



ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:
Yıl: **2018**

Volume:
Cilt: **19**

Issue:
Sayı: **4**

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

A peer-reviewed international journal, published quarterly (March, June, September, December)
by Faculty of Forestry at Isparta University of Applied Sciences.

Yılda dört sayı olarak (Mart, Haziran, Eylül, Aralık) yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi tarafından yayınlanmaktadır.

Year/Yıl: 2018, Volume/Cilt: 19, Issue/Sayı: 4

Editorial board / Dergi yayın kurulu

Editor-in-chief / Baş editör

Nevzat Gürlevik

Editors / Editörler

A. Alper Babalık
H. Oğuz Çoban
İ. Emrah Dönmez
Mehmet Korkmaz
Oğuzhan Sarıkaya
Yılmaz Çatal

Layout editor / Dizgi editörü

Süleyman Uysal

Secretary / Sekreteryä

Esra Bayar
Tuğba Yılmaz Aydın

Publisher / Yayıncı kuruluş

Isparta University of Applied Sciences
Faculty of Forestry – Isparta

Contact / İletişim

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Phone : +90 246 211 3941
Fax : +90 246 211 3948
Web : <http://dergipark.gov.tr/tjf>
E-mail : ofdergi@sdu.edu.tr

Advisory board / Danışma kurulu

Alois Skoupy, Czech University of Life Science, Czech Republic
Arif Karademir, Bursa Technical University, Turkey
Asko Lehtijarvi, Bursa Technical University, Turkey
Aydın Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey
Aynur Aydın, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey
Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey
Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey
Ferhat Gökbulak, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey
Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey
H. Hulusi Acar, İstanbul Yeni Yüzyıl University, Turkey
Hakkı Alma, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey
İsmet Daşdemir, Bartın University, Turkey
Kani Işık, Akdeniz University, Turkey (Emeritus/Emekli)
Kenan Ok, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey
Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey
Nilgöl Karadeniz, Ankara University, Turkey
Osman Karagüzel, Akdeniz University, Turkey
Sadık Artunç, Mississippi State University, USA
Veli Ortaçesme, Akdeniz University, Turkey

Turkish Journal of Forestry is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. It publishes four issues a year. It covers subject areas related to forest engineering, forest products engineering, wildlife ecology and management and landscape architecture. Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue. It is indexed in TÜBİTAK-ULAKBİM Life Sciences Database (TR index), CAB Abstracts, Zoological Records, Open Academic Journals Index (OAJI), Cite Factor, Index Copernicus and Cosmos Index. Turkish Journal of Forestry is the official journal of Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences. It was previously published under the title "Süleyman Demirel University Faculty of Forestry Journal" between 2000 and 2014.

Türkiye Ormancılık Dergisi online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir ve yılda dört sayı yayınlanmaktadır. Orman mühendisliği, orman endüstri mühendisliği, peyzaj mimarlığı ve yaban hayatı ekolojisi ve yönetimi çalışma konularında bilimsel makaleler yayınlanmaktadır. Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır. Dergimiz TÜBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veritabanı (TR Dizin), CAB Abstracts, Zoological Records, Open Academic Journals Index (OAJI), Cite Factor, Index Copernicus, Cosmos Index'te taranmaktadır. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesinin resmi yayını olan Türkiye Ormancılık Dergisi, 2000-2014 yılları arasında "Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi" adıyla yayınlanmıştır.

CONTENTS

Research

- A new proposed measure for estimating taxonomic diversity
Kürşad Özkan..... 336-346
- Overview of the bird diversity in oak (*Quercus* spp.) forest habitats in Isparta province, southwestern Turkish Anatolia
Adam Bergner, Ogün Çağlayan Türkay, Hasan Eryiğit, Mustafa Avcı 347-354
- Mapping temporal changes in landscape spatial heterogeneity using the contrast weighted edge density index
Özdemir Şentürk, İbrahim Özdemir 355-361
- The effects of land use conversion on soil organic carbon and selected properties of soils: A case of Nigde province
Selma Yaşar Korkanç, Halil Şahin, Ahmet Onur Özden, Burak Özkurt 362-367
- Vegetation characteristics, rangeland status and health determination of some natural rangelands
Seyithan Seydoşoğlu..... 368-373
- A research on vegetation structure of Kuruca highland pasture (Antalya-Kaş)
Ahmet Alper Babalık, Bedriye Gizem Sönmeyen..... 374-379
- Comparison of some methods for estimating volume of standing trees
Ramazan Özçelik, Hasan Alkan, Onur Alkan..... 380-385
- Effect of different hormone doses on rooting of *Berberis thunbergii* “Atropurpurea Nana” cuttings
Müberra Pulatkan, Nebahat Yıldırım, Elif Kaya Şahin 386-390
- The problem of methodological approach to planning of non-wood forest products in Turkey
Kenan Ok, Mehtap Koç 391-402
- Private sector’s expectations on landscape architecture undergraduate education and newly graduates
İşıl Kaymaz, Ecem Hoşgör..... 403-412
- Effect of density and propagation length on ultrasonic longitudinal wave velocity in some important wood species grown in Turkey
Tuğba Yılmaz Aydın, Murat Aydın 413-418
- Determination of mechanical behaviors of different furniture assemblies by digital image correlation method
Timuçin Bardak, Eser Sözen, Kadir Kayahan, Selahattin Bardak, Deniz Aydemir, Hüseyin Peker 419-427
- Investigation of the usability of heat treated wooden material in the production of bee hive
Bilgin İçel, Mustafa Yalçınkaya, Yasemin Şimşek..... 428-434
- Effects of plant dye and natural mineral water treatment on absorption, retention and density values of black poplar (*Populus nigra* L.) wood
Ahmet Ali Var, Mustafa Özkan..... 435-441
- Chemical composition and fiber properties of rose wood (*Rosa damascena* Mill.) grown in Isparta Güneykent region
Kerem Özcan, İlhami Emrah Dönmez..... 442-446
- Evaluation of morphometric parameters for watershed hydrology
Ayten Erol Görür, Canan Karadeniz 447-454

Biography

- Prof.Dr. Ünal Eler is 80 years old
Ramazan Özçelik, Serdar Carus, Yılmaz Çatal..... 455-460

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Taksonomik çeşitliliğin belirlenmesi için yeni önerilen bir eşitlik
Kürşad Özkan..... 336-346
- Güneybatı Türkiye, Isparta ili meşe (*Quercus* spp.) ormanı habitatlarındaki kuş çeşitliliği üzerine genel bir bakış
Adam Bergner, Ogün Çağlayan Türkay, Hasan Eryiğit, Mustafa Avcı 347-354
- Zıtlığa dayalı kenar yoğunluk indeksi kullanılarak arazinin mekânsal heterojenliğindeki zamansal değişimin haritalanması
Özdemir Şentürk, İbrahim Özdemir 355-361
- Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği
Selma Yaşar Korkanç, Halil Şahin, Ahmet Onur Özden, Burak Özkurt 362-367
- Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi
Seyithan Seydoşoğlu..... 368-373
- Kuruca yaylası merasının (Antalya-Kaş) vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma
Ahmet Alper Babalık, Bedriye Gizem Sönmeyen..... 374-379
- Dikili ağaçların hacim tahmini için bazı metotların karşılaştırılması
Ramazan Özçelik, Hasan Alkan, Onur Alkan..... 380-385
- Farklı hormon uygulamalarının *Berberis thunbergii* “Atropurpurea Nana” çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi
Müberra Pulatkan, Nebahat Yıldırım, Elif Kaya Şahin 386-390
- Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin planlanmasında yöntem ve yaklaşım sorunu
Kenan Ok, Mehtap Koç..... 391-402
- Özel sektörün peyzaj mimarlığı lisans eğitiminden ve mezunlarından beklentileri
Işıl Kaymaz, Ecem Hoşgör..... 403-412
- Türkiye’de yetişen bazı önemli ağaç türlerinde yoğunluk ve yayılım uzunluğunun ultrasonik dalga hızına etkisi
Tuğba Yılmaz Aydın, Murat Aydın..... 413-418
- Dijital görüntü korelasyon yöntemi ile farklı mobilya birleştirmelerin mekanik davranışlarının belirlenmesi
Timuçin Bardak, Eser Sözen, Kadir Kayahan, Selahattin Bardak, Deniz Aydemir, Hüseyin Peker..... 419-427
- Isıl işlem görmüş ahşap malzemenin arı kovanı üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması
Bilgin İçel, Mustafa Yalçınkaya, Yasemin Şimşek..... 428-434
- Bitki boyası ve doğal mineralli su muamelesinin karakavak (*Populus nigra* L.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerleri üzerine etkisi
Ahmet Ali Var, Mustafa Özkan..... 435-441
- Isparta Güneykent bölgesinde yetişen gül odununun (*Rosa damascena* Mill.) kimyasal bileşimi ve lif özellikleri
Kerem Özcan, İlhami Emrah Dönmez..... 442-446
- Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi
Ayten Erol Görür, Canan Karadeniz 447-454

Biyografi

- Prof. Dr. Ünal Eler 80 yaşında
Ramazan Özçelik, Serdar Carus, Yılmaz Çatal..... 455-460

Taksonomik çeşitliliğin belirlenmesi için yeni önerilen bir eşitlik

Kürşad Özkan^{a,*}

Özet: Son yıllarda Deng Entropisi oldukça ilgi çekmekte ve birçok uygulama alanında kendine yer bulmaktadır. Deng Entropisi Dempster-Shafer Delil Teorisi alanında geliştirilmiş temel olasılık değerlendirmesine dayalı bir entropik eşitliktir. Bu çalışmada Deng Entropisi'ne dayalı yeni bir taksonomik çeşitlilik indeksi önerilmektedir. Çalışmada 8 kompleks (örnek alan) verisi kullanılmıştır, her bir kompleksin değerleri belirlenmiş ve sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, yeni önerilen indeksin taksonomik çeşitlilik hesabında kullanılabilir nitelikte olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte yeni önerilen indeksin performansının daha iyi anlaşılması için, çok sayıda ve değişik ekolojik veriler ile onun diğer geleneksel ve taksonomik çeşitlilik indeksleri ile kıyaslamasına yönelik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Biyolojik çeşitlilik, Entropi, Deng, Shannon, Taksonomik ayırım

A new proposed measure for estimating taxonomic diversity

Abstract: Recently, Deng Entropy has been received attention and began to use in many real application. That entropic measure was improved in the Dempster-Shafer Evidential Theory (DSET) and based on the basic probability assignment. The present study offers a new proposed taxonomic diversity measure based on Deng Entropy. In the study, the data obtained from 8 complexes (sample plots) were used. The values of the complexes were computed and compared with each other. According to the results, the new proposed taxonomic diversity measure seems to be promising in estimation of taxonomic diversity. However, further and more detail studies should be done to better understand the performance of the new proposed measure by using various ecological data and comparing it to the other taxonomic or traditional diversity indices.

Keywords: Biodiversity, Entropy, Deng, Shannon, Taxonomic distinctness

1. Giriş

Biyolojik çeşitliliğin hesaplanmasında birçok indeks kullanılmaktadır. Bunlar içinde tür zenginliği (Peet, 1974), Simpson indeksi (Simpson, 1949) ve Shannon Entropisi (Shannon, 1948) en fazla tercih edilenlerdir. Tür zenginliği, Simpson indeksi ve Shannon Entropisi geleneksel çeşitlilik indeksleri içinde yer almaktadır (Özkan, 2016) ve bunlara dayalı hesaplamalarda türlerin var-yok, bolluk veya frekans verileri kullanılır. Geleneksel çeşitlilik indekslerinden farklı olarak taksonomik çeşitlilik indeksleri ise türlerin karakter tabanlı var-yok, bolluk veya frekans verilerini kullanmaktadır. Bu yüzden taksonomik çeşitlilik indeksleri sadece türlerin sayısal verilerine göre değil aynı zamanda doğrudan veya dolaylı olarak onların genetik, fonksiyonel ve yapısal özellikleri hakkındaki bilgileri de hesaplarına yansıtılmaktadır.

Taksonomik çeşitlilik matematiksel bir eşitlikle ilk defa Pielou (1975) tarafından önerilmiştir. Pielou (1975)'nin eşitliği taksonomik hiyerarşiyi dikkate almakta ve Shannon Entropisi'nin modifikasyonuna dayanmaktadır. Diğer bir taksonomik çeşitlilik ölçümü Vane-Wright vd. (1991) tarafından önerilmiştir. Vane-Wright vd. (1991) tarafından önerilen ölçüm kladistik sınıflandırmanın topolojisine dayanmaktadır ve dal uzunlukları bilinmediği zaman kullanılabilir. Eğer dal uzunlukları biliniyor ise

taksonomik çeşitlilik Faith (1992) tarafından geliştirilen eşitlik ile belirlenebilir.

