	66.1	74.1	65.3
	W (m/s)	1.7	3.2	1.8	2	1.6	2.2

The PET was calculated using the computer program called RayMan (Matzarakis et al., 2007; Matzarakis et al., 2010) as illustrated in Figure 4. The RayMan model developed according to Guideline 3787 of the German Association of Engineers and calculates the radiation flux in simple and complex environments on the basis of various parameters (VDI, 1998; Matzarakis

et al., 2007; Matzarakis et al., 2010). The model outputs the calculated mean radiant temperature required in the energy balance model for humanbeing. This is also required for the assessment of thermal indices such as Predicted Mean Vote (PMV), Physiologically Equivalent Temperature (PET), and Standard Effective Temperature (SET) (Matzarakis et al., 2007; Matzarakis et al., 2010; Daneshvar et al., 2013).

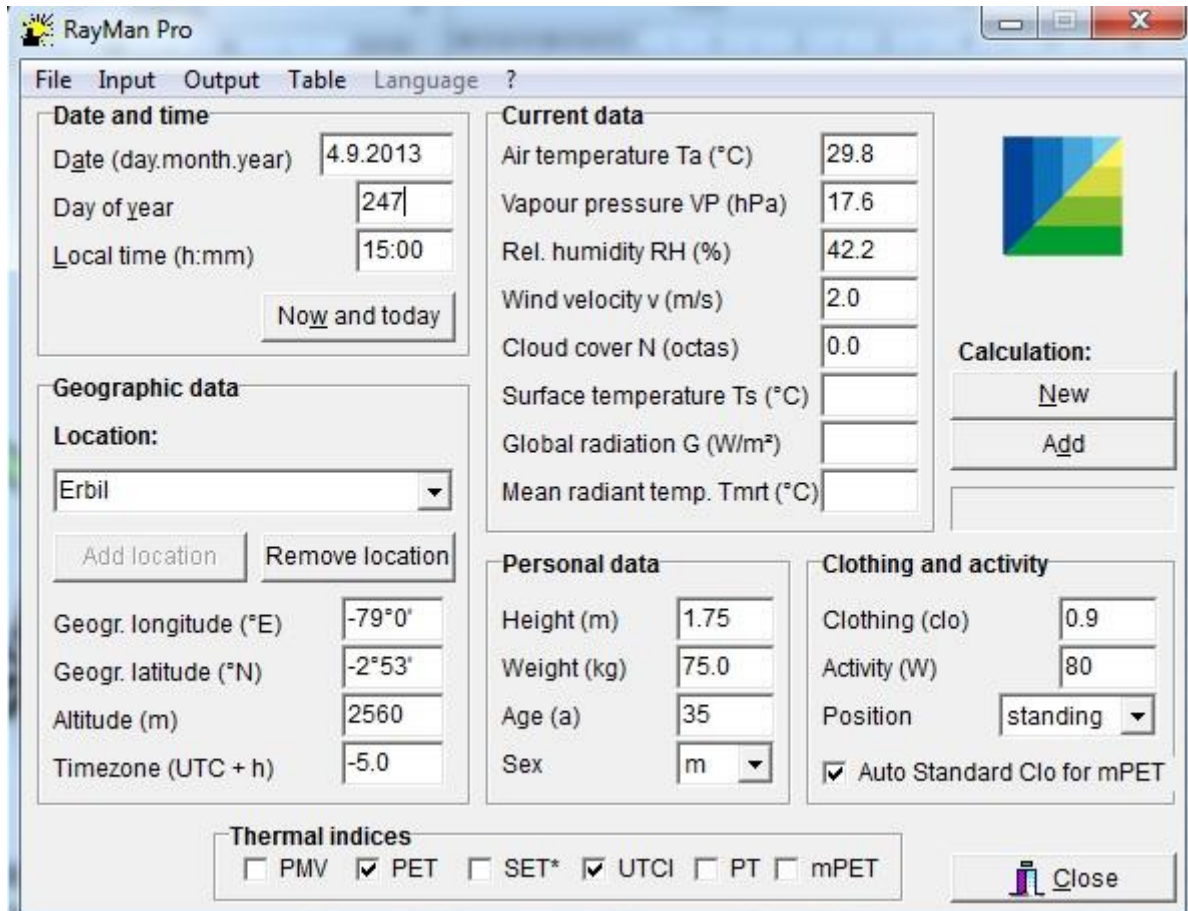


Figure 4. Graphical user interface of RayMan program

The PET is a thermal index that produces an estimation of the thermal component of a given environment. The PET not only provides an integrated index for thermal environments but also allows humans to predict their thermal perception of weather conditions. Thus, it is important to analyze the characteristics of thermal adaptation and comfort range of humans from different regions to adequately describe their perception (Lin and Matzarakis, 2008; Daneshvar et al., 2013). PET can be used for both the indoor and outdoor environment using the radiation and bioclimate model of RayMan. The program needs some parameters to calculate PET such as air temperature, vapor pressure, relative humidity, wind speed, mean cloud cover and mean radiant temperature. Human parameters such as activity, heat resistance of clothing, height and weight are usually standardized, since the focus is the climate conditions at different sites not on individual human characteristics.

Threshold values for PET have been developed for different levels of thermal stress to quantify the perception of the thermal environment by humans as illustrated in Table 3 below (Matzarakis and Mayer, 1996) . Threshold values of the PET are based on a standard human parameters such as 1.75 m, 75 kg, 35 years old standing male who stays in the sun and a

metabolic rate of 80W (walking) with a heat transfer resistance of clothing of 0.9 clo (summer clothing) (Matzarakis and Mayer, 1996; VDI, 1998).

Table 3. The perception of the thermal environment by humans

PET (°C)	Thermal Perception	Physiological Stress Level
<4	Very Cold	Extreme Cold Stress
4 – 8	Cold	Strong Cold Stress
8 – 13	Cool	Moderate Cold Stress
13 – 18	Slightly Cool	Slight Cold Stress
18 – 23	Comfortable	No Thermal Stress
23 – 29	Slightly Warm	Slight Heat Stress
29 – 35	Warm	Moderate Heat Stress
35 – 41	Hot	Strong Heat Stress
>41	Very Hot	Extreme Heat Stress

## RESULTS AND DISCUSSION

Monthly PET values were calculated using RayMan program with the inputs of the mean monthly values of air temperature, relative humidity, and wind speed for each station as illustrated in Table 4 below as the PET values were color coded to reflect the thermal stress by months and weather station. The PET values were also mapped using the values in Table 4 with the inverse distance weighted (IDW) method, generally used as a simple local interpolation technique in ArcGIS (Lo and Yeung, 2002). As a result, the final mean monthly PET maps are illustrated in Figures 5 to 16 for the study area. The same map legend is used to allow for a better comparison of the months. The final PET values ranged from 7.2 °C to 56.37 °C in Erbil. The coldest PET values were observed in Masif Slahaddin area during the month of January with 7.2 °C while the highest PET values were observed in Makhmoor during the month of July with 56.4 °C.

The PET values for spring months ranged between 15.4 °C in the middle (Masif Salahaddin region) to 43.2°C in the south (Makhbour region) of the study area as illustrated in Figures 7 and 9 below. Temporary comfort conditions were experienced in the south of Erbil during the spring months. The PET values ranged from 40 to 56.4 °C in the summer months and dominantly represent a physiological level of strong heat stress. In the fall, it was observed that November experienced quite similar physiological stress level as March as illustrated in Figures 7 and 15. Slight cold stress and no thermal stress were observed in Erbil and Makhbur regions in November.

Table 4. The PET classification by color for all months

Weather Stations	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ogu	Seb	Oct	Nov	Dec
Erbil	10.9	14.0	21.0	30.2	43.2	49.8	54.1	53.6	46.6	34.9	21.4	13.1
Makhmur	11.38	14.9	21.5	31.1	41.9	51.4	56.4	55.7	47.2	36.7	21.6	13.6
Masif slahaddin	7.2	9.3	15.4	22.6	32.6	41.1	47.2	47.4	40.0	29.4	16.8	10.2
Shaqlawaw	7.8	11.2	18.7	26.0	35.5	47.1	51.1	50.2	44.1	30.9	17.9	10.3
Soran	8.57	12.63	19.9	24.4	36.8	46.6	51.3	51.4	44.3	31.4	18.5	10.41
Koyea	9	12.8	19.7	28.8	38.9	48.5	53.4	53.2	46.0	34.0	19.1	11.2

> 4 : very cold	
4 - 8 : cold	
8 - 13 : cool	
13 - 18 : Slightly cool	
18 - 23 : Comfortable	