Taksonomik çeşitliliğin hesaplanması ile ilgili olarak bir diğer ölçüm, kuadratik entropi ismi ile Rao (1982) tarafından önerilmiştir. Kuadratik entropi hesabı tür çiftleri arasındaki mesafe ölçümüne dayanmaktadır. Tür çiftleri arasındaki mesafeler türlerin morfolojik özelliklerine, fonksiyonel özelliklerine veya Linnean taksonomisine dayanabilir. Ricotta ve Avena (2003) tarafından geliştirilen taksonomik çeşitlilik ölçümü ise hem türlerin bolluk değerleri hem de onların taksonomik ayrımlarını dikkate almaktadır. Ancak bu ölçüm bilgi teorisinin bir ölçümü olduğu için Rao'nun kuadratik entropisinden farklı olarak tür çiftleri arasındaki hesaba dayanmamaktadır.

Bu alanda en çok bilinen ve kullanılan taksonomik çeşitlilik ve taksonomik mesafe indeksleri Warwick ve Clark (1995) tarafından geliştirilmiştir. Bu indekslerin hesaplarında türler arasındaki ağırlıklandırılmış taksonomik farklılıklar dikkate alınmaktadır.

Bu çalışmada taksonomik çeşitliliği ve/veya taksonomik mesafeyi belirlemek için kullanılacak yeni bir ölçüm (pT_0) önerilmektedir. Yeni önerilen bu ölçüm Dempster-Shafer Delil Teorisi'ndeki entropik ölçümlerden biri olan Deng Entropisi'ne dayanmaktadır. Deng Entropisi Shannon Entropisi'nin genelleştirilmiş halidir ve ilk defa Deng (2016) tarafından önerilmiştir. Bu entropi model tanımı, risk değerlendirmesi ve karar verme süreçleri gibi birçok

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Doğu Yerleşkesi, 32260, Çünür/Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): kursadozkan@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.07.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.12.2018



Citation (Atıf): Özkan, K., 2018. Taksonomik çeşitliliğin belirlenmesi için yeni önerilen bir eşitlik. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 336-346.

DOI: [10.18182/tjf.441061](https://doi.org/10.18182/tjf.441061)

alandaki uygulamalarda kendine yer bulmuştur. Bu sebepten Deng Entropisi'nin popülerliği gün geçtikçe artmaktadır. Bilgi teorisinin entropik ölçülerinden içerik bakımından farklı olan Deng Entropisi temel olasılık değerlendirmesinin belirsizliğini ölçmeye odaklıdır. Bu yüzden bu çalışma ile ilk defa önerilen taksonomik çeşitlilik ölçümü de gerek kavramsal ve gerekse formül yapısı bakımından Pielou (1975), Vane-Wright vd. (1991), Faith (1992), Rao (1982), Warwick ve Clark (1995) ile Ricotta ve Avena (2003) tarafından geliştirilen taksonomik çeşitlilik ölçümlerinden farklılık göstermektedir.

Bu çalışma; (1) yeni önerilen taksonomik çeşitlilik ölçümünü (pT_o) yapısındaki terimler ile beraber açıklamak, (2) eşitliği oluşturan bileşenleri ekolojik toplum verilerine uygulayarak birbiri ile karşılaştırmak ve (3) eşitliğin (pT_o) daha üst versiyonlarını geliştirmek için hangi kavramlar çerçevesinde hareket edilebileceği hususlarını tartışmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Yeni önerilen taksonomik çeşitlilik ölçümü

Yeni önerilen taksonomik çeşitlilik ölçümünde hesap Deng Entropisi'ne dayanmaktadır. Deng Entropisi aşağıda gösterilen eşitlik ile belirlenir (Deng, 2016).

$$Ed = - \sum_i m(F_i) \ln \frac{m(F_i)}{2^{|F_i|-1}} \quad (1)$$

Eşitlikte bulunan F_i kütle fonksiyonunun (m) oransal değeridir. $|F_i|$ ise F_i 'nin eleman sayısını ifade etmektedir. Deng Entropisi form olarak Shannon Entropisi'ne benzerlik göstermektedir. Deng Entropisi'nin Shannon Entropisi'nden temel farkı her bir F_i için kanaatin (2^{F_i-1})'e bölünmesidir.

Deng Entropisi'ne dayalı yeni önerilen taksonomik çeşitlilik ölçümü (pT_o) aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$pT_o = \ln \left(\frac{\sum_{n_k=0}^{n_s} (n_s - n_k) \left(w_1 (e^{Ed_s} + 1) \left(w_2 \left(\frac{(e^{Ed_s})^2}{e^{Ed_G}} + 1 \right) \right) \dots \left(w_6 \left(\frac{(e^{Ed_s})^2}{e^{Ed_G}} + 1 \right) \right) \left(w_7 \left(\frac{(e^{Ed_s})^2}{e^{Ed_G}} + 1 \right) \right) \right)}{n_s + \sum n_k} \right)$$

Eşitlik aşağıdaki gibi de ifade edilebilir.

$$pT_o = \ln \left(\frac{\sum_{n_k=0}^{n_s} (n_s - n_k) \left(\prod_{i=1}^7 \left(w_i \left(\frac{(e^{Ed_s})^2}{e^{Ed_i}} + 1 \right) \right) \right)}{n_s + \sum n_k} \right)$$

$$= \ln \left(\frac{\sum_{n_k=0}^{n_s} (n_s - n_k) \left(\prod_{i=1}^7 \left(w_i \left(\frac{\left(e^{-\sum_i m(F_{si}) \ln \frac{m(F_{si})}{2^{F_{si}-1}} \right)^2}{e^{-\sum_i m(F_{ii}) \ln \frac{m(F_{ii})}{2^{F_{ii}-1}}} + 1} \right) \right) \right)}{n_s + \sum n_k} \right), \text{nod}_{i>1} > 1 \quad (4)$$

Burada 2^{F_i-1} eşitliği ile F_i içindeki durumların potansiyel sayısı ifade edilmektedir. Sonuç olarak Deng Entropisi Shannon Entropisi'nin genelleştirilmiş formu olup temel olasılık değerlendirmesinin (BPA) belirsizlik değerini ölçmek için kullanılmaktadır. Eğer kanaat sadece tek elemente atanmış ise o zaman Deng Entropisi Shannon Entropisi'ne (H) indirgenir. Diğer bir deyişle eşitlik 2'de gösterildiği üzere ilgili toplumdaki tüm elementler için $|F_i| = 1$ olduğunda, $Ed = H$ olur.

$$Ed = - \sum_i m(\theta_i) \ln \frac{m(\theta_i)}{2^{|\theta_i|-1}} = - \sum_i m(\theta_i) \ln m(\theta_i) \quad (2)$$

Taksonomik çeşitlilik indeksi metnin ilerleyen saflarında ayrıntıları ile açıklanacağı üzere dilimleme esasına dayandığı için $m(F_i)$ 'nin hesabı aşağıdaki eşitliğe denk gelmektedir.

$$m(F_i) = (m(F_i))^0 / \sum (m(F_i))^0 \quad (3)$$

Yeni önerilen ölçümün uygulaması ile ilgili olarak, öncelikle Deng Entropisi Linnean taksonomik sistemine göre her bir seviye için hesaplanmaktadır. Bu durumda Ed_s , Ed_G , Ed_F , Ed_O , Ed_C , Ed_P ve Ed_K sırasıyla tür (S), cins (G), familya (F), takım (O), sınıf (C), şube (P) ve Alem (K) seviyelerindeki Deng Entropi değerlerini temsil etmektedir.

Doğal olarak Deng Entropisi tür seviyesinde Shannon Entropisi'ne eşit olur ($Ed_s = H$). Çünkü tür seviyesinde kanaat sadece tek elementlere göre ya da her bir tür için atanmaktadır. Diğer bir deyişle bütün elementlerin (türlerin) oransal veya sayısal değerleri tür seviyesinde bilinmektedir.

Eşitlikte $e = 2,71828$ olan sayısal sabiteyi ifade etmektedir. i taksonomik seviyelerin sıra numarasıdır. Başka bir ifadeyle tür seviyesinden alem seviyesine doğru i sırasıyla 1'den 7'ye kadar değer almaktadır. $nod_{i>1}$ cins seviyesi ve onun üstündeki seviyelerin düğüm sayısı anlamına gelmektedir. Yeni önerilen eşitlikte (pT_0) bulunan w_i ağırlıklandırılmış değerleri ifade etmektedir. w_i tür seviyesinden alem seviyesine kadar artmaktadır. Bu makalede hipotetik verilerin taksonomik çeşitlilik hesabında tür seviyesinde $w_i = 1$ olarak alınmış, her seviye artışı için +1 eklemesi yapılarak alem seviyesinde $w_i = 7$ 'ye eşitlenmiştir. Ağırlıklandırma ve ağırlıklandırmada sayısal değerlerin verilmiş şekli bir seçenektir. Eğer ağırlıklandırma ile taksonomik çeşitlilik hesaplanacak ise bu durumda taksonomik çeşitliliğin genel ölçümünü ifade eden pT_0 'yu T_0 olarak isimlendirebiliriz. Eğer ağırlıklandırma tercih edilmez ise, diğer bir deyişle tüm seviyeler için $w_i = 1$ kabul edilir ise, bu durumda pT_0 'yu uT_0 olarak sembolize edebiliriz. Özetle T_0 ağırlıklandırılmış taksonomik çeşitlilik ölçümünü, uT_0 ise ağırlıksız taksonomik çeşitlilik ölçümünü ifade etmektedir.

Burada belirtmek gerekir ki, eğer tür seviyesinin üstündeki¹ ($i > 1$) seviyelerin herhangi birinde sadece bir düğüm var ise bu durumda o seviyede işlem biter, $Ed_{i>1} = 0$ olur aksi takdirde $Ed_{i>1} > 0$ olur. Eğer $Ed_{S(i=1)} = 0$ ise, haliyle $pT_0 = 0$ olur. Bu yüzden taksonomik çeşitlilik hesabı $Ed_{i>1} = 0$ olan seviyenin gerisinde bulunan seviyelerin üstel çarpımlarına denk gelmektedir. Eğer alem seviyesine kadar olan seviyelerde $Ed_{i>1} > 0$ ($i = 6$) ise bu durumda hesaplama en son seviye olan alem seviyesinde ($Ed_7 = 0$) sonlandırılır.

Eşitlik 4'te n_s , adım sayısını ve n_k , k . adımı ifade etmektedir. n_s ve n_k ile ilgili olarak Şekil 1'de verilen hipotetik örnek verisi ile daha detaylı açıklamalar yapılmıştır.

Şekil 1'de görüleceği üzere hipotetik veri bir familyaya ve üç cinse ait olan 8 türden ibarettir. Burada türlerin (S) birey sayıları S_1 den S_8 ' e kadar sırası ile 4;2;3;1;2;3;2;2 şeklindedir (Şekil 1a). İlk adımda bir çıkartma işlemi uygulanmaz ($n_k = 0$). O yüzden ilk adım bütün türlerin var değerlerini (1) içermektedir, yani S_1 'den S_8 ' e kadar değerler 1;1;1;1;1;1;1;1 şeklindedir (Şekil 1b). İkinci adımda her bir türün birey sayısından bir eksiltme yapılır ($n_k = 1$). Bu işlem sonunda pozitif değere sahip olan türlerin sayısal değerleri "1" değerleri "0" olarak kaydedilir. İkinci adımdaki işlem ile türlerin kalan sayıları S_1 den S_8 ' e kadar sırası ile 3;1;2;0;1;2;1;1 olup bu değerler 1;1;1;0;1;1;1;1'e denk gelmektedir (Şekil 1c). Benzer şekilde aynı işlemler eksiltme değeri artırılarak daha sonraki adımlar için gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda üçüncü adımdaki eksiltme değeri "2" ($n_k = 2$) ve dördüncü adımdaki eksiltme değeri "3" olup ($n_k = 3$) bu adımlarda S_1 den S_8 ' e kadar kalan "1" ve "0" değerleri sırası 1;0;1;0;0;1;0;0 (Şekil 1d) ve 1;0;0;0;0;0;0;0 (Şekil 1e) şeklindedir. Beşinci adımda ise hiç bir türün pozitif değeri kalmamaktadır (Şekil 1f). Bu yüzden dördüncü adım dilimlenmenin sonlandırıldığı

adımdır. Toplam adım sayısı da haliyle dört olmaktadır ($n_s = 4$). Sonuç olarak verilen hipotetik örnek itibarıyla $n_s - n_k$ eklentisini kullanarak birinci adımdan sonuncu adıma kadar olan çarpım değerleri sırası ile 4;3;2;1 şeklinde olmaktadır.

Var-yok verileri ile taksonomik çeşitliliğin belirlenmesi aşağıdaki eşitlikle gerçekleştirilir.

$$pT_0^+ = \prod_{i=1}^{i=7} \left(\left(w_i \frac{(e^{Ed_S})^2}{e^{Ed_i}} + 1 \right) \right), nod_{i>1} > 1 \quad (5)$$

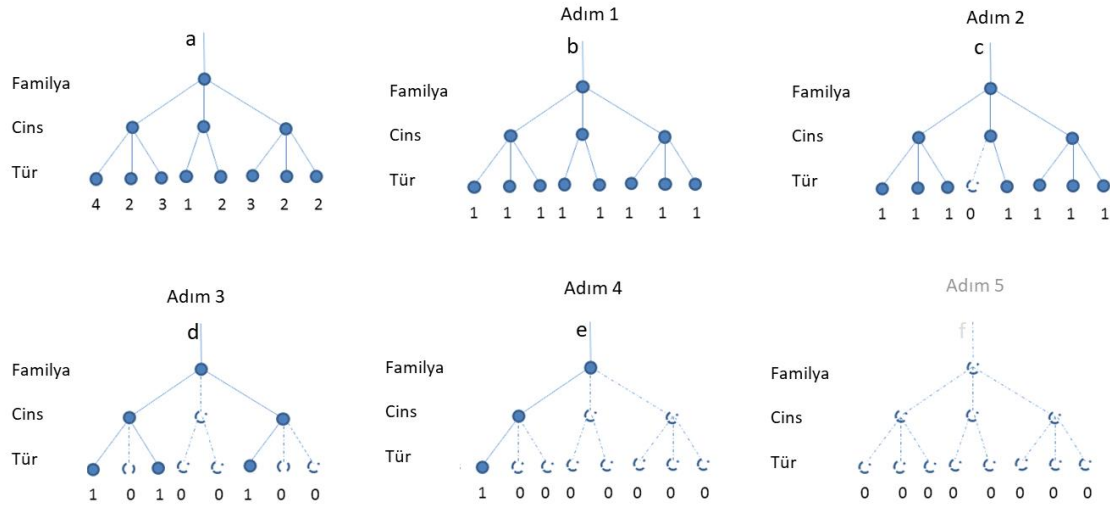
Açıktır ki, eşitlik 5, eşitlik 4'te verilen taksonomik çeşitlilik ölçümünün (pT_0) özünü oluşturmaktadır. Diğer bir deyişle $n_s = 1$ ve $n_k = 0$ durumunda eşitlik 4 (pT_0) eşitlik 5'e (pT_0^+) indirgenmektedir. pT_0^+ ağırlıklandırma kullanıldığında T_0^+ olarak, eğer ağırlıklandırma tercih edilmez ise (bütün taksonomik seviyeler için $w_i = 1$), uT_0^+ olarak sembolize edilebilir.

uT_0^+ ve/veya T_0^+ 'nin belirlenmesi önemlidir. Zira Vane-Wright vd. (1991) tarafından da ifade edildiği üzere türlerin oransal değerlerine, frekanslarına veya bolluk değerlerine dayalı taksonomik çeşitlilik ölçümleri koruma amaçlarına tam anlamı ile hizmet edecek bilgiyi sunmayabilir. Bundan dolayı taksonomik çeşitliliğin türlerin oransal değerlerini, frekanslarını veya bolluk değerlerini göz ardı ederek hesaplanması gerekir. Diğer bir deyişle türlerin bolluk değerlerine dayalı taksonomik çeşitlilik ölçümlerinin yerine türlerin var-yok verilerine dayalı taksonomik mesafe ölçümleri koruma amaçları için daha uygun bir seçenektir.

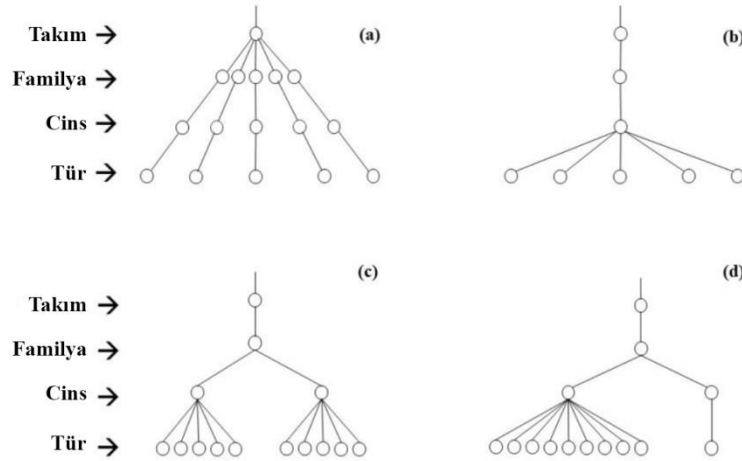
O halde türlerin var-yok verileri kullanılarak Deng Entropisi'ne dayalı ağırlıklandırılmış veya ağırlıklandırılmamış taksonomik çeşitlilik ölçümlerini (uT_0^+ ve T_0^+) kısaca taksonomik mesafe ölçümleri olarak ta isimlendirilebilir. uT_0^+ ve T_0^+ için böyle bir isimlendirmenin doğru olup olmayacağına sınanmasında, Clarke ve Warwick (1998)'in kendi geliştirdikleri taksonomik mesafeyi (Δ^+) açıklamak için kullandıkları Şekil 2'de gösterilen hipotetik toplum verileri iyi bir örnektir.

Hipotetik toplumların uT_0^+ sonuçları (a) 5.38 (b) 1.79 (c) 3.36 (d) 2.63 iken, T_0^+ sonuçları (a) 7.17 (b) 1.79 (c) 4.05 (d) 3.32 şeklindedir. Clarke ve Warwick (1998)'in Δ^+ değerleri ise (a) 3.0 (b) 1.0 (c) 1.56 (d) 1.2 şeklindedir. uT_0^+ ve T_0^+ 'nin sonuçları Δ^+ 'nın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Zira hem uT_0^+ ve T_0^+ 'nin hesapları ile hem de Δ^+ 'nın sonuçları itibarıyla hipotetik toplumların büyükten küçüğe doğru sıralamaları a>c>d>b şeklindedir (Şekil 2). Bu sonuçlar uT_0^+ ve T_0^+ 'nin taksonomik mesafe ismini hak ettiklerini göstermektedir. Özetle uT_0^+ ağırlıklandırılmamış taksonomik mesafe, T_0^+ ise ağırlıklandırılmış taksonomik mesafe olmaktadır.

¹ Eğer bir komplekste sadece bir tür var ise, bu durumda tür seviyesindeki entropi değeri= $\ln(2)$ olur ve tür seviyesinin daha üst seviyeleri için işlem yapılmaz. Zira tür seviyesinin üst seviyeleri için $nod_{i>1} > 1$ şartı geçerlidir. Bu konu ile ilgili detaylı açıklamalar metnin ilerleyen aşamalarında verilmiştir.



Şekil 1. Hipotetik örnek 1: Bir toplum verisi (a) ve dilimleme işlemleri (b,c,d,e,f)



Şekil 2. Türlerin var-yok verilerine dayalı teorik taksonomik ağaçlar (Clarke ve Warwick, 1998)

3. pT_0 bileşenlerinin ekolojik kompleks verilerine uygulanması ve yorumlar

Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'ndan alınan 8 ekolojik kompleks (örnek alan) verisi (Özkan ve Stiel 2008; Mert ve Özkan, 2017) pT_0 'dan türetilmiş olan T_0 , uT_0 , uT_0^+ ve T_0^{++} 'u hesaplamak için kullanılmıştır. Amaç yöntemin işlerliğini göstermek olduğu için komplekslerin seçiminde tür sayıları ve taksonomik yapılar bakımından mümkün olduğunca farklılıkların olmasına dikkat edilmiştir. Ekolojik komplekslere ait veriler Ek Çizelge 1'de verilmiştir. Ek Çizelge 1'de komplekslere ait sütunlar türlerin bolluk verilerinin Westhoff ve Van Der Maarel (1973)'e göre dönüştürülmüş değerlerini içermektedir.

Tüm komplekslerde toplam 96 farklı tür bulunmaktadır. En fazla tür K1'de bulunmaktadır. K1'de bulunan türler 45 cins, 30 aile, 26 takım, 3 sınıf ve 2 şube'ye dağılmaktadır. K8 taksonomik seviyelerdeki en düşük rakamsal değerlere sahip olan komplekstir. K8'de bulunan türler 11 cins, 10 aile, 9 takım, 2 sınıf ve 1 şube de yer almaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Komplekslerde bulunan bitkilerin taksonomik seviyelere göre sayısal dağılımı

	Tür	Cins	Familiya	Takım	Sınıf	Şube
K1	48	45	30	26	3	2
K2	23	22	14	14	3	2
K3	32	30	17	17	3	2
K4	28	27	23	20	3	2
K5	43	41	26	22	2	1
K6	20	18	15	13	2	1
K7	11	11	10	9	3	2
K8	11	11	10	9	2	1

pT_0 bileşenlerinin hesabına yönelik olarak bir makro program hazırlanmış ve hesaplamalar bu makro programda yapılmıştır (Özkan vd., 2018). Programa <http://www.kantitatifekoloji.net/takdivozkan> web adresinden ulaşılabilir. Programın kullanılması ve kısıtları ile ilgili bilgiler ekler kısmında verilmiştir.

Makro programı ile hesaplanan pT_0 bileşenlerinin tür zenginliği (S) ile olan ilişkilerine korelasyon analizi uygulanarak bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, pT_0 'nun tüm bileşenleri tür zenginliği (S) ile pozitif ilişkiler

göstermektedir ($r_{S-UT_0} = 0,965$; $r_{S-T_0} = 0,827$; $r_{S-UT_0^+} = 0,946$; $r_{S-T_0^+} = 0,785$). Ancak bu sonuçlar pT_0 bileşenlerin tür zenginliğinin göstergesi olduğu anlamına gelmez. pT_0 bileşenleri ile tür zenginliği arasındaki yüksek ilişki katsayılarının asıl sebebi ekolojik komplekslerde tür sayılarının cins sayıları, familya sayıları ve takım sayıları ile var olan yüksek korelasyonlardan kaynaklanmaktadır ($r_{S-G} = 0,999$; $r_{S-F} = 0,949$; $r_{S-T} = 0,970$).

Komplekslerin T_0 , uT_0 , uT_0^+ ve T_0^+ sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Tüm komplekslerin her biri için sonuçlar olması gerektiği gibi $T_0^+ \geq T_0$, $uT_0^+ \geq uT_0$, $T_0 \geq uT_0$ ve $T_0^+ \geq uT_0^+$ şeklindedir.

Tür sayıları ile cins, familya ve takım sayıları aralarında tespit edilen bu kuvvetli ilişkilere rağmen, tüm sonuçlara ayrıntıları ile bakıldığında pT_0 bileşenlerinin hem birbirlerine göre hem de komplekslerdeki tür sayısına göre farkları kendini oldukça net göstermektedir. Örneğin K7 ve K8'de tür sayıları eşittir. Fakat bunların pT_0 bileşenlerine ait sonuçları birbirlerinden farklıdır. K7'nin tüm pT_0 bileşenlerine ait sonuçları K8'inkilerden yüksektir. Bu iki kompleks arasındaki fark özellikle T_0^+ bileşeninde kendini göstermektedir. En ilginç sonuç 11 tür içeren K7 ile 20 tür içeren K6 arasında gözlenmektedir. Zira 11 tür içeren K7'nin T_0^+ değeri 17,45 iken, 20 tür içeren K6'nın T_0^+ değeri K7'nin T_0^+ değerinden daha düşük bir değer olan 15,95'e denk gelmektedir. Benzer şekilde K7'nin T_0 değeri de K6'nın T_0 değerinden yüksektir. Ancak K7 ve K6 arasındaki bu farklar uT_0 ve uT_0^+ sözkonusu olduğunda tersine dönmektedir (Çizelge 2). Yine 28 tür içeren K4 ile 32 tür içeren K3'ü karşılaştırdığımızda, K4'ün tüm pT_0 bileşenlerinin K3'ün bileşenlerinden yüksek değerlere sahip olduğu görülebilir (Çizelge 2).

Özetle elde edilen sonuçlar itibariyle pT_0 bileşenleri birbirlerinden ne tamamen bağımsızdır, ne de birbirlerine tamamen bağımlıdır. Daha detaylı olarak açıklarsak, T_0^+ 'un diğer bileşenlerden daha bağımsız hareket ettiği, bununla birlikte T_0^+ 'u en iyi tanımlayan bileşenin T_0 olduğu, haliyle uT_0 ve uT_0^+ arasında daha samimi ilişkilerin kurulduğu anlaşılmaktadır. Elbette ki yapılan bu yorumlar verilen örnek veri setinden (Ek Çizelge 1) çıkartılan sonuçlara dayanmaktadır. Farklı kompleks yapılarında ve daha çok örnekle çalışılarak elde edilecek sonuçlar pT_0 bileşenleri arasındaki benzerlikler ile farklılıkları ve onların diğer bilinen çeşitlilik indekslerine göre konumlarını daha net gösterecektir.