23 - 29 : Slightly warm	
29 - 35 : warm	
35 - 41 : hot	
< 41 : very hot	

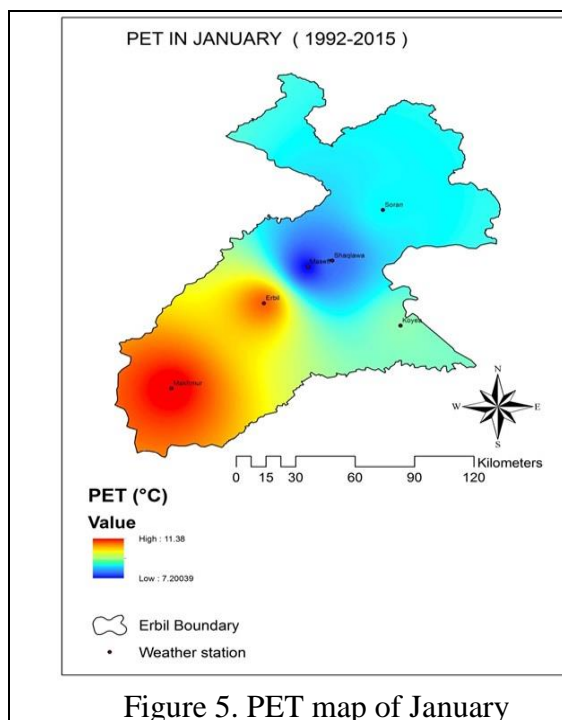


Figure 5. PET map of January

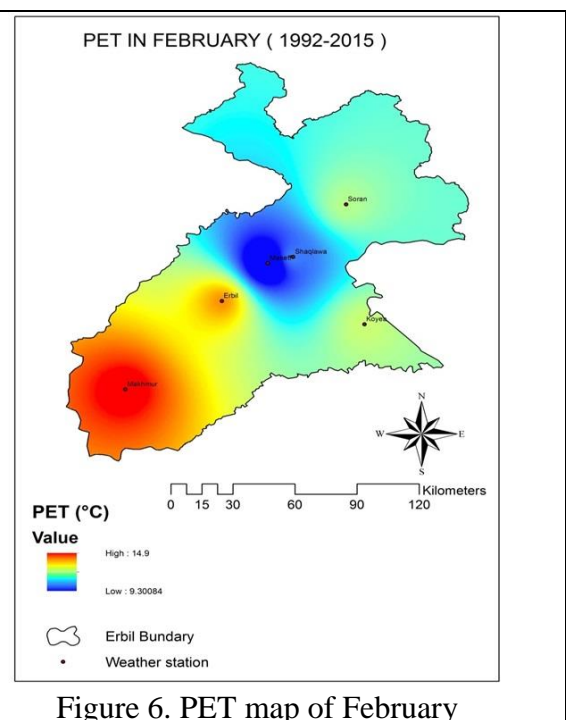


Figure 6. PET map of February

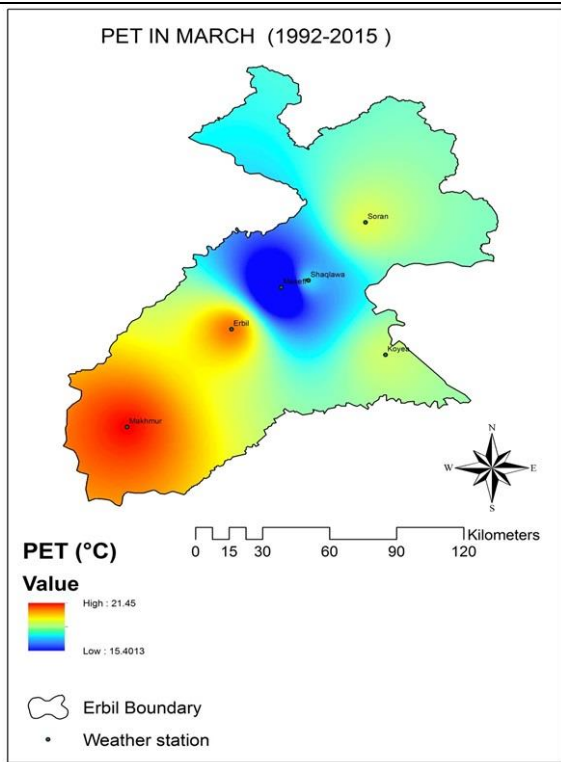


Figure 7. PET map of March

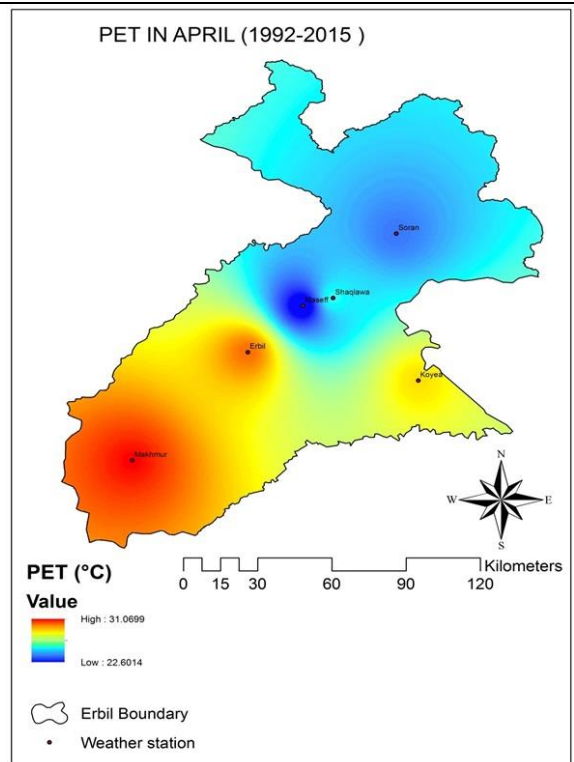


Figure 8. PET map of April

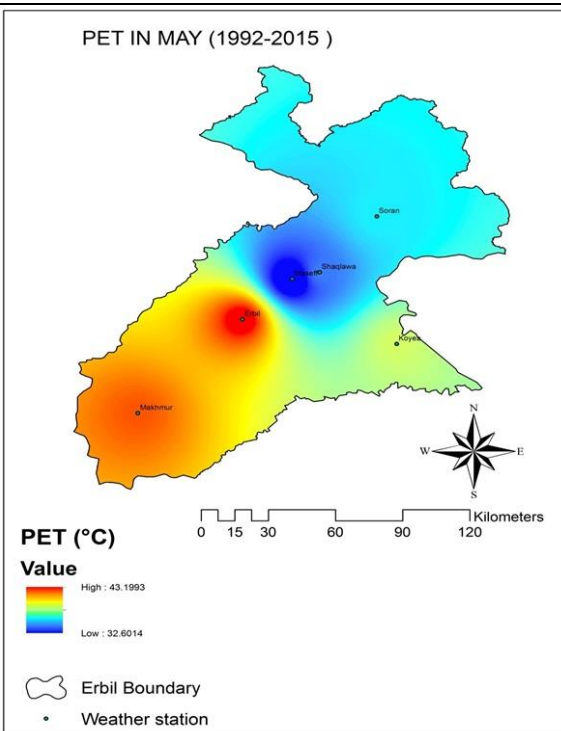


Figure 9. PET map of May

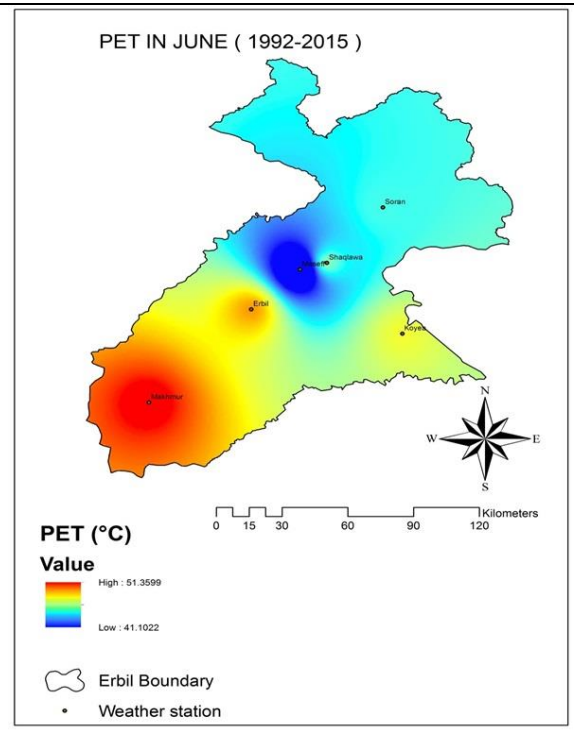


Figure 10. PET map of June

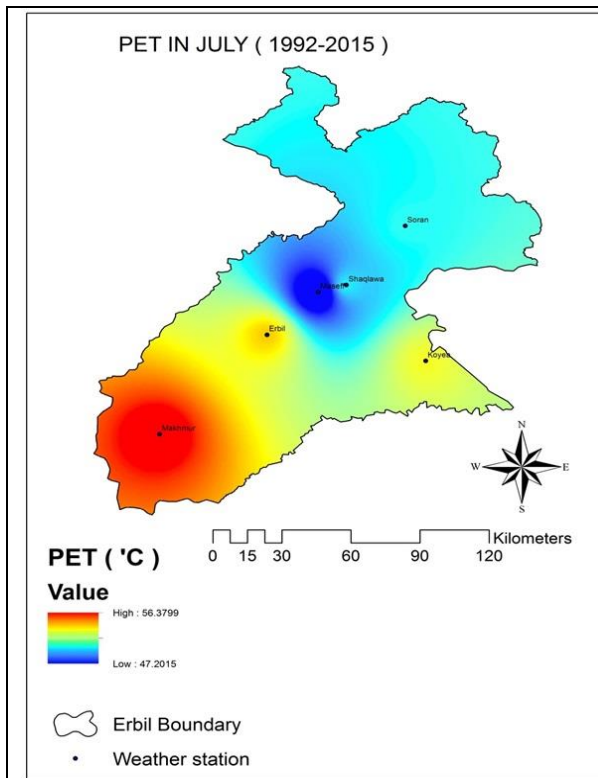


Figure 11. PET map of July

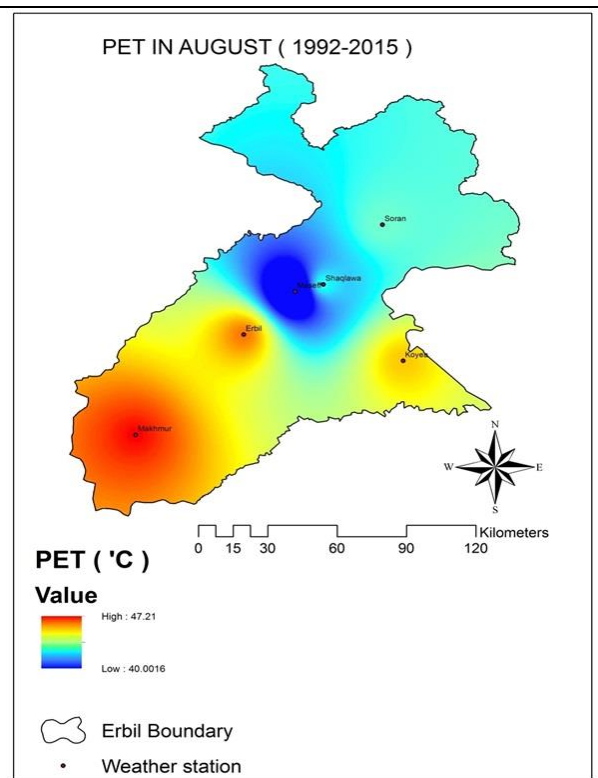


Figure 12. PET map of August

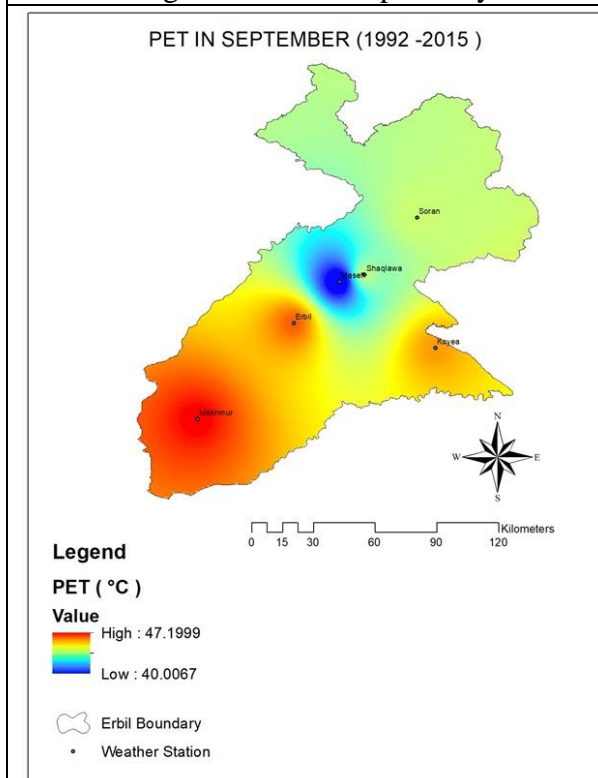


Figure 13. PET map of September

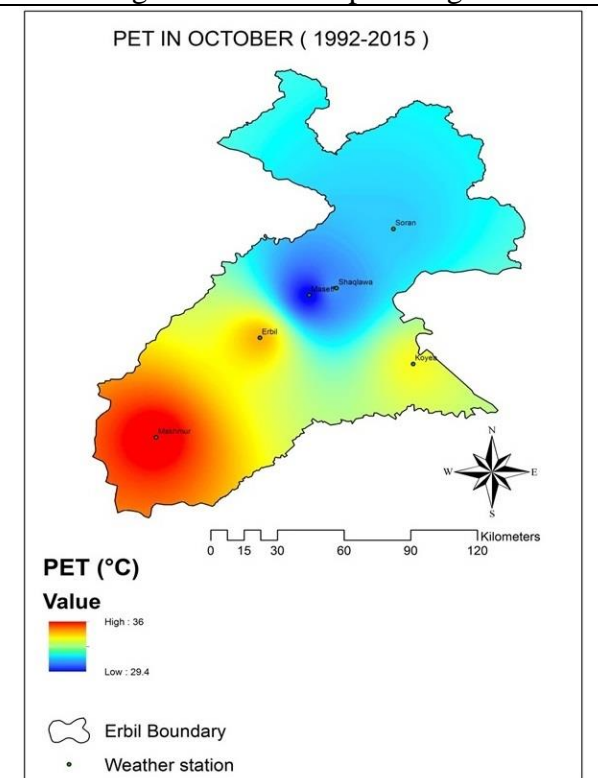
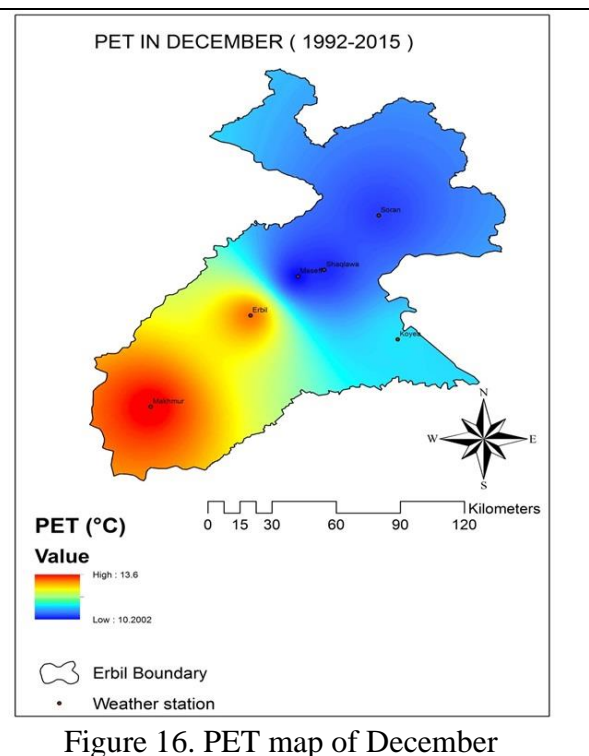
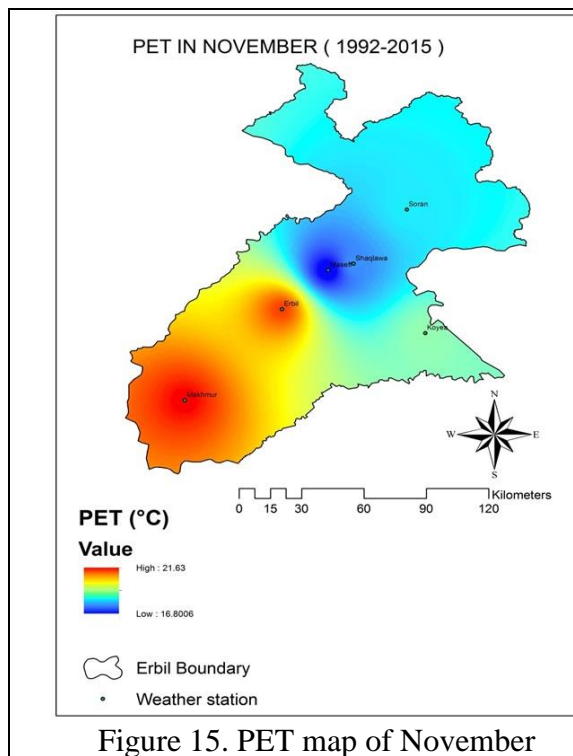


Figure 14. PET map of October



## CONCLUSIONS

The PET is a popular method for the assessment of thermal comfort and thermal stress used by decision makers. The monthly PET values observed in Erbil ranged from 7.2 °C to 56.4 °C using RayMan program. The coldest PET values were observed in Masif Salahaddin region while the hottest PET values were found in Makhmur region during the summer months.

After working on Erbil central area for PET values calculated at 15:00 o'clock, we can conclude that topography is the main reason for the differences in the PET in Erbil. Urban expansion and urban sprawl are the second reason for PET differences. Water surfaces and green areas can be effective in cooling the city.

In Erbil, we can conclude that both March and November can be the best months for outdoor activity during the year. December, January and February are the coldest months. During May to September are the hottest months especially in July.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Ministry of Agriculture and Water Resources of Iraq for providing the meteorological data.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Twana Abdulrahman Hamad:** Organizing weather data, creating maps, help in manuscript writing. **Hakan Oguz:** Analyzing weather data using RayMan Pro and ArcGIS, writing, editing and reviewing the manuscript.

## REFERENCES

- Daneshvar, M.R.M., Bagherzadeh, A., & Tavousi, T. (2013) Assessment of Bioclimatic Comfort Conditions based on Physiologically Equivalent Temperature (PET) using the RayMan Model in Iran, *Cent. Eur. J. Geosci.*, 5(1), 53-60
- EKU (2020) Eastern Kentucky University. Importance of Parks and Recreation. Retrieved from <https://recreation.eku.edu/importance-parks-and-recreation>
- Farajzadeh H., & Matzarakis A., (2012) Evaluation of thermal comfort conditions in Ourmieh Lake, Iran. *Theor Appl Climatol.*, 107, 451–459
- Höppe P.R., (1999) The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol*, 43, 71–75
- Lin T.P., & Matzarakis A., (2008) Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *Int J Biometeorol.*, 52, 281–290
- Lin T.P., & Matzarakis A., (2011) Tourism–climate information based on human thermal perception in Eastern China and Taiwan. *Tour Manag.*, 32, 492–500
- Lo CP, & Yeung A.K.W. (2002) Concepts of Techniques of GIS. Prentice Hall, New Jersey
- Matzarakis A., Mayer H., & Iziomon M.G., (1999) Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int J Biometeorol.*, 43, 76–84
- Matzarakis A., (2006) Weather and climate related information for tourism. *Tour Hosp Plan Dev.*, 3, 99–115
- Matzarakis A., Rutz F., & Mayer H., (2010) Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. *Int J Biometeorol.*, 54, 131–139
- Matzarakis A., Rutz F., & Mayer H., (2007) Modelling Radiation fluxes in easy and complex environments – Application of the RayMan model. *Int J Biometeorol.*, 51, 323–334
- Matzarakis A., & Mayer H., (1996) Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO collaborating centre for Air Quality Management and Air pollution Control. *Newsletters*, 18, 7–10
- Mieczkowski Z., (1985) The tourism climate index: a method for evaluating world climates for tourism. *Cana Geogr.*, 29, 220–233
- Matallah, M.E., Alkama, D., Ahriz, A., & Attia, S. (2020) Assessment of the Outdoor Thermal Comfort in Oases Settlements, *Atmosphere*, 11(2), 185, 1-17
- Morgan R., Gatell E., Junyent R., Micallef A., Özhan E., & Williams A., (2000) An improved user – based beach climate index. *J Coast Conserv.*, 6, 41–50
- Topay, M. (2013) Mapping of thermal comfort for outdoor recreation planning using GIS: the case of Isparta Province (Turkey) *Turk J Agric For* 37: 110-120
- Toy, S., Yılmaz, S., & Yılmaz, H. (2005) Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. *Build Environ* 42: 1315–1318.
- VDI. (1998) Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning. Part I: Climate. Beuth, Berlin, VDI guideline 3787, Part 2.
- Yılmaz, S., Akif, I.M. & Matzarakis, A. (2013) *Global NEST Journal*, 15(3), 408-420.



Zengin, M., Kopar, İ., & Karahan, F. (2010) Determination of bioclimatic comfort in Erzurum-Rize expressway using GIS. *Build Environ* 45, 158–164.



## HAVZALARDA BAZI HİDROLOJİK KARAKTERİSTİKLERİN ARCHDYRO YAZILIMI KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Ahmet REİS<sup>1,\*</sup>, Turgay DİNDAROĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

\*Sorumlu Yazar: [reisahmet61@gmail.com](mailto:reisahmet61@gmail.com)

Ahmet REİS: <https://orcid.org/0000-0003-3247-4174>

Turgay DİNDAROĞLU: <https://orcid.org/0000-0003-2165-8138>

**Please cite this article as:** Reis, A. & Dindaroğlu, T. (2020) Havzalarda bazı hidrolojik karakteristiklerin archdyro yazılımı kullanılarak belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 146-159.