Çizelge 2. Komplekslerin pT_0 bileşenlerine ait sonuçları

Kompleksler	uT_0	T_0	uT_0^+	T_0^+
K1	13,295817	19,854380	14,147245	20,726497
K2	10,825873	17,392090	11,754740	18,333992
K3	10,903368	17,364041	11,648265	18,227516
K4	11,780748	18,351295	12,673819	19,253070
K5	12,947514	17,734969	13,579837	18,367329
K6	10,432915	15,219927	11,164915	15,952406
K7	9,793371	16,371821	10,874298	17,453549
K8	9,329968	14,116012	10,056493	14,843984

4. Yeni önerilen eşitlik neden Deng Entropisi'ne dayanıyor?

Yeni önerilen ölçütün neden Deng Entropisi'ne dayandığına yönelik gerekçeler maddeler halinde aşağıda açıklanmıştır.

1. Hatırlanacağı üzere Deng Entropisi'nde $|F_i|$ F_i 'nin eleman sayısını ifade etmektedir. Eğer bir kompleksdeki tüm elementler için $|F_i| = 1$ ise o zaman Shannon Entropisi ve Deng Entropisi ile o komplekse yönelik entropi hesabı yapılabilir ki, zaten böyle bir komplekste Deng Entropisi Shannon Entropisi'ne indirgenmektedir. Bir kompleks $|F_i|$ değeri 1'den büyük elementlere sahip ise, o kompleksin entropi hesabında Shannon Entropisi kullanılamaz. Böyle veri tiplerine sahip kompleksler, yapılar veya sistemler için entropi hesabı Dempster-Shafer Delil Teorisinin uzmanlık alanına girmektedir. Bu teorinin son yıllardaki en popüler eşitliği Deng Entropisi'dir. Giriş kısmında bahsi geçtiği üzere Deng Entropisi özellikle risk değerlendirmesi ve karar verme süreçleri gibi alanlarda kullanılmaya uygun bir ölçümdür. Çünkü Deng Entropisi aslen bu tip uzmanlık alanları için tasarlanmıştır. Bu uzmanlık alanlarında yüksek bir entropi değeri riskin yüksek olduğuna ve/veya karar verme süreçlerinin zorluğuna (karar vermede isabet derecesinin düşük olabileceğine) yönelik mesajlar vermektedir. Diğer bir deyişle Deng Entropisi doğrudan belirsizliğe yönelik mesaj vermekte, belirsizliğin yüksekliği ile entropi yüksekliği aynı anlama gelmektedir. Bu sebepten dolayı bir kompleksi, yapıyı veya sistemi oluşturan elementler ne kadar yüksek $|F_i|$ değerlerine sahip olur ise, Deng Entropi değeri de o kadar yüksek değere sahip olmaktadır. Özetle Deng Entropisi'nde elementlerin $|F_i|$ değer artışı ile entropi artışı arasında aynı yönde paralel bir ilişki vardır. Fakat konu taksonomik çeşitliliği hesaplamak olduğunda ve Deng Entropisi bu amaç için kullanıldığında elementlerin $|F_i|$ değer artışı ile entropi artışı arasındaki paralel ilişki çeşitliliğe atfedilemez veya çeşitlilikte artış anlamına gelmez. Aksine elementlerin $|F_i|$ değer artışı sadeleşme hızında artış veya çeşitlilikte azalma anlamına gelir. Sadeleşme hızını belirlemek için tür seviyesindeki entropik değer diğer taksonomik seviyelerdeki entropik değerlerle kıyaslanır. Örneğin tür seviyesinden cins seviyesine çıktığında cins seviyesindeki Deng Entropi değeri ile tür seviyesindeki Deng Entropi değeri arasındaki fark sadeleşme hızı olarak ifade edilebilir. Haliyle tür seviyesi ile kıyaslandığında; *i.* taksonomik seviyenin sadeleşme hızı ne kadar yüksek ise, onun çeşitliliğe katkısı o oranda düşük olmaktadır.

Konuyu daha anlaşılır kılmak için Şekil 3'te bulunan iki hipotetik toplum verisi üstünden açıklamalara devam edelim. Şekil 3'te görüleceği üzere A toplumunda tür seviyesinde 12 tür bulunmaktadır. B toplumunda ise 6 tür bulunmaktadır. A ve B toplumunda türler eşit oranda dağılmaktadır. Her iki toplumun taksonomik ağacına bakıldığında net bir şekilde A toplumunda sadeleşme hızının B toplumundan daha fazla olduğu anlaşılabilir. Çünkü A toplumunda 12 tür dördü gruplar şeklinde 3 cinsten toplanırken, B toplumunda 6 tür ikiye gruplar halinde 3 cinsten toplanmaktadır. Ricotta ve Avena (2003)'ün yaklaşımından farklı olarak taksonomik ağaçlardaki seviyeleri birbirlerinden bağımsız olarak düşünürsek ve bu düşünce temelinde Shannon Entropisi'ni (H) kullanırsak; A toplumunda tür seviyesinde $A_{H_S} = 2,4849$ ve cins

seviyesinde $A_{H_G} = 1,0986$, B toplumunda ise tür ve cins seviyelerinde sırası ile $B_{H_S} = 1,7917$ ve $B_{H_G} = 1,0986$ değerlerine ulaşırız. Hem A hem de B toplumunun familia seviyelerinde sadece bir düğüm vardır. Bu yüzden her iki toplumun familia seviyesinde Shannon Entropi değerleri sıfır olur ($A_{H_F} = 0$; $B_{H_F} = 0$).

Her bir toplumun kendi içindeki taksonomik seviyelerinin entropi değerlerini toplarsak $A_H = 3,5835$ ve $B_H = 2,8903$ çıkar. Bu sonuca göre A toplumunun çeşitliliği B toplumundan yüksektir. Her iki toplumun taksonomik ağaçlarına bakıldığında zaten A toplumunun B toplumundan daha çeşitli olduğu net bir şekilde anlaşılmaktadır. Ancak bu sonuç Shannon Entropisi ile taksonomik ağaçlardan çeşitlilik hesabının doğruluğunu kanıtlamaz. Bunun kesin kanıtı Shannon Entropisi'nin sadeleşme hızını hesabına yansıtmasına bağlıdır. Ne var ki, Shannon Entropisi sadeleşme hızı kavramından muaftır. Çünkü Shannon Entropisi ile hem A hem de B toplumunda cins seviyelerinde aynı entropik değerler elde edilmiştir. Özetle Shannon Entropisi taksonomik seviyelerin entropilerini hesaplamak ve toplumların bu seviye değerlerinin toplamına (veya üstel değerler tercih edilirse çarpımına) dayanan hesaplama şekli ile taksonomik çeşitliliği kestirmek için uygun değildir. Belirtmek gerekir ki, Ricotta ve Avena (2003)'ün bilgi teorisi temelindeki taksonomik çeşitlilik hesabı farklı bir yaklaşımla gerçekleşmektedir. Dolayısıyla onların yaklaşımı eleştiri konusu değildir. Zira onların yaklaşımı burada açıklanmaya çalışılan konu ile alakalı değildir.

Özetlersek, Shannon Entropisi taksonomik seviyelerin bağımsızlığı temelinde taksonomik çeşitlilik hesabı için uygun bir eşitlik değildir. Uygun olan entropik eşitlik Dempster-Shafer Delil Teorisi'nin ölçümlerinden biri olan Deng Entropisi'dir. Zira Deng Entropisi'nde $|F_i|$ 'nin varlığı sayesinde sadeleşme hızının tespit etmek mümkün olmaktadır. Şöyle ki;

A ve B toplumlarının cins seviyelerinde Deng Entropi değerleri sırası ile $A_{Ed_G} = 3,8066$ ve $B_{Ed_G} = 2,1972$ olduğundan A ve B toplumlarının tür seviyesinden cins seviyesine çıkarken sadeleşme hızları sırası ile 3,8066 ve 2,1972 olmaktadır. Bir seviye için sadeleşme hızının yüksek olması tabana göre o oranda çeşitliliğin düşük olduğu anlamına gelmektedir. O halde sadeleşme hızı üstünden ilgili seviyenin gerçekteki çeşitlilik değerini bulmak için tabandaki yani tür seviyesindeki Deng Entropi değerini kullanmak gerekmektedir. Daha önceden de bahsedildiği üzere, tür seviyesinde Deng Entropi değeri Shannon Entropi değerine eşittir. Çünkü tür seviyesinde $\forall |F_i| = 1$ olmaktadır. Bu yüzden A ve B toplumunun tür seviyesindeki Deng Entropi değerleri sırası ile $A_{Ed_S} = 2,4849$ ve $B_{Ed_S} = 1,7917$ ve toplumların familia

seviyelerinde tek bir düğüm olduğu için $A_{Ed_F} = B_{Ed_F} = 0$ olur.

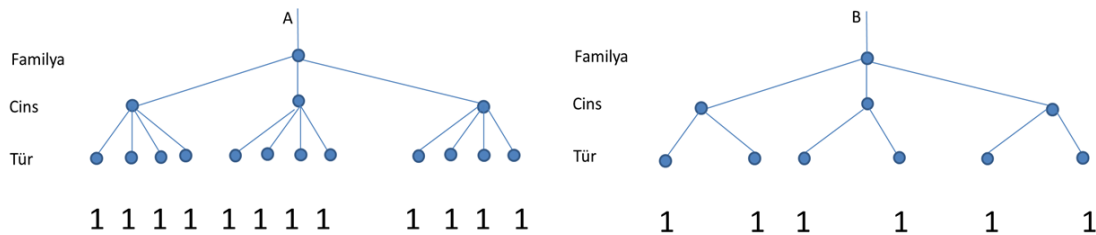
A toplumunda cins seviyesindeki sadeleşme hızının üstel değeri tür seviyesindeki Deng Entropi değerinin üstel değerine bölüldüğünde 0,2667 değerine ulaşılır. Bu değer tür seviyesindeki $e^{Ed_S} = 12$ değerine göre cins seviyesindeki $e^{Ed_G} = 45$ değerinin standart karşılığıdır. O yüzden bu değeri yine tabanın e^{Ed_S} değeri ile çarpmak gerekmektedir. Bu çarpım 3,2 değerine karşılık geldiğinden cins seviyesi için en son değer $3,2 + 1 = 4,2$ olmaktadır.

Tür seviyesinde $\frac{e^{Ed_S}e^{Ed_S}}{e^{Ed_S}} + 1 = e^{Ed_S} + 1 = 12 + 1 = 13$ olduğundan, $\forall w_i = 1$ kabulü ile A toplumunun taksonomik çeşitlilik/mesafe değeri, $A_{uT_0^+} = \ln(13 \times 4,2) = \ln(54,6) = 4,00003$ değerine eşit olur. B toplumu için aynı yolla hesaplar yapıldığında $B_{uT_0^+} = \ln(7 \times 5) = \ln(35) = 3,5554$ değeri elde edilir. Deng Entropisi'ne dayalı taksonomik çeşitlilik/mesafe hesabından da görüleceği üzere A toplumunun çeşitliliği B toplumundan yüksektir. Ancak bu yaklaşımda A ve B toplumu arasındaki çeşitlilik değer farkı, sadeleşme hızı hesaba girdiği için Shannon Entropisi ile çıkan fark değerinden daha düşüktür. Deng Entropisi'ne dayalı hesaplarda A toplumunun çeşitliliği ile B toplumunun çeşitliliği arasındaki fark $4,00003 - 3,5554 = 0,4446$ iken Shannon Entropisi'ne dayanan hesaplarda fark $3,5835 - 2,8903 = 0,6931$ çıkmaktadır.

Deng Entropisi'ne dayalı taksonomik çeşitlilik hesabında A ve B toplumu arasındaki çeşitlilik farkının daha düşük çıkması sadeleşme hızı kavramının aktif hale gelmesi sebebiyle A toplumunun cins seviyesindeki çeşitlilik değerinin 4,2 çıkmasına karşın B toplumunda bu değer 5 çıkmasıdır. Açıkta ki, her iki toplumun taksonomik ağaçlarında cins seviyesine odaklanıldığında net olarak görüleni hesabına yansıtan Deng Entropisi'ne dayalı taksonomik çeşitlilik eşitliği olmaktadır.

2. Rényi Entropisi, Tsallis Entropisi ve Kanadiankis Entropisi gibi birçok farklı yaklaşımla Shannon Entropisi geliştirilebilmektedir. Bu Shannon Entropisi adına çok önemli bir avantajdır. Ancak Shannon Entropisi'nin bu avantajı Deng Entropisi'ne üstünlük sağlamaz. Çünkü Deng Entropisi'de Shannon Entropisi'nin geliştirilebildiği tüm yaklaşımla geliştirilebilir.

3. Deng Entropisi'nin farklı amaçlara yönelik olarak geliştirilmiş iki formu bulunmaktadır. Bunlar geliştirilmiş Deng Entropisi ve ağırlıklı Deng Entropisi'dir. Taksonomik çeşitlilik hesabında bu eşitliklerin Deng Entropisi yerine kullanılması düşünülebilir ve düşük bir ihtimal de olsa, bu eşitliklere dayanan taksonomik çeşitlilik ölçümü ile Deng Entropisi'ne dayanan taksonomik çeşitlilik ölçümü kadar etkili veya daha verimli sonuçlar alınabilir.