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 20 Mart 2020 / Received 20 March 2020

Düzeltilmelerin gelişi 6 Nisan 2020 / Received in revised form 6 April 2020

Kabul 17 Nisan 2020 / Accepted 17 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ÖZET:** Su kaynaklarının doğal sınırları içerisinde hareketine olanak sağlayan havzalar, sürdürülebilir su yönetiminde de aktif rol oynarlar. Mevcut su potansiyelinin etkin kullanımı havza özelliklerinin belirlenmesine ve planlanmasına bağlıdır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve bağlantılı yazılımlar (ArcHydro) birçok alanda olduğu gibi havzaların planlanmasında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Kahramanmaraş ili Bertiz Çayı Yağış Havzasında CBS programlarından biri olan ArcGIS ile entegre olarak çalışan ArcHydro yazılımı kullanılarak havzadaki bazı hidrolojik özelliklerinin (su akış yönleri, birikimli akış ağları, drenaj ağları ve alt havza sınırları) belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma bulgularına göre, havzada 8 farklı akış yönü belirlenmiş ve birikimli akışlar doğu-batı hattında akan ana akış yoluna doğru olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanının alt havza sınırları oluşturulmuş ve toplamda 57 adet alt mikro havza tespit edilmiştir. 1/25000 ölçekli memleket haritaların sayısallaştırılması ile havzada 1484 tane drenaj ağ kolu ve toplam 784.39 km drenaj ağ uzunluğu tespit edilmiştir. Archydro kullanılarak oluşturulan modelde ise elde edilen potansiyel drenaj ağları 1586 adet ve uzunluğu ise 647.04 km olarak bulunmuştur. Drenaj ağlarının mekânsal dağılımı üzerinde yapılan validasyon işlemi sonucunda doğruluk oranı % 92 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak GIS yazılımları gerçeğe yakın hidrolojik modellemelerle hız, doğruluk ve maliyet açısından önemli kazanımlar sağlama potansiyeline sahiptir.

**Anahtar kelimeler:** Hidrolojik özellikler, ArcHydro, Havza, Akış ağı, GIS, Kahramanmaraş

### DETERMINATION OF SOME HYDROLOGIC CHARACTERISTICS IN THE WATERSHED OF BERTIZ STREAM, KAHRAMANMARAŞ BY USING ARCHDYRO SOFTWARE

**ABSTRACT:** Watersheds that allow the movement of water resources within their natural borders also play an active role in sustainable water management. The effective use of

existing water potential depends on determining and planning the watershed characteristics. Geographic Information Systems (GIS and related software (ArcHydro) are used effectively in the planning of watersheds as well as in many other fields. This study was carried out to determine some hydrological characteristics (water flow directions, flow accumulation networks, stream networks and sub-watershed boundaries) in the watershed by using the ArcHydro module, which integrates with the ArcGIS program in the Kahramanmaras Bertiz Stream Watershed in the Eastern Mediterranean region. According to the results, 8 different flow directions were determined in the watershed and the accumulated flows were determined to be towards the main flow road flowing in the east-west line. Sub-watershed boundaries of the research area were created and a total of 57 sub-micro watersheds were identified. Using the digitized 1/25000 scale topographic maps, 1484 drainage networks and 784.39 km drainage network lengths were determined in the watershed. In the model created using ArcHydro, the potential stream networks were 1586 and the total stream network length was 647.04 km. As a result of the validation process on the spatial distribution of drainage networks, the accuracy rate was determined as 92 %. As a result, GIS software has the potential to achieve faster, more accurate and low cost gains with realistic hydrological models.

**Keywords:** Hydrology characteristics, ArcHydro, Watershed, Stream network, GIS, Kahramanmaraş

## GİRİŞ

Dünyada hızla artan nüfus ve sanayileşme ile birlikte hızlı kentleşme özellikle su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Bu baskılara tarımsal faaliyetler ve meteorolojik olaylarda dahil edildiğinde su kaynaklarının gün geçtikçe azalması veya yok olması kaçınılmaz olmaktadır. Ülkemizin farklı topografik yapısına sahip olmasından dolayı drenaj sorunları oldukça fazla görülmektedir. Kentsel alanlarda su kaynaklarının doğru bir şekilde kullanımı ve yönetimi, sel, taşkın gibi olayların önlenmesi ve çözülmesi gereken en önemli konulardır. Bu nedenle fazla yağış miktarı veya yanlış sulama yöntemleri sonucunda ortaya çıkan drenaj sorunlarının çözümü önem kazanmaktadır. Bu konuyla ilişkili gerekli tasarım ve uygulama sürecine bağlı öneriler geliştirilmelidir (Berekatoğlu & Bahçeci, 2005).

Havza, su kaynaklarının doğal sınırını oluşturan ve suyun hareketini sağlayan hidrolojik bir birimdir. Bununla beraber hidrolojik olarak bağımsız şekilde mevcut alanların sınırlarını da belirlemektedir (Mostaghimi et al., 1997). Yağmur sularının toplanması ve dağıtılmasında önemli rol oynayan havza sınırları ve havzanın bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi özellikle su kaynaklarının kullanımı ve korunması için oldukça önemlidir (Cüce & Bakan, 2009). Bu fiziksel parametrelerin belirlenmesi, havza ve su kaynaklarını devamlılık prensibi içerisinde değerlendirerek havzayı bir bütünüyle yönetme ve planlamada mühendislere önemli katkılar sunmaktadır (Li, 2014). Tükenmekte olan su kaynaklarının verimli kullanılması ve yeniden revize edilmesi bu konuya ilişkin çalışmaların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için su kaynaklarına ait bazı özelliklerin belirlenmesinde önemli bir araç olan Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM)'nin temel atlık olarak kullanılması gerekmektedir. Havza çalışmalarında kullanılan bilgisayar programlar ve modeller, sayısal atlık olarak üretimde ve kullanım imkanlarına göre oldukça rağbet görülmektedir. Bu bilgisayar programlarından biri olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımı gün geçtikçe artmakta ve entegre edilerek oluşturulan yazılımlar sayesinde havzanın birçok özelliklerini daha kısa sürede ve güvenli bir şekilde belirlenmesi mümkün

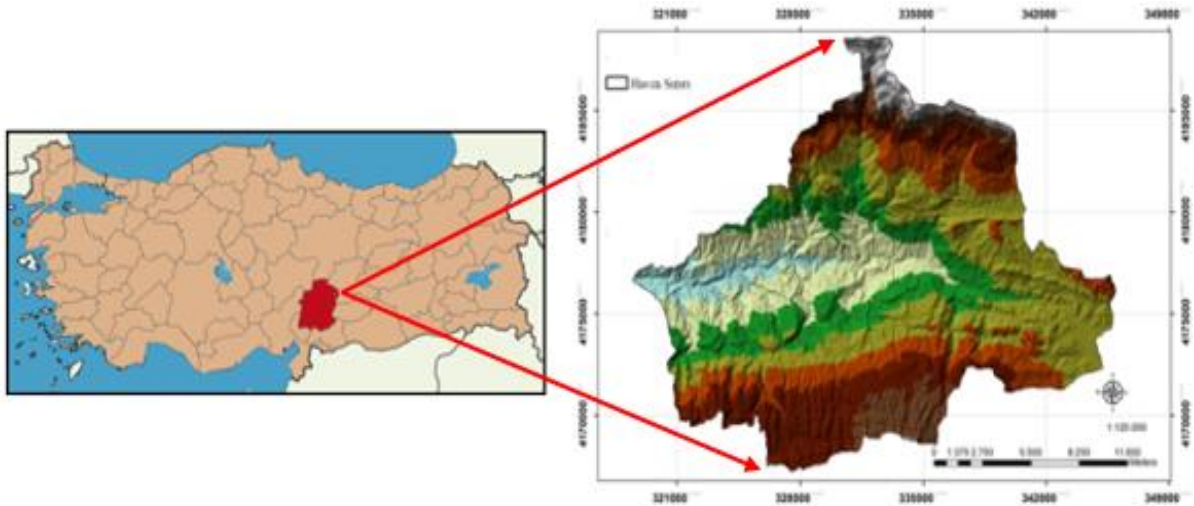
olmaktadır (Yazıcı et al., 2019). CBS yazılımlarından biri olan ArcGIS'in önemli bileşeni ArcHydro yazılımı yardımıyla Sayısal Yükseklik Modelleri kullanılarak havza sınırları ve drenaj ağları kısa sürede belirlenmektedir. Bununla birlikte baraj ve gölet gibi yapılara ait uygun aks yeri, baraj önünde inşa edilen toprak dolgusunun üst kısmı ve rezervuar yerine karar verme kısmında, taşkın olaylarını engelleyen tesislerin planlamasında ArcHydro gibi yazılımların kullanımı yaygınlaşmıştır (Li, 2014). ArcHydro yazılımı kullanılarak yeryüzünde suyun hareketini belirlemek mümkün olmaktadır. Alt havza alanlarının CBS ortamında belirlenmesinde de ArcHydro yazılımı yaygın olarak kullanılan araçlardan biridir. Ülkemizde belirlenen 25 temel havzanın "Entegre Havza Yönetiminin" gerçekleştirilebilmesi için alt havzaların ülke bazında sistematik bir şekilde tanımlanmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) önemli bileşeni olan ArcHydro yazılımı kullanılarak Kahramanmaraş ili Bertiz Çayı Yağış Havzasına ait su akış yönleri, akış toplanma gridleri ile drenaj ağları ve alt havza sınırları gibi bazı hidrolojik özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Araştırma Alanının Tanıtılması*

Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde ve Menzelet Barajının kaynağını oluşturan Bertiz Çayı Yağış Havzası, Kahramanmaraş şehir merkezine 15 km uzaklıkta ve 37°49' 43"- 37°38' 07" kuzey enlemleri ile 36°56' 25"- 37°14' 56" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Araştırma alanı 1/25.000 ölçekli M37-c2, M38-a3, M38-a4 ve M38-d2 paftaları arasında yer almaktadır. Havzanın ortalama yükseltisi 1563 m ve alanı yaklaşık 31.070 ha büyüklüğündedir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Bertiz Çayı Yağış Havzasının Türkiye haritasında genel konumu

Havza alanı genel olarak Akdeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu olmak üzere üç farklı coğrafik bölgenin etkisi altında yer almaktadır. Coğrafik konumu ve diğer faktörlerin etkisine bağlı olarak üç farklı tipte iklim özelliği gösteren çalışma alanının hâkim iklimi "Bozulmuş Akdeniz İklim" tipidir. Mevsimsel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk

ve karlı geçmektedir (Usta, 2011). Kahramanmaraş meteoroloji istasyonunun 1975-2010 yılları arasında ölçülen aylık iklim değerlerine göre araştırma alanının maksimum sıcaklık değeri 45.2 °C (Temmuz ayında), minimum sıcaklık değeri -9.6 °C (Şubat ayında) ve ortalama yıllık sıcaklık değeri 16.7 °C olmakla birlikte yıllık yağış miktarı 700 mm'nin üzerine çıkmaktadır (DMİ, 2010).

### **Sayısal Yükseklik Modeli**

Araştırma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak su akış yönlerinin, drenaj ağlarının ve alt havza sınırlarının belirlenmesi mümkündür. Havza drenaj yapısının modellenmesinde dağınık şekilde bulunan hidrolojik modeller için D8 yaklaşımı kullanılabilir (Jenson & Domingue, 1988; Turcotte et al., 2001). Bu yaklaşımda grid hücre yapısında bulunan veriler ile bu verilerle ilişkili olan drenaj ağı içerisindeki grid hücrelerinin her biri yanındaki hücrelerden yalnızca bir tanesine direkt olarak bağlı bulunabilmektedir (Tribe, 1992).

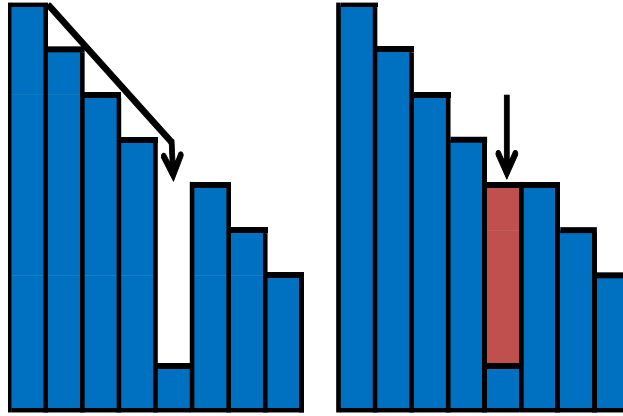
### **Drenaj Ağlarının Sisteme Tantılması**

Bu işlev, bir akış birikimi ızgarasına ve kullanıcı tarafından belirlenen bir eşığe dayalı olarak bir akış ızgarası hesaplar. Giriş akışı biriktirme ızgarasında, eşik değerden büyük bir değere sahip hücreler akış ızgarasında 1 değerini atar. Diğer tüm hücrelere veri atanmaz. Akış Birikimi Ağ (Flow Accumulation Grid) girişinin "Flow accumulation" verilerini kullanmaktadır. Çıktı Akış Ağıdır. "Str", üzerine yazılabilen varsayılan adıdır. Su yollarının eşik değerleri için varsayılan bir değer görüntülenir. Bu değer maksimum akış birikiminin % 1'ini temsil eder ve bu değer akım belirleme için önerilen eşik değeridir. Bu akışların anlamlı veya mevcut akışları temsil etmeyebilir. Başka bir eşik değeri seçilebilir. Daha küçük eşik, daha yoğun akış ağına ve genellikle daha fazla sayıda ayrıntılı yakalama ile sonuçlanır. Zemin birimleri ayarlandıysa (aksi takdirde alan grileşir), eşik alan kilometre kare kullanılarak da ayarlanabilir (ESRI, 2011).

Havza sınırlarının belirlenmesinde kullanılan D8 yöntemi, Sayısal Yükseklik Modeli üzerinde her bir hücreye ait su akış yönlerinin hesaplanması, su akış yönlerine bakılarak havza sınırının belirlenmesi, drenaj ağının modellenmesi ve hesaplanan su akış yönleri ve modellenmiş olan drenaj ağı kısımları kullanılarak alt havza sınırlarının belirlenmesi şeklinde toplamda 4 aşamadan oluşmaktadır.

D8 yönteminde farklı birçok yaklaşımda olduğu gibi su akışını engelleyen yapıların (çukur ve düz alanlar) bulunması halinde drenaj ağının belirlenmesi zorlaşmaktadır (Garbrecht & Martz, 1999). Su akışını engelleyen yapılar çoğunlukla Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulurken ortaya çıkan enterpolasyon hatalarından ve veri karmaşıklıklarından kaynaklanmaktadır. Bu çukur ve düz alanlara ait grid hücre değerlerinin yanında bulunan diğer hücre değerlerinden daha düşük olması komşu hücrelere doğru su akışına engel olmaktadır (Jenson & Domingue, 1988; Venkatachalam et al., 2001) (Şekil 2). Sayısal Yükseklik Modelinde akış yönleri tespit edilmeden önce çukur ve düz alanlara ait grid hücre değerlerinin düzeltilmesi gerekmektedir. Havza sınırı belirlenirken düzeltme işlemlerinin yapılmaması halinde çukur ve düz alanlar etrafında bulunan grid hücreler kendi aralarında kapalı alanlar oluşturup havzayı temsil etmeyecektir (Smemoe, 1997). Modelin bu problemini çözmek için yükseklik değeri yeniden düzenlenmektedir. Üretilen "Agree DEM" verileri kullanılarak, "fill" verisi belirlenmekte ve bu şekilde drenaj ağlarının birbirinden kopuk ve

kesik kesik olması önlenmektedir (Anonim, 2003; Anonymous, 2009; Mervade, 2011; Ayhan et al., 2012).

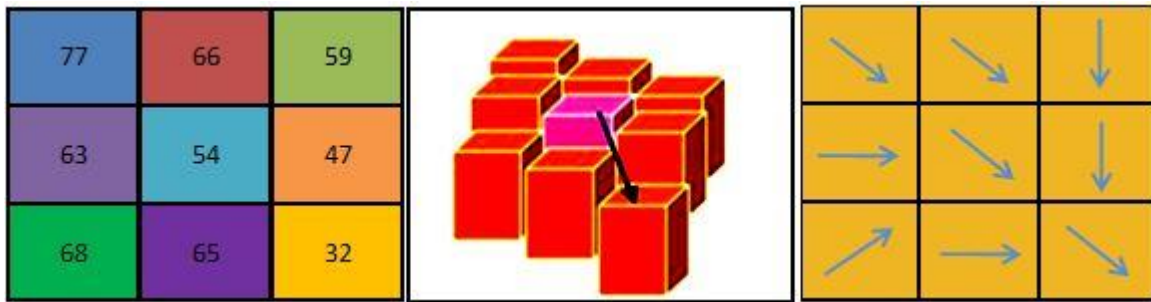


Şekil 2. Sayısal Yükseklik Modeli Üzerinde Oluşabilecek Boşlukların Doldurulması


### **Su Akış Yönlerinin Belirlenmesi**

ArcHydro yazılımı kullanılarak havza içerisindeki akarsuların su akış yönleri belirlenmektedir (Maidment & ark., 2002). Sayısal Yükseklik Modeline bağlı bir şekilde akış yönleri kullanılarak hidrolojide su kanalları ve sediment taşınma hareketleri hesaplanmaktadır (Tarboton, 1997). Her bir grid hücresi Sayısal Yükseklik Modeli üzerinde belirli bir yükseklik değerine sahiptir. Hücrelerde akış yönü, yükseklik değeri kendisinden daha düşük olan komşu hücrelerden yalnızca birine doğru olabilmektedir (Şekil 3).

Grid sisteminde bulunan her bir hücre için aşağı, yukarı, sağa, sola, yukarı sağ, yukarı sol, aşağı sağ ve aşağı sol olmak üzere 8 olası yön vardır. Akış yönü bilgisayar ortamında, “8 yönlü akım modeli” şeklinde ifade edilmektedir. Bu akım modelinde gridin akış yönünü göstermek için yönlere bağlı bir şekilde geliştirilen rakamsal değerler kullanılmaktadır (Şekil 4). Su akış yönlerinin belirlenmesinde üretilmiş olan “fill” verisi kullanılarak, “fdr” verisi belirlenmektedir (Anonim, 2003; Djokic, 2008; Mervade, 2011; Ayhan et al., 2012).



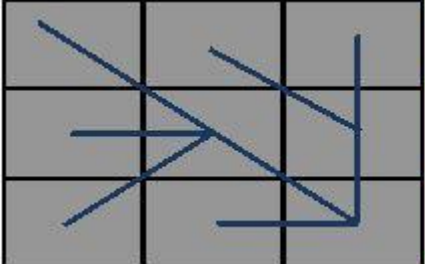
Şekil 3. Akış Yönleri (Güreşçi & ark., 2012)

32	64	128	KuzeyBatı	Kuzey	KuzeyDoğu
16		1	Batı		Doğu
8	4	2	GüneyBatı	Güney	GüneyDoğu

Şekil 4. Su Akış Yönleri ve Tanımlanması (Güreşçi & ark., 2012)

### Akış Toplanma Gridlerinin Hesaplanması

Bir grid hücrenin suyun toplandığı yerlerdeki hücre sayısı hesaplanarak nehir kolları belirlenmektedir. Üretilen “fdr” verisi kullanılarak, “fac” verisi belirlenmektedir (Anonim, 2003; Anonymous, 2009; Mervade, 2011; Ayhan et al., 2012). Su akışı ilişkileri bakımından akış olma durumlarına göre a, b, c, d, g ve h hücrelerine doğru akış bulunmadığından bu hücrelere 0 değeri girilmiştir. Bununla birlikte akış oluşturan e hücresine 3 ve f hücresine ise 2 değeri verilmiştir. Yükseklik değeri en düşük i hücresi olduğu için 8 hücreden gelen akış bu hücrede toplanmaktadır (Güreşçi et al., 2012) (Şekil 5).

	a	b	c	0	0	0
	d	e	f	0	3	2
	g	h	i	0	0	8

Şekil 5. Su Akışı Toplanma Yönü

### Nehirlerin Tanımlanması ve Bölümlenmesi

Nehir tanımlama işlemi, sistemde araştırma alanına göre bulunan eşik değerlerin oluşturduğu kısımlar dikkate alınarak dere tanımlamalarının yapıldığı aşamadır. Belirlenmiş olan “fac” verisi kullanılarak, “Str” verisi üretilmektedir. Str verisinde nehrin yer aldığı tüm hücreler “1” değeri içermektedir (Mervade, 2011; Ayhan et al., 2012). Nehir ağı yoğunluğunun daha fazla olması eşik değerinin düşmesinden kaynaklanmaktadır. Nehir bölümlenmesinde belirli bir bölümde bulunan bütün hücreler aynı grid kodu içererek o bölgeyi temsil etmektedir. Her bir nehir kolunda farklı değer bulunmaktadır (Karadağ, 2012). Nehir kollarının her biri ayrı değere sahiptir. Üretilen “Fdr” ve “Str” verisi kullanılarak, “StrLnk” verisi belirlenmektedir (Mervade, 2011; Ayhan et al., 2012).

### Drenaj Ağlarının ve Drenaj Noktasının Belirlenmesi

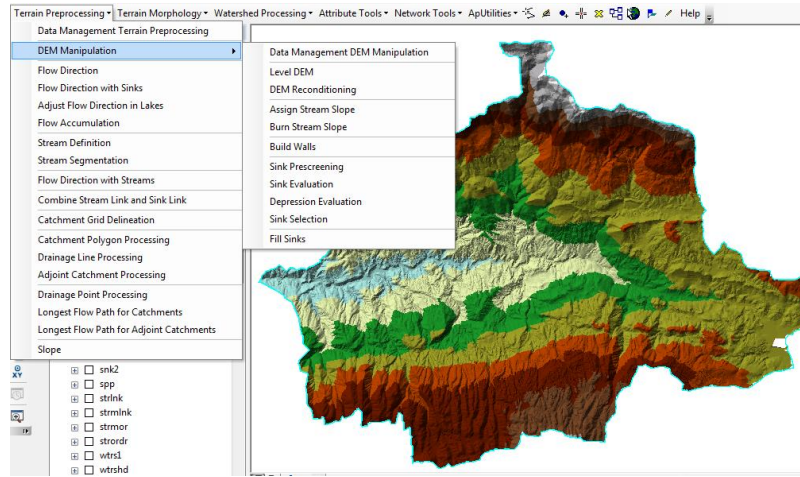
Nehir bölümlenme de üretilen verinin drenaj ağına dönüştürüldüğü aşamadır. Önceden belirlenen “StrLnk” ve “Fdr” verisi kullanılarak, “DrainageLine” verisi üretilmektedir. Drenaj noktalarının oluşturulmasında üretilen “Fac” “Cat” ve “Catchment” verisi kullanılarak, “Drainagepoint” verisi tespit edilmektedir (Mervade, 2011; Ayhan et al., 2012).

## Alt Havza Sınırlarının Belirlenmesi

Havza sınırlarının belirlenmesinden farklı olarak oluşturulan alt havza sınırları akış yönleri modeli ile birlikte modellenmiş olan drenaj ağını da kullanmaktadır. Drenaj ağının oluşmasında her bir kol kesişim noktalarından parçalara bölünerek her bir kola ait su akış alanları tespit edilmektedir. Böylelikle parçalara ayrılarak oluşmuş her bir alan alt havzayı temsil etmektedir (Turcotte et al., 2001).

## BULGULAR

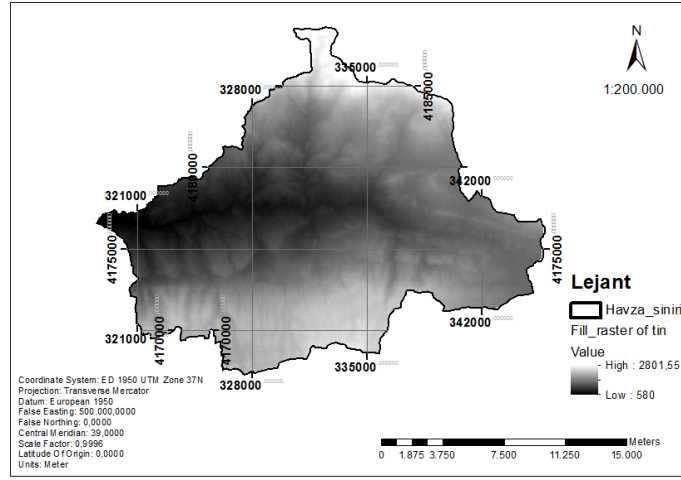
ArcHydro menüsünde DEM verileri kullanılarak hidrolojik özellikler değerlendirilmektedir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üzerinden ArcHydro yazılımı kullanılarak havza alanı hidrolojik özellikleri belirlenmiştir (Şekil 6). Harita üzerinde su ayırım çizgileri kullanılarak çizilen belirgin hat ile havzanın sınırları belirlenmiştir. Sonrasında CBS kullanılarak gerekli olan sayısallaştırmalar yapılmış ve havza alanı belirlenmiştir (ESRI, 2010). Havza alanının modellenmesinde D8 yöntemi kullanılmıştır (Jenson & Domingue, 1988). Sayısal Yüksek Modeli kullanılarak su akış yönleri, akış toplanma gridlerinin hesaplanması ile drenaj ağları ve alt havza sınırları oluşturulmuştur. CBS'nin bileşeni olan ArcHydro yazılımı ile zamana bağlı veriler mekânsal özelliklerle anlamlandırılarak yeryüzünde suyun hareketi belirlenebilmektedir.



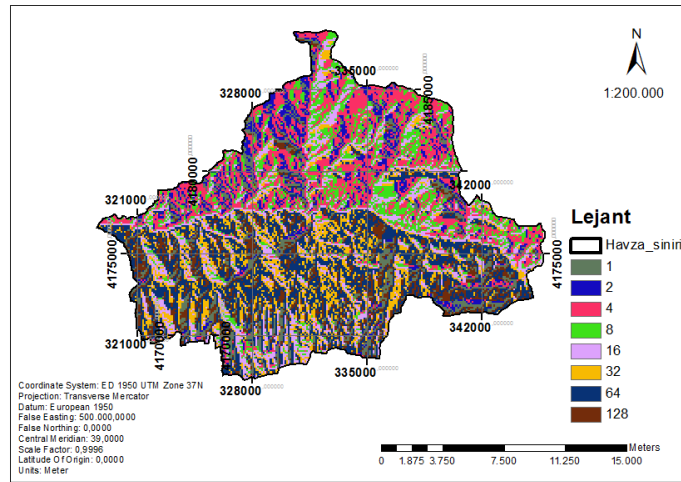
Şekil 6. Archydro Menüsü

Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'nde su akış yönleri tespit edilmeden önce çukur ve düz alanlara ait grid hücre değerlerinde oluşan boşluklar düzeltilmiştir (Şekil 7). Akış yönlerinin belirlenmesinde grid sisteminde bulunan her hücredeki akım yönü bir araya getirilerek havzanın drenaj yönleri belirlenmiştir (Dindaroğlu et al., 2011). Havzada 8 tane akış yönü tespit edilmiştir (Şekil 8). D8 modeli herhangi bir hücredeki akımın aralarında eğimi en fazla olan düşük kottaki komşusuna doğru olduğunu varsayan tek akım yönlü bir algoritmadır (O'Callaghan & Mark, 1984). Bu algoritmada kenarda bulunan hücrelerin dışında her hücrenin Doğu, Kuzeydoğu, Kuzey, Kuzeybatı, Batı, Güneybatı, Güney ve Güneydoğu olarak kodlanmış sekiz komşusu vardır. Bir başka yöntem olarak Dinf yaklaşımında (Tarboton, 1997), üçgen petekler kullanılmakta ve eğimin en fazla olduğu yönde akış olduğu kabul edilmektedir.



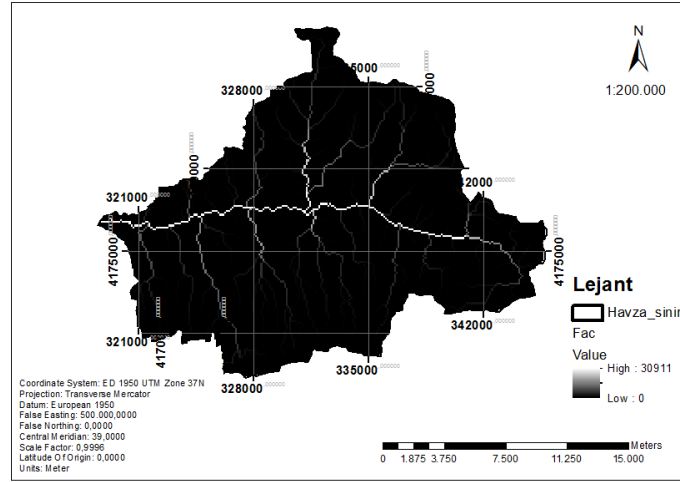


Şekil 7. Boşlukları doldurulmuş SYM



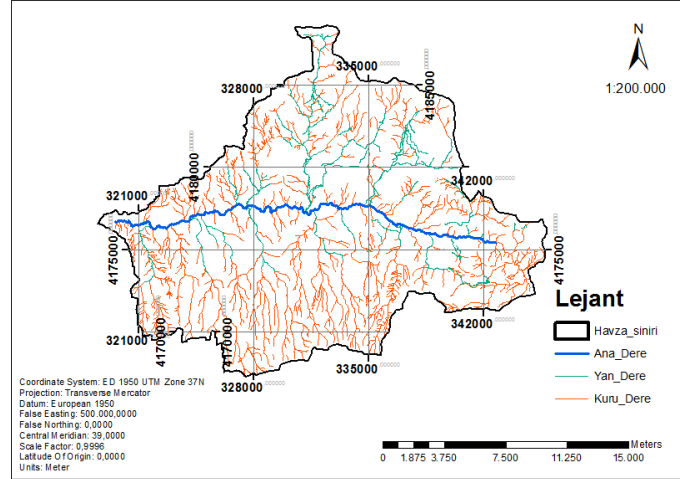
Şekil 8. Akış Yönleri Haritası

Havza sınırlarının belirlenmesinde Sayısal Yükseklik Modelinden yararlanılmış ve bu model üzerinde D8 yaklaşımıyla belirlenen su akış yönleri kullanılarak akış toplanma modeli oluşturulmuştur. Grid değeri sıfır olan hücreler siyah renk alırken, grid değerinin yükselmesi ile hücrelerin rengi daha açık olmuştur. En büyük grid değeri 30911 olarak tespit edilmiştir. Bu değerin bulunduğu nokta en açık renge sahip olmakla birlikte en fazla akışın toplandığı yer olarak belirlenmiştir (Şekil 9).