Şekil 3. Sadeleşme hızı hesabına yönelik iki hipotetik toplum verisi

4. Deng Entropisi iki parçalı yapıya sahip olduğundan gelişimlere açıktır. Bundan dolayı belki gelecekte Deng Entropisi'nin tür çeşitliliği veya taksonomik çeşitliliği doğrudan ve daha güçlü bir şekilde ifade etmesine yönelik modifikasyonlar gerçekleştirilebilir ve bu modifikasyonlar sapma düzeltme ve genelleştirme eklentileri ile çeşitlendirilebilir.

5. Yeni önerilen eşitlik ile taksonomik çeşitlilik hesabı neden dilimlemeye dayanıyor?

Yeni önerilen eşitlik ile taksonomik çeşitlilik hesabında oransal değerler yerine dilimleme ile işlemlerin yapılmasının iki sebebi vardır.

1. Yeni önerilen eşitlikle dilimleme yerine doğrudan oransal değerler kullanılarak hesaplama işine girilir ise bu durumda her zaman $T_o^+ \geq T_o$, $uT_o^+ \geq uT_o$ şartları sağlanamaz. Bu şartların sağlanmadığı bir eşitlikte doğal olarak geçerli kabul edilemez. Kısaca dilimleme bir tercih değil mecburiyettir.

2. Dilimleme tür sayılarının veya frekans değerlerin hesaba aktarılması açısından bir avantaj sağlar. Böylece tür içi çeşitliliğin hesaba yansımaları yönündeki düşünce aktif hale geçmiş olur. Ancak dilimleme negatif sapmaya çözüm bulmaz. Ne var ki bu çalışma da indirgenmiş Shannon Entropisi'ne dönüşen bir entropik formula hareket edildiği için, yeni önerilen eşitlik negatif sapmayı giderici modifikasyonlar yapmak mümkündür. Böyle bir modifikasyon için hangi negatif sapma algoritma ya da algoritmalarının kullanılabileceği sorusuna genelleştirme kapsamında düşünülecek cevap vermek gerekir. Sapma düzeltme konusunda farkı kabuller ile birçok algoritma geliştirilmiş olup, bu konunun ayrı bir çalışma ile incelenmesi gerekmektedir.

6. Yeni önerilen eşitliğin formülasyon yapısına yönelik detaylı açıklamalar: Neden üstel değer hesabı? Neden +1 eklentisi? Ve $nod_{i>1} > 1$ ne anlama gelir?

İki entropi değerinin birbiri ile kıyaslanmasında; logaritmik değerler kullanıldığında çıkartma, üstel değerler kullanıldığında bölme işlemi kullanılır.

Yeni önerilen eşitlikte görüleceği üzere logaritmik değil üstel değerler ile hesaplama gerçekleştirilmektedir. Eşitlikte işlem ile asıl olarak elde edilen en son değer üstel değerdir. Eşitlikte parantez dışındaki "ln" sadece işlemin bitiminde elde edilen üstel değer için doğal logaritmasını ifade etmektedir. Diğer bir deyişle parantez dışındaki "ln" ana işlemin sonucuna uygulanmaktadır. Kısaca işlem bitmiştir ve parantez dışındaki "ln" sadece ilgili değeri sıkıştırma işini yapmaktadır.

Yeni önerilen taksonomik çeşitlilik ölçümünde neden doğrudan logaritmik değerler ile hesap yapılmadığı, bunun yerine neden üstel değerlerin bölünmesi ve +1 eklemesinin yapıldığı sorusuna gelelim. Bu soruyu bir matematiksel birde felsefi açıdan cevaplamak gerekir.

Matematiksel açıdan cevabı şu şekilde verebiliriz.

Eğer tür seviyesinin üst seviyelerinden birinde sadeleşme çok hızlı olur ise, üsteki sadeleşme hız değeri sebebiyle bu seviyedeki entropi değeri tabanın (tür seviyesinin) entropisinden çok daha yüksek çıkabilir ve bu durumda tabana ait entropi değerinin üst seviye entropi değerinden çıkartılması sonucu negatif bir entropik değer ile

karşılaşılabılır. Bu durumda bütün entropik değerlerin toplamı ile her kompleks için olmasa da bazı kompleksler için negatif bir entropi değeri elde edilebilir. Böyle bir sonuç taksonomik çeşitliliği ifade etmez. Bu sebepten işlem doğrudan logaritmik değerler ile gerçekleştirilemez.

Negatif logaritmik değer, gerçekte negatif bir değer değildir. Zira onun üstel değeri gerçek değeri verir ve bu değer her zaman pozitif bir sayıdır. Ancak negatif logaritmik değerlerin gerçek değeri 0 ile 1 arasında bir değere denk gelmektedir. Böyle bir değer kendinden önceki çarpım veya çarpımların değerini düşürerek bizi yanlışa götürür. İşte bu yüzden logaritmik değerler üstel değerlere çevrilmeli ve bu çevrilmiş değerlerin her birine +1 eklemesi yapılmalıdır. Böylece taksonomik çeşitlilik hesabı sağlam ve doğru bir temele dayandırılmış olur.

Felsefi açıdan cevabı ise şu şekildedir;

Bir komplekste eğer hiç tür yok ise bu komplekste logaritma hesabı yapılamaz.

O halde böyle bir kompleks için hücre değeri atamasını nasıl yapabiliriz?

Hiç tür içermeyen bir kompleks için ayrılmış hücreye bir değer atayamazsak matris çöker.

Demek ki mecburen -matrisin çökmemesi için- hiç tür içermeyen komplekse sayısal bir atama yapmamız gerekir.

Hiç tür içermeyen komplekse sıfır "0" değeri ataması yapabilir miyiz? Bu soruya cevap vermek için iki farklı sorunun cevaplandırılması gerekmektedir. O sorular şunlardır;

1. Eğer hiç tür içermeyen bir kompleks için logaritmik işlem yapılamaz ise ve bu komplekse buna rağmen "0" değeri atanırsa, o zaman tek bir türün olduğu komplekse hücre değerine yapılan sıfır "0" atamasından sıfır "0" tür içeren kompleksi nasıl ayıracağız?

2. Eğer hiç tür içermeyen ve tek tür içeren kompleksin farkını sayısal olarak ifade edemezsek, bu durumda farkın çok küçük olduğunu gerekçe göstererek hiç tür içermeyen ve tek tür içeren kompleksin birbirlerinden farkını ihmal etme yolunu tercih edebilecek miyiz?

Önce ikinci sorunun cevabını verelim.

Eğer işleme aldığımız komplekslerin hepsi tür içeriyor ise, hiç tür içermeyen kompleks kavramı düştüğünden zaten ikinci sorunun cevabını aramak anlamsız olur. Kavram aktif olduğunda yani hesaba alınan kompleksler içinde tür barındırmayan kompleksler var ise bu durumda; bu komplekslerin sayısı yüksek olsa bile tüm komplekslerin birbirlerine göre sıralaması bakımından kaynaklanacak hata ihmal edilebilecek kadar ufak bir sapmaya denk gelmektedir. Bu ufak fark tüm komplekslerin karşılaştırılmasında sonucu önemle etkilemeyecektir. Bu yüzden bu fark görmezlikten gelenebilecek kadar ufak bir sorun olarak düşünülebilir. Böyle bir düşünce ile hareket edildiğinde $nod_i > 1$ şartı ile hareket etmek yeterli olacaktır. Ancak böyle bir düşünce ile işlemlere girişmek temelde doğru değildir, felsefi açıdan bir sorundur. Zira bu ihmal matrisi çökertmez ama mantığı çökertir.

Hem matrisi hem de mantığı çökertmeyecek bir çözüm nasıl bulunur?

Bu sorunun cevabını vererek aynı zamanda birinci sorunun cevabını vermiş oluyoruz. Şöyle ki;

Basitçe cevap bütün komplekslerdeki hiyerarşik seviyelere $nod_{i>1} > 1$ şartına bağlı kalarak +1 ataması yapmak ve böylece hiç tür içermeyen kompleksin taksonomik çeşitliliğini "0" ile ifade etmek şeklindedir.

Böylece tek bir türün olduğu bir kompleks işleme alındığında sonuçta sıfır "0" değerinden farklı bir logaritmik değer elde edilebilmektedir. Tek tür içeren kompleksler için sadece tür seviyesinde hesap yapıldığından elde edilen değer $\ln(2)$ 'ye eşit olmaktadır. Zira $nod_{i>1} > 1$ tür seviyelerinin üstündeki tek düğüm içeren tüm seviyeler için işlemin sonlandırılması gerektiği anlamına gelmektedir. Haliyle matriste "0" değeri hiç tür içermeyen komplekse kalmaktadır. +1 eklentisi, temelde bir kompleks hiçbir tür içermese dahi onun canlılar için her zaman bir potansiyele sahip olduğu kabulüne dayanmaktadır. Kısaca +1 eklentisi **menşei** ifade etmektedir. Aristoteles'in gayecilik prensibi temelinde kendi örneğimize atfen açıklarsak; Gaye nihayi sonuçtur yani canlıdır. Bu yüzden menşei gaye değildir. **Menşei çevredir (aslen bizim örneğimize göre bir kompleksdir)**. Hiç tür içermeyen komplekste faili neden gerçekleşmediğinden şekilsel neden de gerçekleşmemiştir. Şekilsel neden gerçekleştiğinde faili neden gerçekleşmiş olacağından haliyle gaye gerçekleşmiş olur. Demek ki **çevre** canlının var olmasındaki **maddi** nedendir. Hiç tür içermeyen komplekse atfen; bir neden (o ilk neden olan maddi nedendir) gerçekleşmiş ise gaye için yola çıkmış demektir. Bu yüzden yeni önerilen eşitlikteki +1 eklentisi potansiyeli gösteren bir gerçektir. Canlı içeren komplekslerde ise +1 eklentisi gayenin gerçekleştiği ama nihayete ermediği anlamına gelir. Yani aslen her kompleksin en son hali potansiyelinin altındadır. Bahsi geçen bu kabul alansal sınırlamadan kaynaklandığı düşünülmesi ile tasarlanmış olsa da negatif sapmayı düzeltme eşitliklerinin temel kabulü ile aynı noktaya çıkmaktadır. Sapma düzeltme eşitliklerinin temel dayanağı; "bir alanı temsilen gerçekleştirilen envanter genelde o alanı tam anlamı ile tanımlayamaz" şeklindeki kabule dayanmaktadır. Bu kabule göre hemen her envanter çalışmasında bir eksiklik vardır ve bu eksiklikten kaynaklanan az veya çok bir negatif sapma değeri hasil olmaktadır. Yani bir envanterle elde edilen bilgi x ise ve sapma y ise o envanter için tam bilgi $x + y$ 'dir. O kadar...

7. Sonuç ve tartışma

Bu makalede taksonomik çeşitliliği ve taksonomik mesafeyi ölçmek için yeni bir ölçüm (pT_0) önerilmiştir. Yeni önerilen ölçümün formülasyon yapısına değinilmiş, içerdiği terimlerin ne anlama geldiği açıklanmıştır. Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Yazılı Kanyon Milli Parkı'ndan 8 ekolojik kompleks verisi kullanılarak yeni önerilen indeksin bileşenleri hesaplanmış, hesap sonuçları korelasyon analizi sonuçları ile birlikte mütalaa edilerek tartışılmıştır.

Ekolojik kompleks örneklerine göre yeni önerilen ölçümün (pT_0) bileşenlerinin birbirlerini tanımlama özelliği yanında farklılıklara da sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda T_0 , uT_0 , T_0^+ ve uT_0^+ ile sembolize edilen pT_0 bileşenleri sırası ile ağırlıklı taksonomik çeşitlilik ölçümü, ağırlıksız taksonomik çeşitlilik ölçümü, ağırlıksız taksonomik mesafe ölçümü ve ağırlıksız taksonomik mesafe ölçümü şeklinde isimlendirilmiştir.

Yeni önerilen indeks modifikasyonlara veya gelişmelere açıktır. Yeni önerilen ölçümde bulunan $(n_s - n_k)$ ve w_i sırası ile $(n_s - n_k)^a$ ve w_i^b olarak ifade edilebilir ve böylece eşitlik esnek bir forma yükseltgenabilir. Bundan öte yeni önerilen ölçüme sapma düzeltme eşitliğinin eklenebilmesi sağlanabilir ve daha da önemlisi onun

genelleştirilmiş forma dönüştürülmesi mümkün kılınabilir. Hatta bu eklentilerin hepsi tek bir eşitlikte bile yer alabilir. Ancak bütün bunlar için bu makale ile önerilen eşitliğin diğer çeşitlilik indekslerini de hesaba katarak çok sayıda ve farklı yapıdaki veriler ile sınanması gerekmektedir. Eğer sapma düzeltme ve genelleştirme -ve çok gerekli olmasa da esneklik- eklentileri ile yeni önerilen eşitlik beklentiye cevap verebilecek nitelikte olur ve büyük veri matrislerini analiz edecek şekilde yazılımı gerçekleştirilebilir ise, onun diğer taksonomik çeşitlilik eşitliklerinden daha fazla tercih edilmesi ve hatta ekoloji alanı dışındaki hiyerarşik yapıları verilerin çözümleri ile uğraşan başka disiplinler tarafından kullanılması da mümkün olabilir.