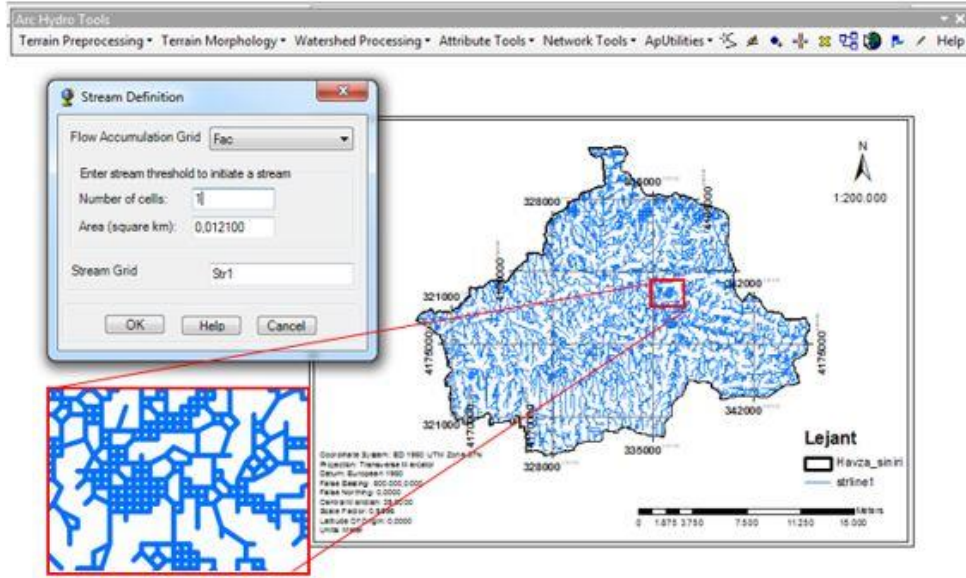
Şekil 9. Akış Toplanma Modeli Haritası

Tanımlanan akış toplanma modeli üzerinde alt sınır değer 0 (sıfır) ve sıfır üstü aktif değerlere sahip noktalar kullanılarak çalışma alanına yönelik drenaj ağı belirlenmiştir. Havzada gerçek drenaj ağının toplam uzunluğunu ana dere (29.26 km), yan dereler (147.13 km) ve kuru dereler (608 km) oluşturmuş ve toplamda 784.39 km olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte havzanın gerçek drenaj ağında toplamda 1484 tane drenaj ağı kolu belirlenmiştir (Şekil 10). Maksimum akış toplanma noktasını beslemekte olan drenaj ağı ve alanı bu noktalara ait değerler dikkate alınarak tespit edilmiştir. Havza bölümlenmesinde akarsu ağı tespit edildikten sonra her akarsu bölümü için alt havzalar veya drenaj alanları belirlenmiştir (Dindaroğlu et al., 2011).

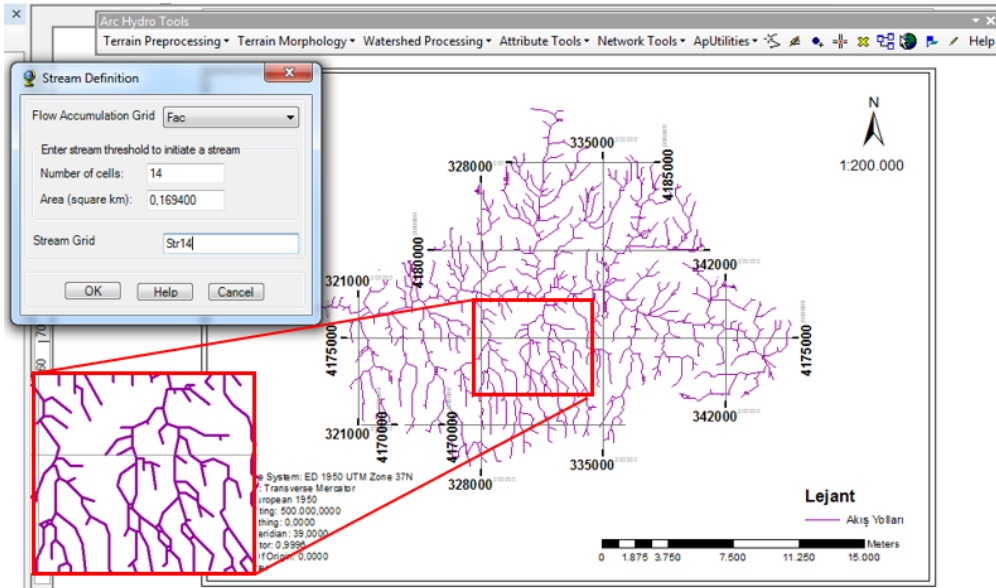


Şekil 10. Gerçek Drenaj Ağları Haritası

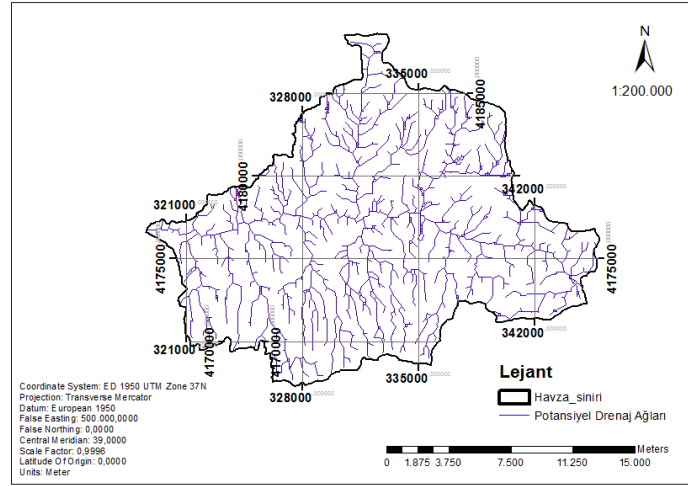
Havzanın drenaj sistemi oluşturulmuş ve akış tanımlamaları yapılmıştır. Drenaj ağları bakımından yazılıma hücre sayısı en düşük değer olarak 1 girildiğinde akış tanımlamalarında hatalar belirlenmiştir (Şekil 11). Hücre sayısını yükselttiğimizde (hücre sayısı=14) akış tanımlamalarındaki hatalar düzeltilmiş ve potansiyel su akış ağları elde edilmiştir (Şekil 12 ve 13).



Şekil 11. Akış Tanımlama (Hücre=1)



Şekil 12. Akış Tanımlama (Hücre=14)



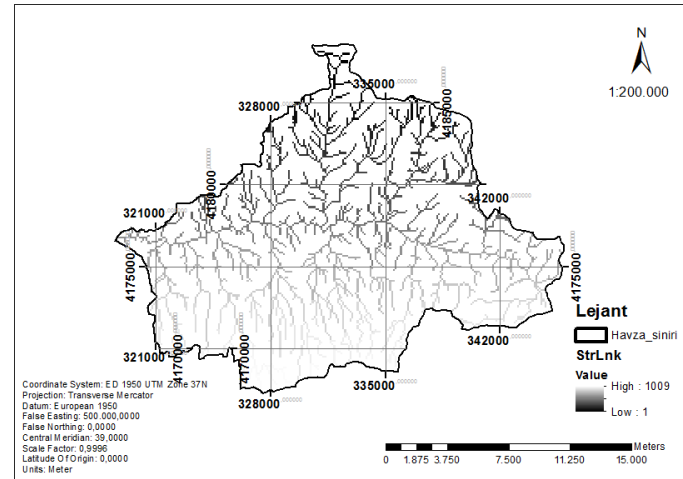
Şekil 13. Potansiyel Drenaj Ağları Haritası

Havzanın drenaj ağlarını potansiyel olarak yansıtmakta olan üzerinde çalıştığımız hücre sayısı önemlidir. Potansiyel drenaj ağları bakımından yazılıma hücre sayısı olarak 14 olarak belirlenmiş ve toplam uzunlukları sırasıyla 647.04 km drenaj ağlarını oluşturan nehir kolu sayısı toplamda 1586 adet olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Gerçek ve Potansiyel Drenaj Ağları

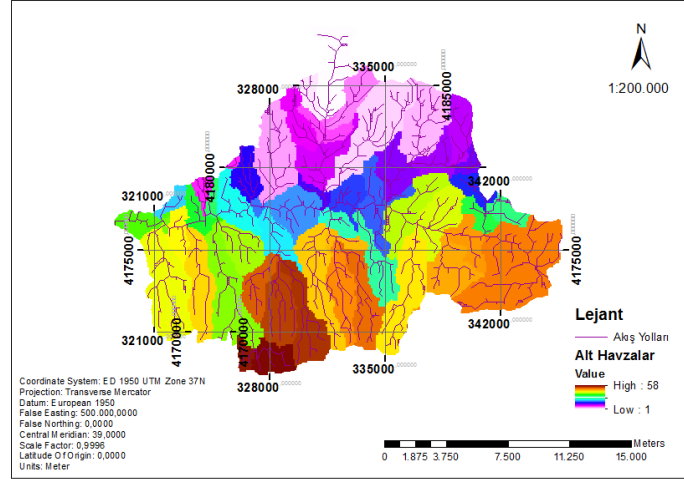
	Gerçek Drenaj Ağları		Potansiyel Drenaj Ağları	
	Adet	Uzunluk (km)	Adet	Uzunluk (km)
<b>Toplam</b>	1484	784.39	1586	647.04

Akış tanımlamaları değerlendirildiğinde, yazılımda belirli bir yerde bulunan hücrelerin hepsi aynı grid kodu değerinde bulunması ve her drenaj kolunun ayrı grid kodu değeri alması, akış bölümlenmesini oluşturmuştur. Böylelikle havzanın akış bölümlenme haritası elde edilmiştir (Şekil 14).



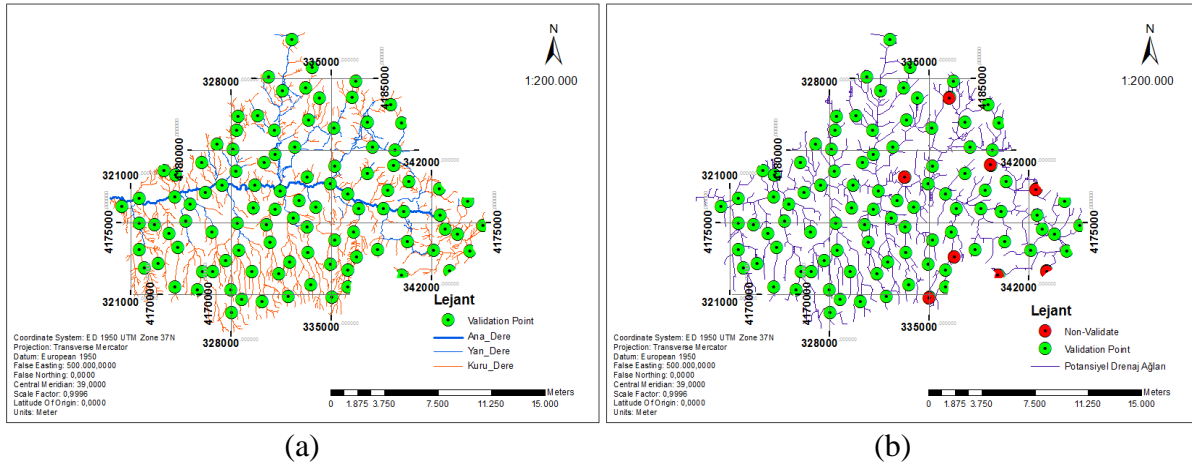
Şekil 14. Akış Bölümlenme Haritası

Drenaj ağını oluşturan su kollarının keşiştiği noktalardan parçalara ayrılan her bir alan alt havzaları oluşturmuştur. Araştırma alanında toplamda 57 adet alt mikro havza belirlenmiştir. Bu alt havzaların her biri farklı renk tonlarında verilmiştir (Şekil 15). ArcHydro yazılımı ile oluşturulan alt havza haritası dikkate alınarak çalışma alanının fiziksel özellikleri belirlenip planlama ve uygulama aşamasında gerekli olan temel altlık veriyi sağlamaktadır.



Şekil 15. Alt Havza Sınırları Haritası

Havzanın gerçek drenaj ağları ve yazılımla belirlenen potansiyel drenaj ağlarını doğruluğunu değerlendirmek için mekansal doğruluk analizi yapılmıştır. Drenaj ağlarını yersel olarak tahmin etmede gerçek validasyon ile potansiyel validasyon karşılaştırıldığında doğruluk oranı % 92 olarak bulunmuştur (Şekil 16).



Şekil 16. Validasyon Gerçek Drenaj Ağları (a) ve Potansiyel Drenaj Ağları (b)

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ArcHydro yazılımı kullanılarak araştırma alanına ait su akış yönleri, akış birikim gridleri, drenaj ağları ve alt mikro havza sınırları belirlenmiştir. Havzanın gerçekte drenaj ağları toplam uzunluğu 784.39 km tespit edilmiş ve bu drenaj ağlarını oluşturan toplamda 1484 tane drenaj ağı kolu belirlenmiştir. Potansiyel drenaj ağları bakımından 647.04 km drenaj ağlarını oluşturan nehir kolu sayısı 1586 adet bulunmuştur. Araştırma

alanın alt havza sınırları oluşturulmuş ve toplamda 57 adet alt havza tespit edilmiştir. Drenaj ağlarını yersel olarak tahmin etmede gerçek validasyon ile potansiyel validasyon karşılaştırıldığında doğruluk oranı % 92 olarak bulunmuştur. Araştırma alanında yapılacak olan havza çalışmalarında elde edilen bu veriler havza özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Havzalarda planlama ve uygulama çalışmaları öncelikle su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla yapılmalıdır. Havzanın özelliklerini belirlemek, su kaynaklarında oluşabilecek sorunların çözülmesine temel veri sağlayacaktır. Bu kapsamda en temel veriler havza sınırlarının belirlenmesi ve suyun havza içerisindeki hareketi ile elde edilmektedir. ArcHydro vb. yazılımlar havza planlama çalışmalarında işlemlerin daha pratik ve güvenilir bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır.

### YAZAR KATKILARI

**Ahmet Reis:** Araştırma alanının ve makale konusunun belirlenmesi, uygulanacak olan yöntemlere karar verilmesi, sayısal yükseklik modeli oluşturularak gerekli haritaların ve verilerin üretilmesi, üretilen verilerin yorumlanması, makale yazımına katkı sağlama. **Turgay Dindaroğlu:** Uygulanacak olan yöntemin kararında katkı sağlama, üretilen haritalara doğruluk analizinin yapılması, haritaların düzeltilip güncellenmesi, makale yazımına katkı sağlama.

### KAYNAKLAR

- Anonim (2003) ArcGIS Spatial Analysis yazılımı, Kurs Notları, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Eğitim Ltd. Sti., Ankara.
- Anonymous (2009) Arc Hydro Tools Version 1.3-Tutorial, ESRI, New York, USA.
- Ayhan, N.G., Seyrek, K., & Sargın, A.H., (2012) Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Hidroloji Uygulamaları, Kurs Notları, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Eğitim Ltd. Sti., Ankara.
- Berekatoğlu, K., & Bahçeci, İ., (2005) Harran Ovası'nda drenaj kanal sularının sulamada kullanılması olanakları, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(3), 43-52.
- Cüce, H., & Bakan, G., (2009) Sürdürülebilir su kaynaklar yönetimi açısından Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin önemi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım, İzmir.
- Dindaroğlu T., (2011) "Kuzgun Baraj Gölü ve Çevresinde Doğal Kaynak Envanterinin Tespiti ile Toprak ve Su Kalitesi Yönünden Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi", Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum.
- Djokic D., (2008) Comprehensive Terrain Preprocessing Using Arc Hydro Tools. ESRI, New York, USA.
- DMİ (2010) Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md., K.Maraş Meteoroloji İl Müdürlüğü, K.Maraş Meteoroloji İstasyonu Verileri, 1975-2010, Kahramanmaraş.
- ESRI, & Burns, C., (2010) GIS Supports Complex Mining Workflow, GIS Mine Post.
- ESRI (2011) Arc Hydro Tools - Tutorial, Version 2.0, 35-37.
- Garbrecht, J., & Martz, L.W., (1999) Digital Elevation Model Issues In Water Resources Modelling. 19th ESRI International User Conference, Environmental Systems Research Institute, July 26-30, San Diego, California.