Kaynaklar

- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35(4): 523-531.
- Deng, Y., 2016. Deng entropy. *Chaos, Solitons & Fractals*, 91: 549-553.
- Faith, D.P., 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation*, 61(1): 1-10.
- Mert, A., Özkan, K., 2017. Studies on taxonomic diversity of plant communities and modeling its potential distribution in Yazılı Canyon Nature Park, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 38(6): 1267-1274.
- Özkan, K., 2016. Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β ve γ) Nasıl Ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta.
- Özkan, K., Süel, H., 2008. Endemic plant species in a karstic canyon (Mediterranean Region, Turkey): Relation to relief and vegetation diversity. *Polish Journal of Ecology*, 56(4): 709-715.
- Özkan, K., Mert A., Şenol A., Özdemir S., 2018. *Macrotakdivozkan*, <http://www.kantitatifekoloji.net/takdivozkan>
- Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Pielou, E.C., 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, Newyork.
- Rao, C.R., 1982. Diversity and dissimilarity coefficients: A unified approach. *Theoretical Population Biology*, 21(1): 24-43.
- Ricotta, C., Avena, G.C., 2003. An information-theoretical measure of taxonomic diversity. *Acta Biotheoretica*, 51(1): 35-41.
- Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Vane-Wright R.I., Humphries C.J., Williams P.H., 1991. What to protect?—Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation*, 55(3): 235-254.
- Warwick, R.M., Clarke K.R., 1995. New "biodiversity" measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129: 301-305.
- Westhoff, V., Van Der Maarel, E., 1973. The Braun-Blanquet Approach. In: R.H. Whittaker (Ed.), *Handbook of Vegetation Science 5: Ordination and classification of communities*. Junk, The Hague, Netherland, pp. 617-726.

Ek bilgiler:

pT_0 bileşenlerinin hesabı için hazırlanan makro program ve özellikleri

Hazırlanan makro program “**takdivozkan**” ismi ile <http://www.kantitatifekoloji.net/takdivozkan> adresinden indirilebilir. Program açıldığında ekran görüntüsü Ek Şekil 1’deki gibidir.

Programı çalıştırmadan önce verinin hazırlanması, sayısal hale getirilmesi ve bunun girişinin yapılması gerekmektedir. Verinin hazırlanması ve sayısal hale getirilmesine yönelik Microsoft Excel’de hazırlanmış hipotezik bir kompleks örneği Ek Şekil 2’de gösterilmiştir.

Veri hazırlandıktan sonra, “**VERİ MATRİSİ EKLE**” butonuna basılır, daha sonra açılan Microsoft Excel sayfasında komplekste bulunan türlerin ait sayısal değerleri içeren veri (Matris B) girişi gerçekleştirilir (Ek Şekil 3).

Veri girişi tamamlandıktan sonra “**ANASAYFA**” yazan butona daha sonra “**HESAPLA**” butonuna basılır ve ilgili örnek alanın, birimin veya kompleksin pT_0 bileşenlerine ait sonuçlar elde edilir (Ek Şekil 4). Her bir örnek alan, birim veya kompleks için aynı işlemler gerçekleştirilir ve her işlem sonucu elde edilen sonuçlar başka bir dosyaya kaydedilir. Yeni bir kompleks için işlem yapılmadan önce “**VERİ MATRİSİNİ TEMİZLE**” butonuna basılması gerektiği unutulmamalıdır.

Program kısıtları: Programda veri girişi 200 tür ile sınırlıdır. Programda her bir örnek alan, birim veya kompleks ayrı olarak analiz edilmektedir. Türlerin ait girilecek frekans veya bolluk verilerinden dönüştürülmüş değerler “0-9” arasında tam sayı değerleri şeklinde olmalıdır. Program “9” değerinden daha yüksek frekans değerlerini “9” değeri olarak tanımaktadır. Zira programda maksimum dilimleme sayısı türlerin kaplama alanına dayalı vejetasyon verilerinin Westhoff ve Van Der Maarel (1973)’e göre dönüştürülmüş değerlerinden maksimum değerine denk gelen sayı ile sınırlandırılmıştır.

Matris A							
Tür	Cins	Familya	Takım	Sınıf	Şube	Alem	frekans
DAP.SER.	Daphne	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	5
FIC.CAR	Ficus	Moraceae	Urticales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	1
FON.PHI	Fontanesia	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2
LON.ETRI	Lonicera	Caprifoliaceae	Dipsacales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2
MELOFF	Melissa	Labiatae	Polemniales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3
PHY.LAT	Phyllirea	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	7
PIN.BRU	Pinus	Pinaceae	Pinales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	4
PIS.TER	Pistacia	Anacardiaceae	Sapindales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2
QUE.COC	Quercus	Fagaceae	Fagales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	6

Matris B							
Tür	Cins	Familya	Takım	Sınıf	Şube	Alem	frekans
1	1	1	1	1	1	1	5
2	2	2	2	2	1	1	1
3	3	3	3	3	1	1	2
4	4	4	4	4	1	1	2
5	5	5	5	5	1	1	3
6	6	6	6	6	1	1	7
7	7	7	7	7	1	1	4
8	8	8	8	8	1	1	2
9	9	9	9	9	1	1	6

Ek Şekil 2. Bir komplekste bulunan türler, onların Linnean sınıflandırmadaki konumları ve frekans değerleri (Matris A) ve bunların pT_0 bileşenlerine yönelik hesaplar için sayısal değerler olarak ifadesi (Matris B)

Ek Şekil 3. **takdivozkan** makro program veri giriş alanı

Ek Şekil 1. **takdivozkan** makro program açılış menüsü

Ek Şekil 4. **takdivozkan** makro program çıktıları

Ek Çizelge 1. Tür kodları, türlerin taksonomik sıralardaki konumları ve komplekslerde türlerin dönüştürülmüş değerlerinin dağılımı

Tür Kodu	Cins	Familiya	Takım	Sınıf	Şube	Alem	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
ACE.HYR.1	Acer	Aceraceae	Sapindales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae							1	
AJU.CHA1	Ajuga	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
ALC.CAL	Alcea	Malvaceae	Malvales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2				2			
ALK.INC	Alkanna	Boraginaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2			2	2			
ALL.MYR.	Allium	Liliaceae	Liliales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
ALN.ORL.1	Alnus	Betulaceae	Fagales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae				6				7
AMP.ORI	Ampelopsis	Vitaceae	Rhamnales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
AMY.ORI	Amygdalus	Rosaceae	Rosales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			3					
ARB.AND	Arbutus	Ericaceae	Ericales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae							3	
ART.VUL	Artemisia	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae						2		
ARU.DIO1	Arum	Araceae	Arales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3			3	3			
ASP.ACU	Asparagus	Liliaceae	Liliales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	1	2	1		2			
BRI.MAX.	Briza	Poaceae	Cyperales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
BRY.CRE.	Bryonia	Cucurbitaceae	Cucurbitales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
CAM.DEL.	Campanula	Campanulaceae	Campanulales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3			2	2			
CAR.PYC1	Carduus	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3				2			
CEP.RUB	Cephalanthera	Orchidaceae	Asparagales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2						
CEP.DIP.	Cephalaria	Dipsacaceae	Dipsacales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
CERC.SIL	Cercis	Fabaceae	Fabales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2			2				
CET.OFF	Ceterach	Aspleniaceae	Polypodiales	Filicopsida	Pteridophyta	Plantae		2						
CHE.FRA	Cheilanthes	Sinopteridaceae	Filicales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
CLE.FLA	Clematis	Ranunculaceae	Ranunculales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
COL.CIL	Colutea	Fabaceae	Fabales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2			3			
CRE.MON	Creatagus	Rosaceae	Rosales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae				1				
CRE.sp.	Crepis	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2		2			
CYN.CRE	Cynoglossum	Boraginaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2				2			
DAP.GNI	Daphne	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2		2					
DAP.SER.	Daphne	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	2	3	1	3		1	2
DRA.VUL	Dracunculus	Araceae	Arales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
DRY.PAL	Dryopteris	Aspidiaceae	Aspidiales	Filicopsida	Pteridophyta	Plantae	2	2	2	2			2	
ECH.VIS	Echinops	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2						
ERY.CAM.1	Eryngium	Apiaceae	Apiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae							2	
EUP.CHA1	Euphorbia	Euphorbiaceae	Euphorbiales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3		3	2	3	2		2
FES. sp.	Festuca	Poaceae	Cyperales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2			2		
FIC.CAR	Ficus	Moraceae	Urticales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	1		3	2				
FON.PHI	Fontanesia	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
GAL sp.	Galium	Rubiaceae	Rubiales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
GYP sp.	Gypsophila	Caryophyllaceae	Caryophyllales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	2	2	2	2			
HEL.PAM	Helichrysum	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			1					
HYP.LAN1	Hypericum	Hypericaceae	Malpighiales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2		2					
INU.HET	Inula	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2					
JAS.FRU	Jasminium	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae						3		
JUN.sp.	Juncus sp.	Juncaceae	Juncales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae								3
JUN.EXC	Juniperus	Cupressaceae	Pinales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					3	5		
KNA.INT1	Knautia	Dipsacaceae	Dipsacales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2				2			
LAG.CUM.	Lagoecia	Apiaceae	Apiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
LAM.CYN	Lamyropsis	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2	2		2			
LAU.NOB.	Laurus	Lauraceae	Laurales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					3			
LEG.FAL	Legousia	Campanulaceae	Campanulales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
LEO sp.	Leontodon	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2		2			
LIM.ABO	Limodorum	Orchidaceae	Asparagales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2						
LON.ETR1	Lonicera	Caprifoliaceae	Dipsacales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2			2	3			
MEL.OFF	Melissa	Labiatae	Polemoniales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	2		2	2			
MEN.OLE.1	Mentha	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae								3
MYR.COM.	Myrtus	Myrtaceae	Myrtales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae						3		
NER.OLE.	Nerium	Apocynaceae	Gentianales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae				5			7	3
OLE.EUR.1	Olea	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					6	2	1	2
OLE.EUR.2	Olea	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	1							
ORC.MAS	Orchis	Orchidaceae	Asparagales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae			1					
ORI.MIN	Origanum	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
ORI.ONI	Origanum	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	2		2	2	1		
ORN.ARM	Ornithogalum	Liliaceae	Liliales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
PAL.SPI	Palirus	Rhamnaceae	Rhamnales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	1			3				2
PAP.GRA.	Papaver	Papaveraceae	Papaverales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2			
PAP.sp.	Papaver	Papaveraceae	Papaverales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2				2			
PHL.GRA	Phlomis	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	6	3	3	2	3	2		
PHL.LEU	Phlomis	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2	2	2	2	2	2		
PHY.LAT	Phyllirea	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	7				3	7		1
PIC.ACA	Picnomon	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2	2					
PIN.BRU	Pinus	Pinaceae	Pinales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	4	8	8				3	
PIS.TER	Pistacia	Anacardiaceae	Sapindales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2	4	4	3	2	3		
PLA.ORI.	Platanus	Platanaceae	Proteales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae				7				5

Tür Kodu	Cins	Familiya	Takım	Sınıf	Şube	Alem	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
PTI.CHA	Ptilostemon	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2		2			
QUE.COC	Quercus	Fagaceae	Fagales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	6	3	5	3	5		1	2
ROS.sp.	Rosularia	Crassulaceae	Rosales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
RUS.ACU1	Ruscus	Liliaceae	Liliales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	3	5	2	2	3		
SAL.TOM	Salvia	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae			3					
SCR.PIN	Scrophularia	Scrophulariaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae					2	2		
SEN.VER	Senecio	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
SIL.AEG1	Silene	Caryophyllaceae	Caryophyllales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3		2					
SMI.ASP	Smilax	Liliaceae	Liliales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	2	3	2				2
STA.ANT	Stachys	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3			2	2			
STA.CRE.1	Stachys	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae								2
STY.OFF	Styrax	Styracaceae	Ebenales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae		1	3	2			2	
SYM.BRA.	Symphytum	Boraginaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae						2		2
TAM.COM.1	Tamus	Dioscoreaceae	Liliales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae						2		
TEU.POL	Teucrium	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2		2			
THA.ORI	Thalictrum	Ranunculaceae	Rhamnales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae			2	2				
THY.TAR	Thymelaea	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3	2	3		3			
TOR.APU	Tordylium	Apiaceae	Apiales	Liliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2			2				
TRI.ANG1	Trifolium	Fabaceae	Fabales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae				2				
UMB.RUP	Umbilicus	Crassulaceae	Rosales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2					2		
VER.SIN	Verbascum	Scrophulariaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	3							
VER.sp.	Verbascum	Scrophulariaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae						2		
VIT.VIN	Vitis	Vitaceae	Rhamnales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae	2							
XAN.SPI	Xanthium	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida	Magnoliophyta	Plantae		2	2					

Overview of the bird diversity in oak (*Quercus* spp.) forest habitats in Isparta province, southwestern Turkish Anatolia

Adam Bergner^{a,*}, Oğün Çağlayan Türkay^a, Hasan Eryiğit^b, Mustafa Avcı^c

Abstract: Natural and semi-natural oak (*Quercus* spp.) forests in Turkey are rich ecosystems of high conservation value that are increasingly threatened by logging and transformation into coniferous plantations. They harbor a diverse fauna and flora, but the current knowledge of their associated biodiversity is limited for many groups of organisms. In this paper, we present our preliminary results from inventories of the birds inhabiting various oak forests located in Isparta province in southwestern Turkish Anatolia. The bird species diversity was assessed both quantitatively and a qualitatively using random observation walks and fixed-radii point counts in 17 oak forests ranging in mean age from 30 years up to 300 years. A total of 52 bird species belonging to 43 genera and 24 families were identified. The three most abundant species were Eastern Bonelli's Warbler (*Phylloscopus orientalis*), Common Chaffinch (*Fringilla coelebs*) and Common Blackbird (*Turdus merula*). Birds of national or international conservation concern are highlighted. Furthermore, we present an updated taxonomical species checklist.