- Güreşçi, G.G., Seyrek, K., & Sargın A.H., (2012) Coğrafi Bilgi Sistemleri ile hidroloji uygulamaları. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, CBS Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Jenson, S.K., & Domingue, J.O., (1988) Extracting topographic structure from digital elevation data for geographical information system analysis. *Photogrammetric Engng Remote Sensing* 54, 1593-1600.
- Karadağ A.A., (2012) Kovada Gölü alt havza sınırlarının belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 8(1), 58-76.
- Maidment, D.R., Morehouse S., & Grise S., (2002) Arc Hydro framework. In: Arc Hydro.
- Mervade V., (2011) Watershed and Stream Network Delineation. School of Civil Engineering, Purdue University. [www.web.ics.purdue.edu/merwade/education/terrain\\_processing.pdf](http://www.web.ics.purdue.edu/merwade/education/terrain_processing.pdf)
- Mostaghimi, S., Park, S.W., Cooke R.A., & Wang S.Y., (1997) Assesment of management alternatives on a small agricultural watershed. *Journal of Water Resources*, 31(8), 1867-1997.
- Li Z., (2014) Watershed modeling using archydro based on DEMs: a case study in Jackpine watershed, *Environmental Systems Research*, 3(11), 1-12.
- O'Callaghan, J.F., & Mark, D.M., (1984) The extraction of drainage networks from digital elevation data, *Computer Vision, Graphics And Image Processing*, 28, 328-344.
- Smemoe C.M., (1997) Linking Gis Data To Hydrologic Models. [Http://emrl.byu.edu/chris/documents/watervis.pdf](http://emrl.byu.edu/chris/documents/watervis.pdf)
- Tarboton D.G., (1997) A New method for the determination of flow directions and contributing areas in grid digital elevation models, *Water Resources Research*, 33(2), 309-319.
- Tribe A., (1992) Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method. *J. Hydrol.* 139, 263-293.
- Turcotte, R., Fotin, J.P., Rousseau, A.N., Massicotte, M., & Villeneuve, J.P., (2001) Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. *Journal of Hydrology*. 240, 225-242.
- Usta Ö, (2011) Kahramanmaraş'ta Coğrafi Konum. [http://www.k-maras.com/a\\_dos/c\\_konum.htm](http://www.k-maras.com/a_dos/c_konum.htm)
- Venkatachalam, P., Mohan, B.K., Kotwal, A., Mishra, V., Muthuramakrishnan, V., & Pandya M., (2001) Automatic Delineation of Watersheds for Hydrological Applications, 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November, Singapore. Vol: 2, pp: 1096-1101.
- Yazıcı, N., Babalık, A.A., & Dursun, İ., (2019) Havza Yönetiminde CBS ve Uzaktan Algılamanın Önemi. International Marmara Sciences Congress, Tam Metin Kitabı (*Natural and Applied Sciences*) (ISBN: 978-605-69509-6-4), 01-03 Kasım, 256-261, Kocaeli.



## WEB-BASED TREE INFORMATION SYSTEM: A CASE STUDY OF KAHRAMANMARAS, TURKEY

Hakan OGUZ<sup>1,\*</sup>, Alper UZUN<sup>2</sup>, Şule KISAKÜREK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Landscape Architecture, Faculty of Forestry, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>2</sup>Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey

\*Corresponding author: [hakan@ksu.edu.tr](mailto:hakan@ksu.edu.tr)

Hakan OGUZ: <https://orcid.org/0000-0002-0855-2032>

Alper UZUN: <https://orcid.org/0000-0002-2577-7460>

Şule KISAKÜREK: <https://orcid.org/0000-0002-5005-8476>

---

**Please cite this article as:** Oguz, H., Uzun, A. & Kısakürek, Ş. (2020) Web-based tree information system: A case study of Kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 160-171.

---

### ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 20 Mart 2020 / Received 20 March 2020

Düzeltilmelerin gelişi 6 Nisan 2020 / Received in revised form 6 April 2020

Kabul 17 Nisan 2020 / Accepted 17 April 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2020 / Published online 30 April 2020

**ABSTRACT:** Trees are not only true assets in urban areas but also part of our community's infrastructure. Therefore, they require care and maintenance same as other public properties. Without proper care, trees may cause personal injury or property damage. The main objective of this study was to develop a web-based tree information system for the two main boulevards of Kahramanmaraş, Prof. Dr. Necmettin Erbakan and Alpaslan Türkeş boulevards. This research was conducted in two parts. In the first part of this study, an inventory for small and large trees on the median strip of the boulevards was conducted. GPS coordinates, tree height, diameter at breast height (dbh), crown diameter, tree type (Deciduous/Evergreen) of each individual tree were gathered by doing ground measurements and field observations. Attributes of 774 trees were retrieved during the inventory. After tree inventory, a total of 11 tree species were identified where *Pinus pinea* was found to have the largest number of trees with 321 in the study area. In the second part of this research, a database was created for all the trees inventoried and then two web applications were created. The first one was web application with interactive legend for web-based tree information system that was created for general public using ArcGIS Online. Attributes of each tree are given to the user via pop-up window in this web application. This web application is publicly accessible. Users may interact with the web application via browsers by personal computers, tablets, or smartphones. The second web application was created for a site manager who has authority to add trees in the web-based tree information system.

**Keywords:** ArcGIS Online, GIS, Inventory, Urban Trees, Web Map, Web App.



## WEB-TABANLI AĞAÇ BİLGİ SİSTEMİ: KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE ÖRNEĞİ

**ÖZET:** Ağaçlar sadece kentsel alanlardaki gerçek varlıklar değil, aynı zamanda topluluğumuzun altyapısının bir parçasıdır. Bu nedenle, diğer kamu mülkleriyle aynı bakım ve bakıma ihtiyaç duyarlar. Uygun bakım olmadan, ağaçlar kişisel yaralanmaya veya mülkiyet hasarına neden olabilir. Bu çalışmanın temel amacı, Kahramanmaraş'ın iki ana bulvarları olan Prof. Dr. Necmettin Erbakan ve Alparslan Türkeş için web-tabanlı bir ağaç bilgi sistemi geliştirmektir. Bu araştırma iki bölüm halinde tamamlanmıştır. Bu çalışmanın ilk bölümünde her iki bulvarın refujlerindeki ağaçlar için bir envanter çalışması yapılmıştır. Her bir ağacın koordinatları, boyu, göğüs yüksekliğindeki çapı (dbh), tepe tacı genişliği, ve ağaç türü (iğneli/yapraklı) yer ölçümleri ve saha çalışması yapılarak elde edilmiştir. Envanter çalışmasında toplam 774 ağacın bilgileri elde edilmiştir. Envanter çalışması sonucunda 11 farklı tür tespit edilmiş ve Fıstık çamı 321 ağaç ile en fazla sayıya sahip tür olarak bulunmuştur. Araştırmanın ikinci bölümünde, envanteri yapılan ağaçların özellikleri bir veritabanına aktarıldıktan sonra ArcGIS Online ile iki adet web uygulaması (Web App) oluşturulmuştur. İlk uygulamada, her bir ağacın özellikleri kullanıcılara pop-up pencere sayesinde sunulmaktadır. Interaktif lejanta sahip olan bu web uygulaması internet bağlantısı olan herkesin erişimine açıktır. Bu web uygulamasına kişisel bilgisayar, tablet, veya akıllı telefonlar ile erişilebilmektedir. İkinci uygulama ise web-tabanlı ağaç bilgi sistemine veri ekleme yetkisi olan web yöneticisi için oluşturulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** ArcGIS Online, CBS, Envanter, Kent Ağaçları, Web Haritası, Web Uygulaması.

### INTRODUCTION

Trees have several benefits for human being such as improving water, soil, and air quality, lowering energy bills with their shade, providing shelter for wildlife, and adding beauty, aesthetics and value to our house or land, and increasing recreational opportunities (Wolf, 1998; Li & Qi, 2003; Gül et al., 2005; Sabuncu et al., 2013; Bruno et al., 2014). They are also renewable resources and provide ecologic, social, cultural, economic, and esthetic benefits to communities and local governments. (Gül vd., 2014).

With tree inventory, the total number of trees, species, individual tree properties, geographical location, health and maintenance status of individual tree can be obtained. Thus, all kind of data related to urban trees should be gathered and imported into geographic information system (GIS). By doing tree inventory in the urban parks with the help of GIS, it could be possible to assess the current status of the trees, sustainable and effective planning, design, and management for the future. Unfortunately, there are few studies related to web-based tree inventory and almost all of them were done in this decade (Abd-Elrahman et al., 2010; Gül et al., 2014; Oguz and Kisakurek, 2016a; Oguz and Kisakurek, 2016b; Oguz et al., 2017; Oguz and Isbir, 2017; Oguz et al., 2018; and Oguz and Çayraz, 2019).

The main objective of this study was to develop a web application of a web-based tree information system for trees on median strip of Prof. Dr. Necmettin Erbakan and Alparslan Türkeş boulevards in Kahramanmaraş Turkey. The first step of this study was conducting an

inventory for trees in the boulevards. With this study, geographic location and individual attributes such as tree height, dbh, crown diameter, and type of each tree were obtained via ground measurements and field observations. All the data gathered during the inventory were imported into ESRI ArcGIS in order to create a geodatabase. Finally, a web application for web-based tree information system was developed using ArcGIS Online. In addition, a web map and a web application to delete or edit a feature in the web-based tree information system and a web application to add a new tree to the web-based tree information system for a web manager who has authority to add trees to the web-based tree information system were created.

## **MATERIALS AND METHODS**

In this study, web application of the web-based tree information system for the two main boulevards of Kahramanmaraş, Prof. Dr. Necmettin Erbakan and Alpaslan Türkeş boulevards. This research was completed in two parts. In the first part of this study, an inventory for small and large trees on the median strip of the boulevards was conducted. GPS coordinates, tree height, dbh, crown diameter, tree type of each individual tree were gathered by doing field measurements and observations. Attributes of 774 trees were retrieved during the inventory.

The first part of this study was carrying an inventory for trees on the boulevards. In this particular study, Leica Zeno 20<sup>TM</sup> was used to record accurate geographic locations of each tree in the study area. Haglof Vertex IV was employed in order to measure the tree heights. A simple tape measure was used to obtain dbh. Canopy diameter of each tree was also measured and recorded. An ID number was given to each tree on the boulevards and then tree was photographed. Scientific and Turkish names of each tree were also recorded. Uses of trees in the landscape and potential benefits and/or hazards of trees were gathered and recorded successfully.

In the second part of this research, a database was created for all the trees inventoried and then two web applications were created. The first one was web application with interactive legend for web-based tree information system that was created for general public using ArcGIS Online. Attributes of each tree are given to the user via pop-up window in this web application. This web application is publicly accessible to anyone who has access to internet. Users may interact with the web application via browsers in personal computers, tablets, or smartphones. The second web application was created for a site manager who has authority to add trees in the web-based tree information system.

The Boulevards of Prof. Dr. Necmettin Erbakan and Alpaslan Türkeş are the two of the longest located in the Province of Kahramanmaraş, Turkey. A total of 774 trees were inventoried on median strip of the boulevards located in the district of Onikişubat, Kahramanmaraş, Turkey. The total length of the boulevards is approximately 7.3 km as illustrated in Figure 1 below.

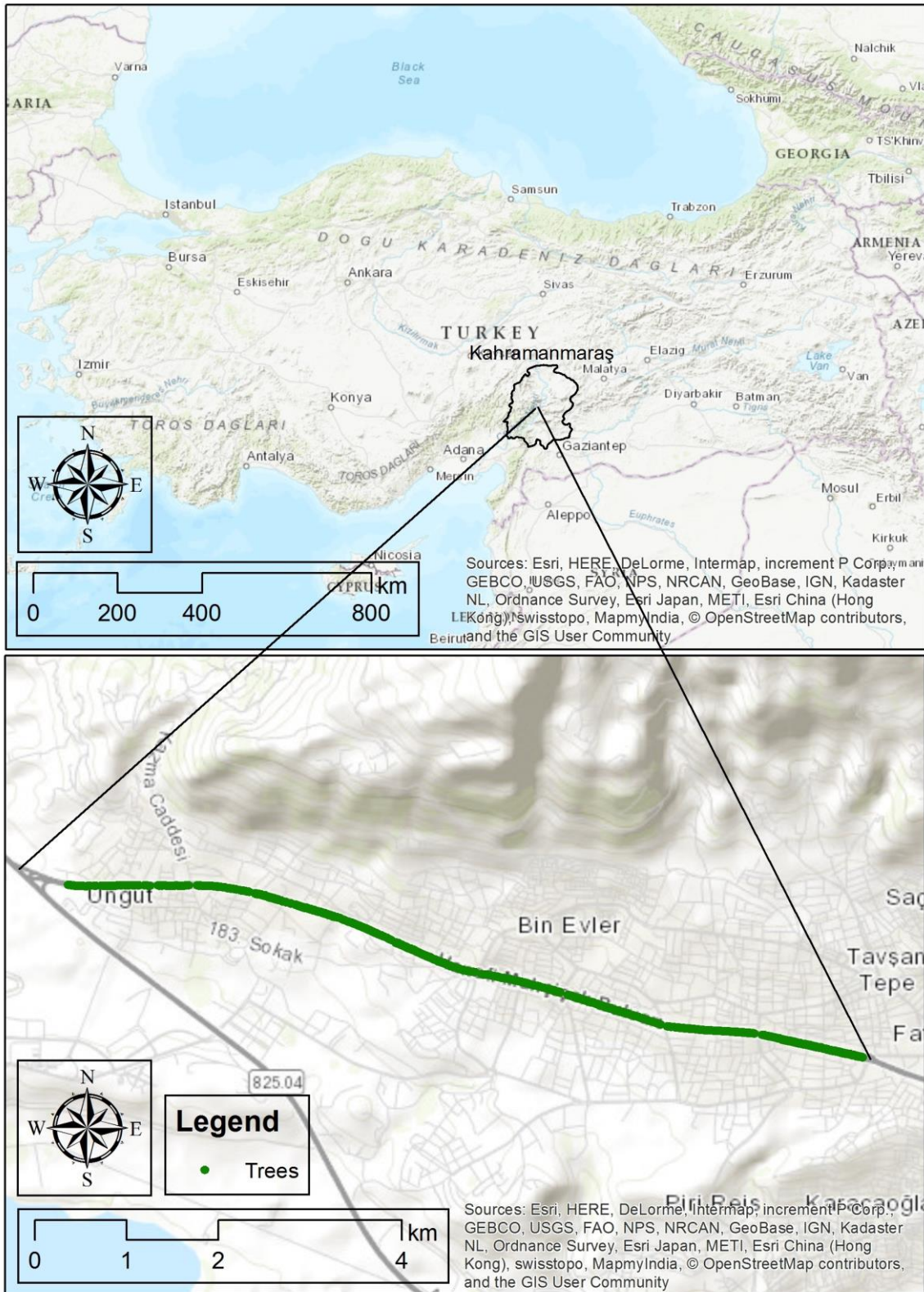


Figure 1. The location map of the study area

## RESULTS

As a result of this study, 11 tree species (among 774 trees) were identified on the boulevards of Prof. Dr. Necmettin Erbakan and Alpaslan Türkeş. These species are *Pinus pinea*, *Platanus orientalis*, *Cupressus sempervirens*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus angustifolia*, *Cupressus arizonica*, *Fraxinus excelsior*, *Cedrus sp*, *Cedrus Libani*, *Morus alba*, and *Pinus brutia*. Then, two web applications were developed for web-based tree information system. The first one was web application with interactive legend for web-based tree information system that was created for general public using ArcGIS Online. Attributes of each tree are given to the user via pop-up window in this web application. This web application is publicly accessible to anyone who has access to internet. Users may interact with the web application via browsers in personal computers, tablets, or smartphones. The second web application was created for a site manager who has authority to add trees in the web-based tree information system. The web application for the web-based tree information system with interactive legend was illustrated in Figure 2 below.

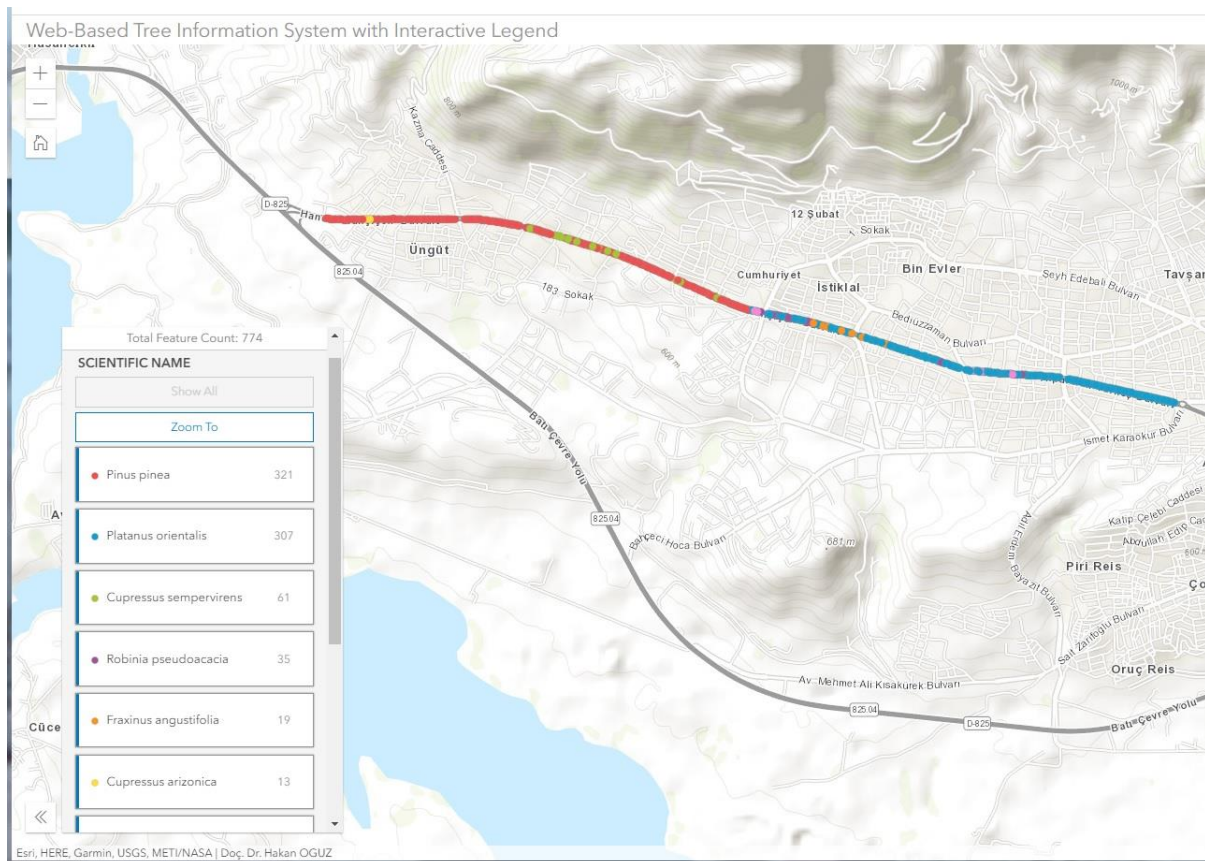


Figure 2. Geographic distribution of 11 tree species in the web-based tree information system with interactive legend

With interactive legend, users are able to see the tree species by clicking the interactive legend as illustrated in Figures 3-13 below.

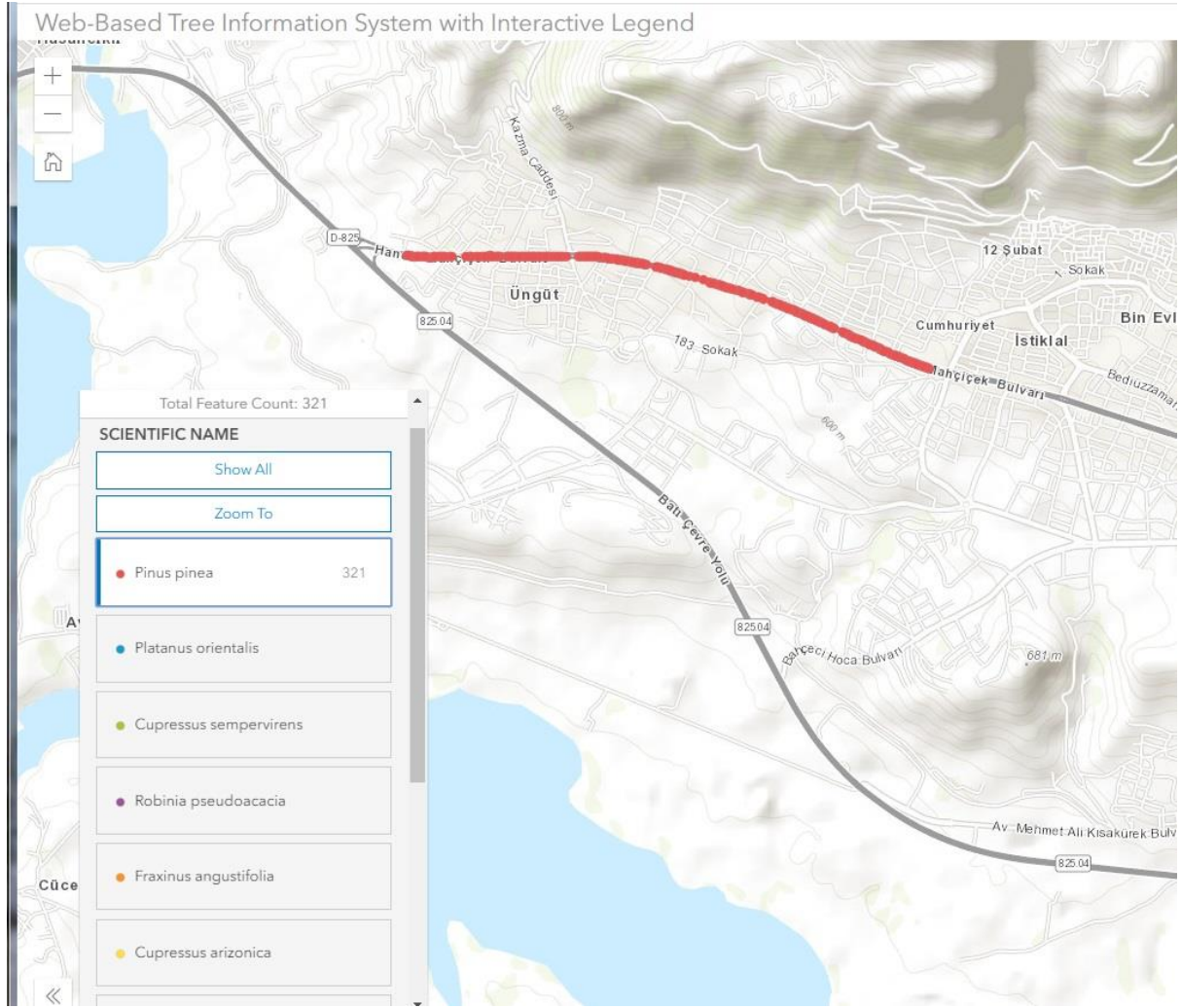


Figure 3. Distribution map of *Pinus pinea* in the study area.

*Pinus pinea* has the largest distribution with 321 trees in the study area as shown in Figure 3 above. *Platanus orientalis* takes the second place with 307 trees as illustrated in Figure 4 below. The total number of trees in the study area and the number of trees in each species are given in the interactive legend. According to tree type, evergreen trees take the lead with 401 while deciduous trees are the second with 373 trees in the study area.

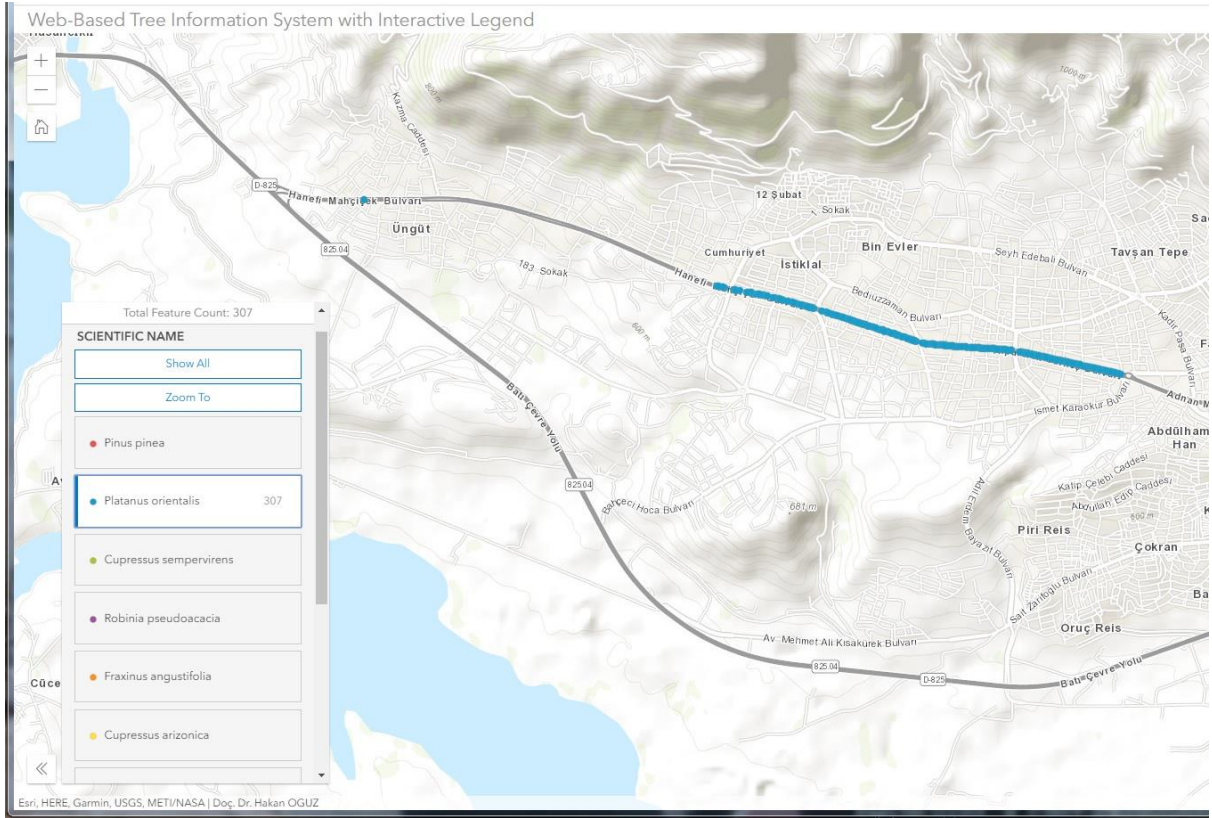


Figure 4. Distribution map of *Platanus orientalis* in the study area.

A popup window is displayed when a user clicks on a specific tree in the web app as illustrated in Figures 5 and 6. ID number, height, dbh, crown diameter, geographic location, Turkish and Scientific names, application areas, potential hazards/benefits, and a picture of the tree is given to the user via popup window. A full sized image of the tree is also provided when a user clicks on a thumbnail image of the tree or clicks the link on popup window as shown in Figures 6, 7 and 8 below.