Keywords: *Quercus*, Birds, Succession, Indicator, Habitat

Güneybatı Türkiye, Isparta ili meşe (*Quercus* spp.) ormanı habitatlarındaki kuş çeşitliliği üzerine genel bir bakış

Özet: Türkiye'nin güneybatısındaki doğal ve yarı doğal meşelikler yüksek koruma statüsüne sahip zengin ekosistemler olmakla birlikte, artan üretim ve konifer plantasyonlarına dönüştürülme tehditleri ile karşı karşıyadırlar. Bu özel ekosistemlerin zengin fauna ve flora çeşitliliğini barındırdığı bilinmektedir, ancak pek çok tür için biyoçeşitlilikle ilgili mevcut bilgilerimiz oldukça sınırlıdır. Bu makalede, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Isparta ilinde farklı meşe türlerinden oluşan orman alanlarında bulunan kuş türlerine ait elde edilen ilk envanter sonuçları verilmektedir. Çalışmada kuş türlerine ait çeşitlilik, hem nicelik hem nitelik bakımından değerlendirilmiş olup, içindeki fert yaşlarının 30-300 arasında değişkenlik gösterdiği, 17 meşelik alanda, rasgele belirlenen hatlar üzerinde ve sabit çaplı alanlarda gözlem ve tespitler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, 24 familya, 43 cinse ait 52 kuş türü belirlenmiştir. En fazla rastlanan üç tür; Boz çıvgın (*Phylloscopus orientalis*), İspinoz (*Fringilla coelebs*) ve Karatavuk (*Turdus merula*) olarak tespit edilmiştir. Makalede kuşların ulusal ve uluslararası koruma statülerine de değinilmiş olup, güncel taksonomik tür listesi de verilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Quercus*, Kuşlar, Süksesyon, İndikatör, Habitat

1. Introduction

Turkey is home to more species of oak (*Quercus* sp.) than any other country in Europe and the Middle East, at least 17 species of which three are considered nationally endemic (Kavgacı et al., 2010; Uğurlu et al., 2012). The different oak species are distributed all over the country, with the highest diversity in Marmara region (Uslu et al., 2011), covering nearly six million hectares of the land area or 26% of the Turkish forests (OGM, 2015). Previously commonly utilized for pollarding, coppicing and grazing, oak forests in Turkey have an old tradition as important sources of livelihood for rural communities (Kaniewski et al., 2007). Extensive urbanization during the last century has put large pressures on the natural forests in demands for natural resources (Kaya and Raynal, 2001; Atmış et al., 2007). Nowadays, a common measure is to convert natural

or semi-natural broadleaved forests into monocultures of coniferous plantations, mainly Lebanon Cedar (*Cedrus libani*) and Turkish Pine (*Pinus brutia*) (Çolak and Rotherham, 2006; Sama et al., 2011). To advocate for conservation of valuable forest habitats, suitable indicator organisms need to be identified, studied and evaluated. Birds are generally regarded as suitable wildlife indicators (Furness et al., 1993) and are commonly and globally used in environmental monitoring. This is due to several factors: 1) birds are comparatively well-known and easy to detect and identify in the field (Gregory et al., 2005), 2) most birds exhibit fast responses to environmental change (Gregory and van Strien, 2010) and 3) many birds are ecologically linked to other organisms due to their behavior, utilization and exploitation of resources and habitats, thus may provide various ecosystems with keystone functions (Bednarz et al., 2000; Pereira et al., 2014; Berezcki et al., 2014). Birds work

✉ ^a IFM Biology, Conservation Ecology Group, Linköping University, Linköping, Sweden

^b Isparta Provincial National Parks Directorate, Isparta, Turkey

^c Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Turkey

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): adam.bergner@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.05.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.12.2018



Citation (Atf): Bergner, A., Türkay, O.Ç., Eryiğit, H., Avcı, M., 2018. Overview of the bird diversity in oak (*Quercus* spp.) forest habitats in Isparta province, southwestern Turkish Anatolia. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 347-354. DOI: [10.18182/tjf.427726](https://doi.org/10.18182/tjf.427726)

well as overall barometers of environmental health as long as summarized data from a wide range of species is included (Bibby, 1999). Because of that thorough knowledge of the species composition is crucial to correctly interpret relationships between groups of species and important habitat features (Müller and Hothorn, 2004). In turn, this may be a prerequisite for the development of successful and sustainable management and conservation of various habitats and the structures within these habitats. Despite being a particularly rich country in terms of breeding bird species, Turkey has been subjected to few systematic bird surveys (Kirwan et al., 2008) including inventories of birds in geographical areas or specific types of habitats. Turkish oak forests have been suggested as important habitats for several bird species, among them highly specialized groups of species that feed upon invertebrates or nest in trunk cavities (Bergner et al., 2015; Bergner et al., 2016). Lack of sufficient knowledge about the bird species composition in oak forests in southwestern Turkey promoted for the overview presented here. The study aimed at detecting the full spectrum of species that, at any stage of forest succession, utilize oak habitats during the breeding season. Additionally, to put our results into a larger perspective, we evaluate the conservation status for a couple of species that are red-listed or included in the European Union's Bird Directive (Birdlife International, 2017) and suggest potential indicator birds for future environmental evaluations seeking to identify oak habitats of high conservation value.

2. Materials and methods

2.1. Study area

The study was carried out in Isparta province, located near the northern edge of the Taurus Mountains in southwestern Turkey (Figure 1). The region has a continental climate with hot, dry summers and cold, rainy winters (MGM, 2017). The forested areas are primarily made up of planted coniferous forests (mainly Turkish Pine, Lebanon Cedar and Black Pine). Most valleys and plains are cultivated, grown with cereals, roses and fruits such as apples and cherries. Some valleys and slopes contain scattered patches of natural or near-natural oak forests, mainly former coppices currently grazed by domestic animals. Habitats made up of old oaks remain as a rare element where traditional sheep and goat husbandry is still being practiced.

2.2. Selection of study sites

We selected suitable oak forest habitats using geographical information system (GIS) provided by the Regional Directorate of Forestry in Isparta province. We made a random selection of 17 forests (Figure 1) ranging in mean stand age from 30 years up to 300 years, determined by means of dendrology using a Swedish 5 mm increment borer (Haglöf Sweden AB). These forests contained one or a few of any of the oak species' *Quercus cerris*, *Q. ithaburensis*, *Q. vulcanica*, *Q. infectoria*, *Q. trojana* and *Q. coccifera*. The forests were located at altitudes ranging from 980 to 1520 m. a.s.l.

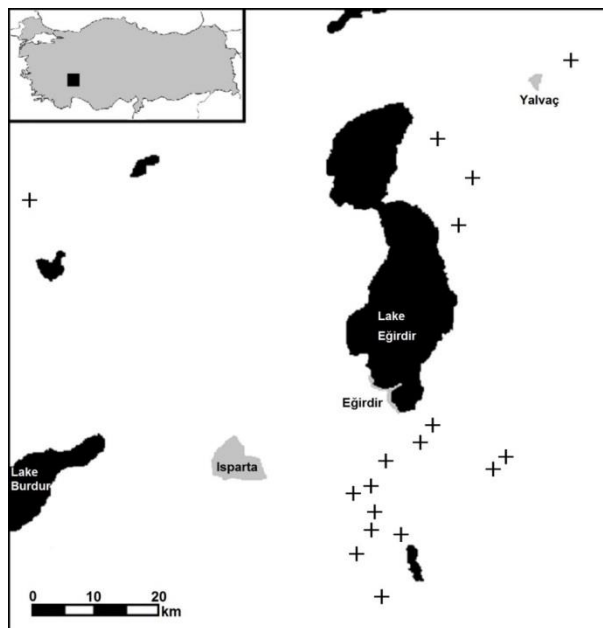


Figure 1. Map of the Isparta province and study sites, represented by black crosses

2.3. Bird surveys

2.3.1. Point counts

The point counts aimed at yielding a standardized quantitative and qualitative measure of the bird species diversity in the oak forest habitats. Counts were carried out using a slightly altered fixed-radius point taxation method previously described by Verner (1985) and Hutto et al. (1986). In our study, each forest was given four points (at least 120 m apart to avoid double counting), randomly put out in the interior parts of each forest, at least 80 m from edges. The points were later located in field using a Garmin GPS. Red paint was sprayed on tree trunks to mark the spots for point observations. All territorial birds (displaying or agitated birds) that were present within a fifty meter radius were carefully registered during periods of 10 minutes. A measuring tape was used as a reference to determine the size of the radius. Each point received two visits, one carried out before lunch (9-12 AM) and one in the afternoon (15-18 PM), using a three-week interval within the period May 6 to June 29, 2013. The observer wore all green clothing to blend in with the surrounding environment and minimize avoidance of birds. Birds were detected and identified either by sounds or direct observation using a pair of 8x32 Swarovski binoculars. Svensson et al., (2009) and Roché et al., (2001) were used as references for identification of birds. All bird surveys were carried out by one person (AB) to limit potential effects of observer bias. Every bird in display or exhibiting an agitated behavior was assumed equal to one established breeding territory. The final amount of territories for each species is based on the maximum number of individuals noted during any of the two visits in each forest. For a species to be confirmed as breeding there had to be either observations of adults visiting nests or seen feeding chicks (in nest or as newly fledged). If neither of these criteria were met but the species were observed either displaying, exhibiting an agitated behavior or occurring in coupled pairs it was considered as likely breeding. A few

species are known to breed in Turkey but were just observed occasionally, without any indications of breeding, and their breeding status therefore is not known. Bird species that regularly appear in the oak forests during migration and are known not to breed in Turkey, such as Willow Warbler (*Phylloscopus trochilus*), Blackcap (*Sylvia atricapilla*) and Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*), were excluded from the study.

2.3.2. Observation walks

The observation walks were carried out in the same areas as the standardized point counts and primarily aimed at yielding an improved qualitative measure of the bird species diversity by somewhat complement the dataset from the point counts. No counting of bird individuals was performed during any of the observation walks. Neither did we record the lengths of any observation walks, however most were conducted while walking between coordinates for the standardized point counts. The observation walks covered larger areas than the point counts, why some of the less abundant species could be recorded.

3. Results

3.1. Point counts

Using the method of standardized point counts we registered a total of 556 territories of 38 species belonging to 32 genera and 19 families (Table 1). There were strong indications of breeding (breeding confirmed or breeding likely) for 36 species. The most abundant species were found to be the Eastern Bonelli's Warbler, a small insectivorous passerine, making up 14.6% of all birds

registered (Figure 2) with an estimated territory density of 2.7 pairs per hectare. The second and third most abundant species were Common Chaffinch (14.2%) and Common Blackbird (8.3%). The Krüper's Nuthatch constitutes the only species of former international conservation concern, previously classified as "Near Threatened" (IUCN, 2015), but now placed in the category of "Least Concern" whilst having a declining global population (IUCN, 2018). In addition to Krüper's Nuthatch, another six species (Syrian Woodpecker, Middle Spotted Woodpecker, Rüppell's Warbler, Olive-tree Warbler, Ortolan Bunting and Cretzschmar's Bunting) are placed in the Annex I list of birds with a high conservation priority according the European Union's Bird Directive (Birdlife International, 2017).