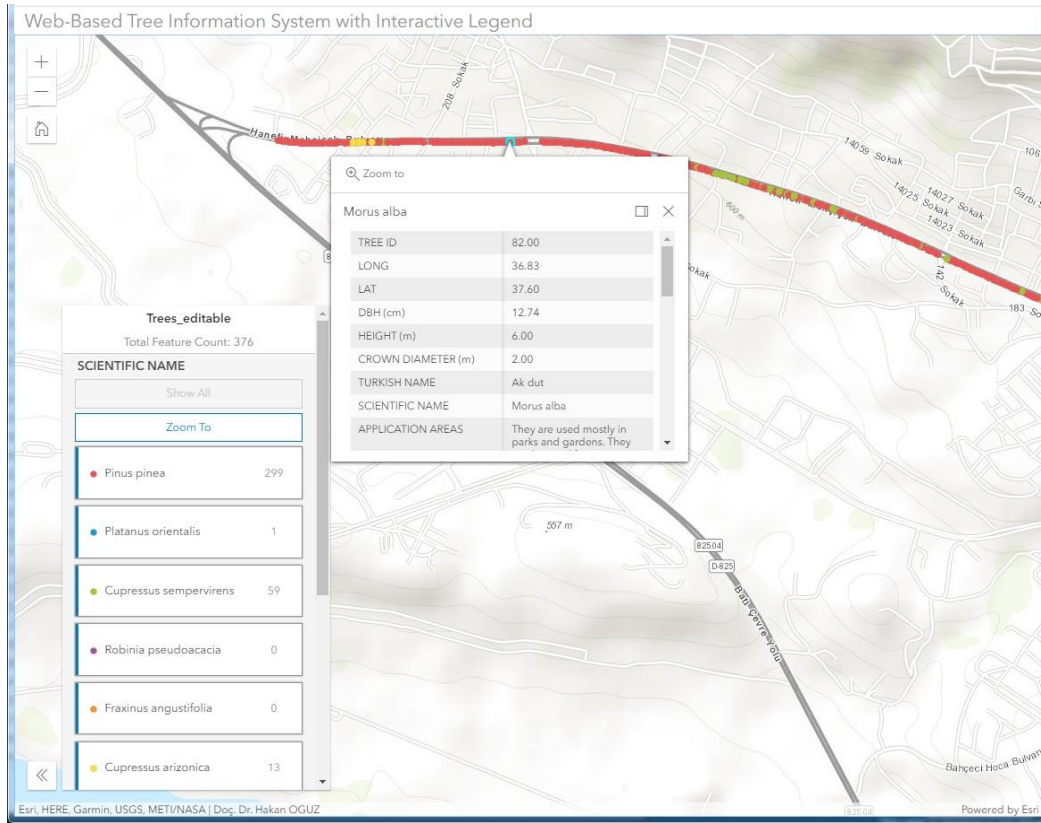


Figure 5. Tree attributes are given through a popup window

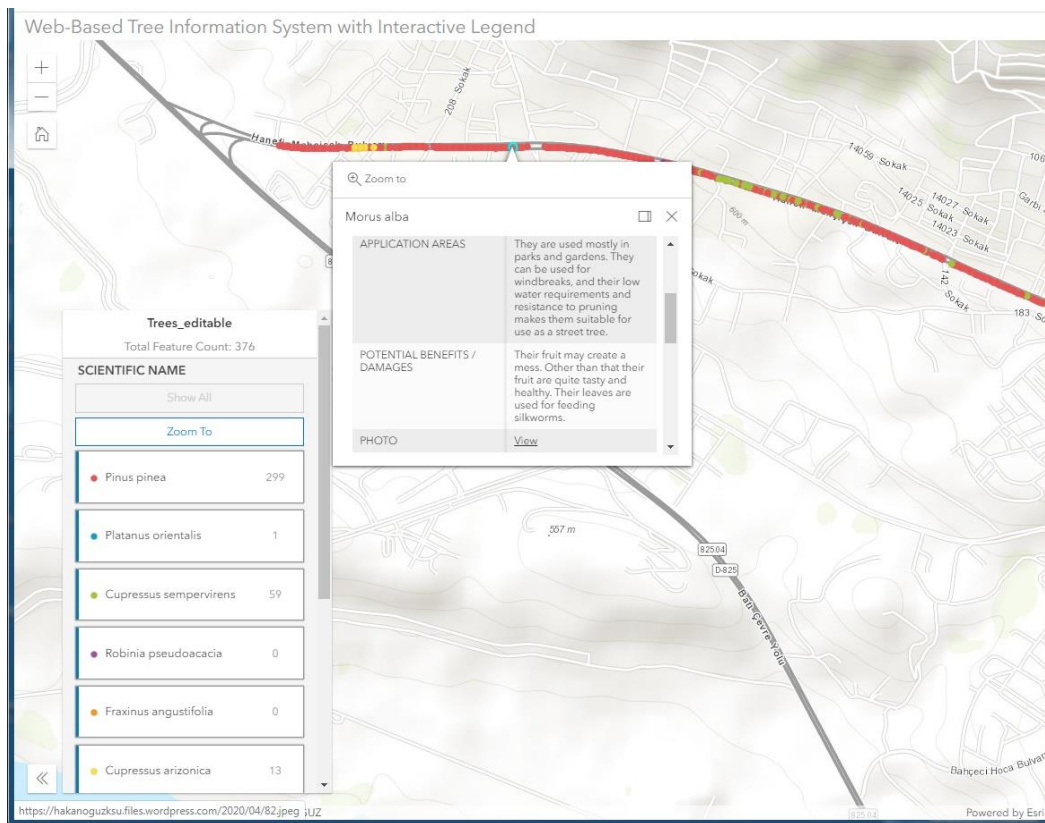


Figure 6. Tree attributes are given through a popup window

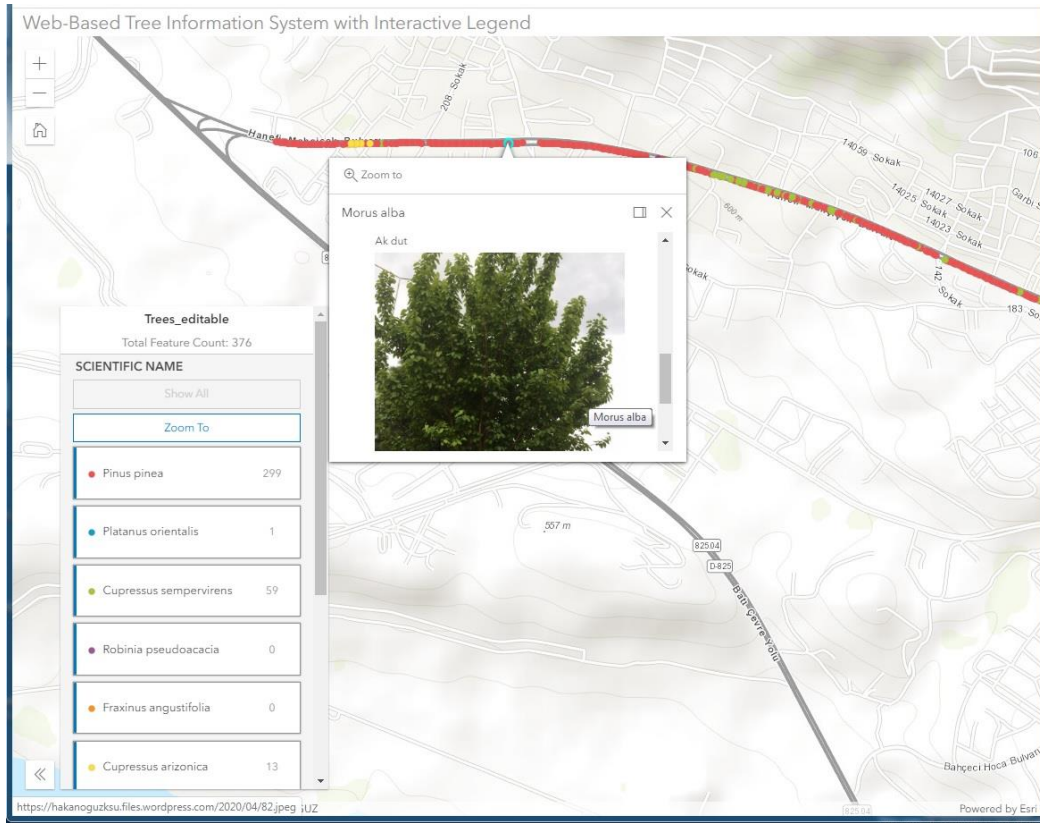


Figure 7. Thumbnail image of a tree on popup window

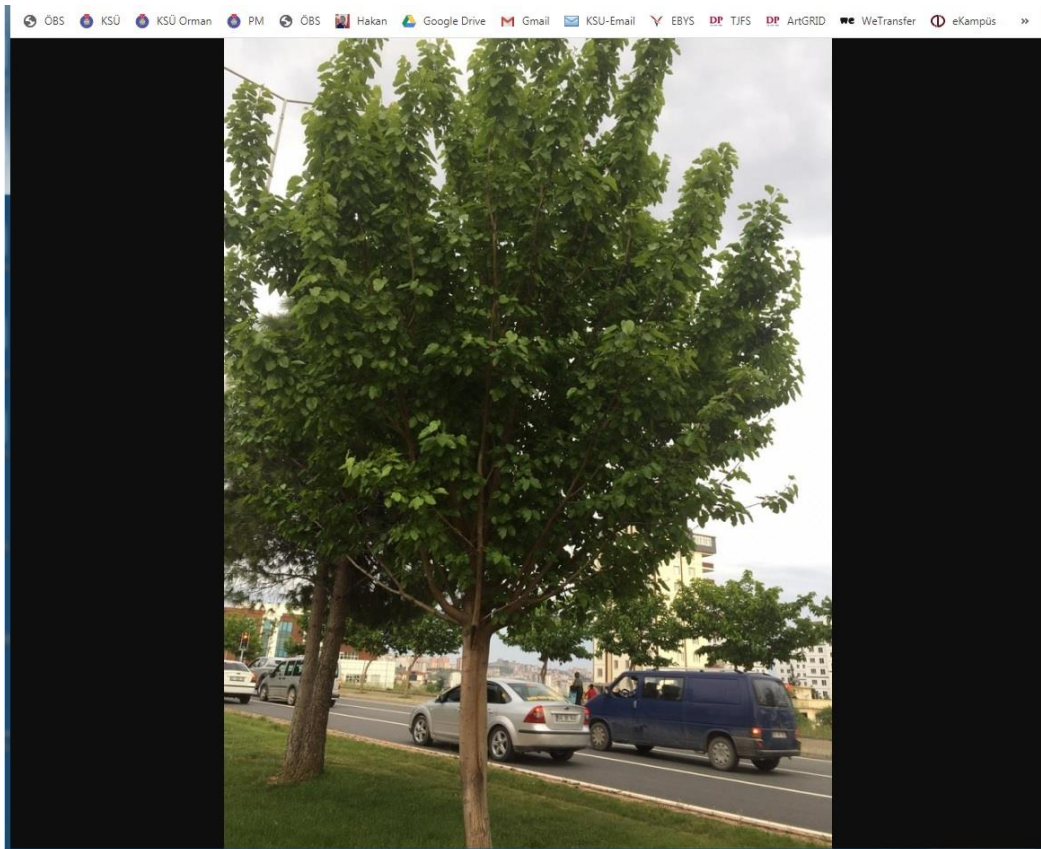


Figure 8. Full sized image of a tree



Another web application was developed for a person who has authority to manage, add, remove, update and edit the features in the web-based tree information system as illustrated in Figure 9 below. Authorized manager can add or remove a tree and edit attributes of current trees in the information system. This web application is only accessible to web manager and not general public.

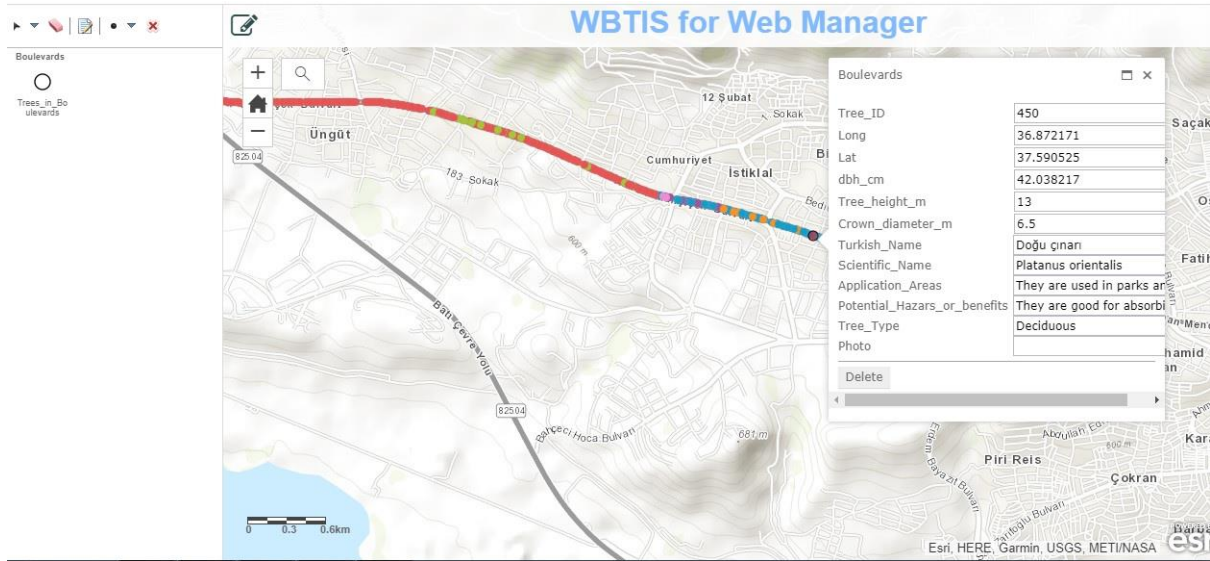


Figure 9. Web Application of Web-Based Tree Information System (WBTIS) for a web manager

## CONCLUSIONS

The subject of this study was conducting an inventory on tree species with the developing technology. This issue is gaining importance today in terms of planning and design studies for the future. Because in our country, there are deficiencies in reaching tree inventories on the web. Therefore, the implementation of this work in Turkey is still important.

The web application developed in this study is publicly accessible to anyone who has access to the internet. With this app, users should be able to use this web app in personal computers, tablets, or smartphones. The second web app however was created for a manager who has authority to manage the web-based tree information system. This web-based tree information system is specifically designed to create maps, analyze data, share and collaborate. A web app for trees on Prof. Dr. Necmetting Erbakan and Alpaslan Türkeş boulevards was created with ArcGIS Online. Any user can connect to ArcGIS Online through the ArcGIS Desktop ArcMap application or through web browser and access online content and capabilities free of charge.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kahramanmaraş Sutcu Imam University (KSU BAP) with project no: 2016/3-69 M. The authors gratefully acknowledge this support. We would also like to take this opportunity to

thank landscape architecture undergraduate students, Ela Amer, Serhat Genç, Joud Sayed Taha, Rama Sayed Taha and graduate student, Ayşegül Kamış for their help during the tree inventory.

### AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Hakan Oguz:** Conducting tree inventory, organizing and analysing data, designing database, building web-based tree information system, creating the two web applications, writing, editing and reviewing the manuscript, funding acquisition, and supervision. **Alper Uzun:** Tree identification. **Sule Kisakurek:** Gathering information for application areas and potential hazards/benefits of trees.

### REFERENCES

- Abd-Elrahman, A. H., Thornhill, M. E., Andreu, M. G. & Es-cobedo, F. (2010) A community-based urban forest inventory using online mapping services and consumer-grade digital images. *Int J Appl Earth Obs Geoinf*, 12(4), 249–26
- Bruno, G., Gasca, E., & Monaco, C. (2014) The efficient management of park resources: Natural and cultural data in the Alpi Marittime Park area. *Information Systems*, 42, 78-88.
- Gül, A., Özgüner, H., & Serin, N. (2005) Kent Ormanlarının Yararları ve Kentsel Alanda İnsan-Orman Etkileşimi, *I. Çevre ve Ormanlık Şurası*, Tebliğler, 2. Cilt, Mart, Antalya. 434-441.
- Gül, A., Topay, M., Tuğluer, M., Uzun, Ö.F., & Keleş, E. (2014) Kent Ağaçlarının CBS Ortamında Envanteri ve 3 Boyutlu Olarak Oluşturulması, *III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu*, Kahramanmaraş.
- Li, M., & Qi, M. (2003) MAPBOT: a Web based map information retrieval system. *Information and Software Technology*, 45(10), 691-698.
- Oguz, H., Buyukturkmen, B., Kocahal, Y.E., & Gitmis, E. (2018) Web-Based Tree Information System for Urban Parks: A Case Study of Alija Izetbegovic Park, Kahramanmaraş-Turkey, In Proc: *The International Congress of Science, Education and Technology Research*, Odessa, Ukraine.
- Oguz, H., & Cayraz, O. (2019) Web-Based Urban Park Information System: A Case Study of Mothers Park, Gaziantep-Turkey, *1st International Applied Sciences Congress*, 20-22 December, Malatya.
- Oguz H., & Isbir R. (2017) Developing a Web-Based Tree Information System: A Case Study of Cakmakci Sait Park – Kahramanmaraş / Turkey. In Proc: *The 3rd International Congress on Environmental Research and Technology (ICERAT)*, Belgrade, Serbia, p 21.
- Oguz, H., Kıracçakalı, T. & Kırteke, M. (2017) Web-Based GIS of the Hacı Hasan Efendi Park, In Proc: *International Advanced Researches and Engineering Congress*, Osmaniye, Turkey.
- Oguz, H. & Kisakurek, S. (2016) Developing a Web-Based Tree Information System: A Case Study of Kılavuzlu Park – Kahramanmaraş, *4th International Geography Symposium Kemer, Antalya, TURKEY* p 165.

- Oguz, H. & Kisakurek, S. (2016) UrbanParks - A Web-Based GIS Application: A Case Study of 12 Subat Park – Kahramanmaras, In Proc: *1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies, (FETEC)*, Bursa, Turkey, p 65.
- Sabuncu, A., Doğru, A., Özener, H., Turgut, B. & Halıcioğlu, K. (2013) Anıt Ağaç Envanterinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Oluşturulması, *TMMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 11-13 Kasım, Ankara.
- Wolf, K. (1998) Urban Nature Benefits: Psycho-Social Dimensions of People and Plants, *Center for Urban Horticulture*, University of Washington.