3.2. Observation walks

During the observation walks an additional set of 13 species belonging to 12 genera and nine families were registered (Table 2). Out of these, nine species showed strong indications of breeding. The most noteworthy finding was an incubating European Honey Buzzard in a dense coppice forest near the village of Çayköy, southeast of Eğirdir. The European Honey Buzzard is an uncommon breeding species in Turkey, considered nationally red listed (Kılıç and Eken, 2004) without any previously confirmed nesting records in the country (Kirwan et al., 2008). Four species (European Honey Buzzard, European Nightjar, Wood Lark and Lesser Grey Shrike) are placed in the Annex I list of birds with a high conservation priority according to the European Union's Bird Directive (Birdlife International, 2017).

Table 1. Birds identified in the fixed-radii point taxation inventories, presented according to taxonomy. The assessed breeding status in oak forests in Isparta Province is also given.

Family name	Scientific family name	Species name	Scientific name	Status
True warblers	<i>Sylviidae</i>			
		Eastern Bonelli's Warbler	<i>Phylloscopus orientalis</i>	Breeding
		Eastern Orphee Warbler	<i>Sylvia crassirostris</i>	Breeding
		Rüppell's Warbler	<i>Sylvia ruppelli</i>	Breeding
		Lesser Whitethroat	<i>Sylvia curruca</i>	Breeding
Acrocephaline warblers	<i>Acrocephalidae</i>			
		Olive-tree Warbler	<i>Hippolais olivetorum</i>	Breeding
		Eastern Olivaceous Warbler	<i>Iduna pallida</i>	Breeding likely
Shrikes	<i>Lanidae</i>			
		Masked Shrike	<i>Lanius nubicus</i>	Breeding
Woodpeckers	<i>Picidae</i>			
		European Green Woodpecker	<i>Picus viridis</i>	Breeding
		Greater Spotted Woodpecker	<i>Dendrocopus major</i>	Breeding
		Syrian Woodpecker	<i>Dendrocopus syriacus</i>	Breeding
		Middle Spotted Woodpecker	<i>Leiopicus medius</i>	Breeding
		Lesser Spotted Woodpecker	<i>Dryobates minor</i>	Breeding likely
Long-tailed Tits	<i>Aegithalidae</i>			
		Long-tailed Tit	<i>Aegithalos caudatus</i>	Breeding
Tits	<i>Paridae</i>			
		Coal Tit	<i>Parus ater</i>	Breeding likely
		Blue Tit	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Breeding
		Great Tit	<i>Parus major</i>	Breeding
Nuthatches	<i>Sittidae</i>			
		Eurasian Nuthatch	<i>Sitta europaea</i>	Breeding
		Krüper's Nuthatch	<i>Sitta krueperi</i>	Not known
Old world orioles	<i>Oriolidae</i>			
		Golden Oriole	<i>Oriolus oriolus</i>	Breeding

Table 1. continued

Family name	Scientific family name	Species name	Scientific name	Status
Old world flycatchers	<i>Muscicapidae</i>	Common Nightingale	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Breeding
		Common Redstart	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Breeding likely
		Spotted Flycatcher	<i>Muscicapa striata</i>	Breeding likely
		European Robin	<i>Erithacus rubecula</i>	Breeding
Wrens	<i>Troglodytidae</i>			
		Eurasian Wren	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Breeding likely
Thrushes	<i>Turdidae</i>			
		Common Blackbird	<i>Turdus merula</i>	Breeding
		Mistle Thrush	<i>Turdus viscivorus</i>	Breeding likely
Pigeons	<i>Columbidae</i>			
		European Turtle Dove	<i>Streptopelia turtur</i>	Breeding likely
Hoopoes	<i>Upupidae</i>			
		Hoopoe	<i>Upupa epops</i>	Breeding
Treecreepers	<i>Certhiidae</i>			
		Short-toed Treecreeper	<i>Certhia brachydactyla</i>	Breeding likely
Corvids	<i>Corvidae</i>			
		Eurasian Jay	<i>Garullus glandarius</i>	Breeding
Starlings	<i>Sturnidae</i>			
		Common Starling	<i>Sturnus vulgaris</i>	Breeding
True finches	<i>Fringillidae</i>			
		Eurasian Chaffinch	<i>Fringilla coelebs</i>	Breeding
		European Goldfinch	<i>Carduelis carduelis</i>	Breeding
		European Greenfinch	<i>Chloris chloris</i>	Breeding
		Serin	<i>Serinus serinus</i>	Breeding likely
Sparrows	<i>Passeridae</i>			
		Eurasian Tree Sparrow	<i>Passer montanus</i>	Not known
Buntings	<i>Emberizidae</i>			
		Ortolan Bunting	<i>Emberiza hortulana</i>	Breeding likely
		Cretzschmar's Bunting	<i>Emberiza caesia</i>	Breeding likely
		Cirl Bunting	<i>Emberiza cirlus</i>	Breeding likely

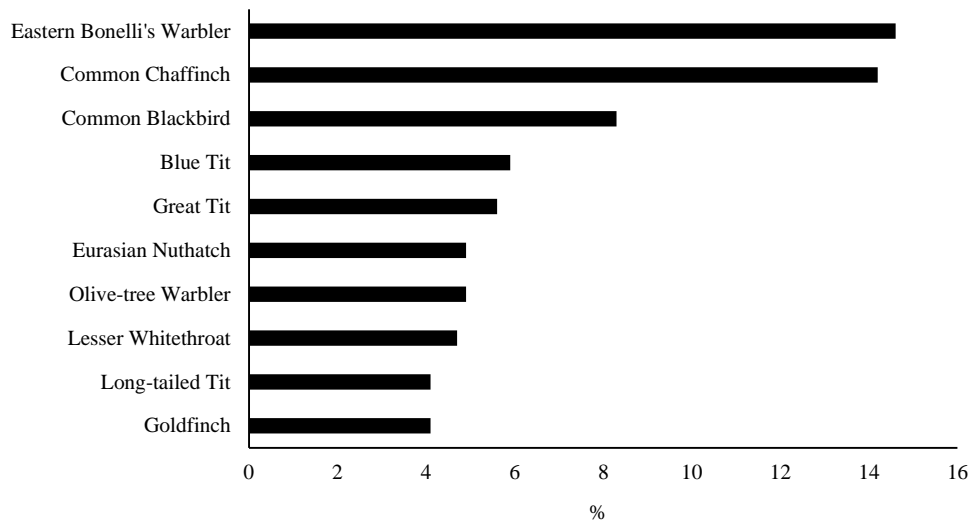


Figure 2. The ten most abundant bird species inhabiting oak forest habitats in Isparta province, expressed as percentage of the total number of bird territories (n=556).

Table 2. Birds identified in the observation walk inventories only, presented according to taxonomy. The assessed breeding status in oak forests in Isparta Province is also given.

Family name	Scientific family name	Species name	Scientific name	Status
"Hawklike raptors"	<i>Accipitridae</i>	Eurasian Sparrowhawk	<i>Accipiter nisus</i>	Not known
		European Honey Buzzard	<i>Pernis apivorus</i>	Breeding
True owls	<i>Strigidae</i>	European Scops Owl	<i>Otus scops</i>	Breeding likely
		Little Owl	<i>Athene noctua</i>	Breeding likely
Nightjars	<i>Caprimulgidae</i>	European Nightjar	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Not known
Larks	<i>Alaudidae</i>	Wood Lark	<i>Lullula arborea</i>	Breeding
Old world flycatchers	<i>Muscicapidae</i>	Rufous-tailed Scrub-robin	<i>Cercotrichas galactotes</i>	Not known
Tits	<i>Paridae</i>	Sombre Tit	<i>Poecile lugubris</i>	Breeding
Shrikes	<i>Lanidae</i>	Lesser Grey Shrike	<i>Lanius minor</i>	Breeding likely
		Woodchat Shrike	<i>Lanius senator</i>	Breeding likely
Cuckoos	<i>Cuculidae</i>	Common Cuckoo	<i>Cuculus canorus</i>	Breeding likely
True finches	<i>Fringillidae</i>	Hawfinch	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Not known
		Common Linnet	<i>Linaria cannabina</i>	Breeding likely

4. Discussion

4.1. Importance of oak habitats for birds

Our study indicates that oak forest habitats in the current region, at some point during the breeding season for birds, may function as suitable habitats for a wide variety of birds, among them several species of conservation concern in a European context. These findings highlight the importance of preserving and sustainably managing Turkish oak forests so that species particularly dependent upon these habitats may sustain in viable populations, not just in Turkey but in the eastern Mediterranean region as a whole. Since oaks can grow old and form habitats exhibiting a large variation in vegetation structure depending on climate, age and management, they attract many different bird species throughout hundreds of years of successional development (Moskát and Waliczky, 1992). Each successional stage is believed to harbor a specific assemblage of birds dependent upon the traits typical for that successional stage (Moskát, 1991). These assemblages include species with rather broad habitat preferences that may be present in forests of different structure (e.g. Parids (*Paridae*), Thrushes (*Turdidae*) and Eurasian Jay (*Garrulus glandarius*)), as well as species that are specialized on complex structures or scarce resources and confined to a narrow successional window (e.g. woodpeckers (*Picidae*)). The presence of some species is sometimes better explained by the structure, heterogeneity and connectivity of the landscape at larger spatial scales (e.g. Saab, 1999; Özkan et al., 2010) and may be a contributing factor for species less typical of oak forests to occur in such habitats if sufficient key habitat and resources are found in adjacent areas. This may be the case of the Krüper's Nuthatch, a species endemic to Turkish Anatolia, the Greek island of Lesvos and parts of the Caucasus region, which is generally considered strictly confined to coniferous forests (Albayrak and Erdoğan, 2018), but may occur, although rarely, in nearby deciduous forests (Albayrak and Erdoğan, 2004).

4.2. Changes in bird assemblages due to forest succession

As different bird species have different needs in terms of e.g. food and access to nest sites the bird community clearly changes with the age and structure of oak forests. Young oak forests (here <50 years of age) are inhabited by several species typical of shrubby vegetation and semi-open habitats with scattered bushes and low as well as higher trees. Characteristic for these early stages of habitat succession are songbirds belonging to the genus *Sylvia*, such as Eastern Orphean Warbler and Lesser Whitethroat. They are considered to be among the first groups of birds originating in the Mediterranean maquis vegetation zone (Blondel and Farré, 1988). Other species found in these young shrub-like forests include a few species of Shrikes (*Laniidae*), as well as Olive-tree Warbler. As natural and near-natural forests grow older, they are becoming denser in structure as well as more homogeneous in terms of vegetation composition. The presence of birds of pure Mediterranean origin has been shown negatively associated with an increase in tree trunk density as forests age and develop (Telleria et al., 1992; Telleria and Santos, 1994; Rey-Benayas et al., 2010), resulting in the disappearance of several species. Instead, the avifauna develops in a direction giving rise to an assemblage similar to most deciduous forests in Europe and the Middle East, where a larger proportion of species place their nests in crotches of larger branches or small tree hollows (Cramp et al., 1993; Cramp and Perrins 1994a; 1994b). Medium-aged and mature, relatively dense, oak forests in Isparta province seem to be important habitats for Eastern Bonelli's Warbler and Rüppell's Warbler, two primarily insectivorous passerines. Furthermore, the forests also comprise a few species considered more generalists in terms of their wide food preferences, such as Common Blackbird, Great tit, Long-tailed Tit and Eurasian Jay. These species are not obligate insectivorous, but also feed upon fruits, acorns and seeds or in some cases act as nest-predators of other birds (Cramp et al., 1993; Cramp and Perrins, 1994a; 1994b).

Larger oak forests of considerable age are rare in Turkey (Jansson and Coskun, 2008) and primarily found in mountainous areas where traditional goat and sheep husbandry has been practiced for a long time (Kaniewski et al., 2007). Apart from grazing on the ground vegetation, the oaks have often been subjected to pollarding to extract wood used as food for domestic animals and timber for cooking and heating (Yaltirik, 1984; Ertuğ et al., 2004; Kiliç, 2015). This long-lasting anthropic management has created semi-open cultural habitats consisting of scattered old trees interspersed with few thorny shrubs. Owing to their semi-open structure and the mixture of shrubs and trees these habitats somewhat resemble oak forests in early stages of succession, why they also share common bird species assemblages, including Shrikes (*Laniidae*), a few songbirds of the genus *Sylvia* and Olive-Tree Warbler. Due to branch sheds and colonization of wood-living fungi, old oaks develop hollows and cavities after a few hundred years (Ranius et al., 2009), structures important as nesting places for mammals, birds and numerous invertebrates. Deadwood softened by fungi infestations provide suitable substrates for woodpeckers, where they create cavities for nesting (Touihri et al., 2015). Since woodpeckers generally create new cavities every year the abandoned cavities may later offer suitable nest sites for secondary cavity-nesting birds such as Great Tit, Blue Tit, Hoopoe and Common Starling (Robles et al., 2011). Woodpeckers are generally considered suitable indicator birds for valuable forest habitats (Drever et al., 2008), why their presence in Turkish oak forests should be carefully studied and monitored in order to find new potential oak areas of high conservation value. Developed oak forests combine the habitat attributes of several successional stages which increases the niche width and therefore are considered able to hold a particularly diverse bird fauna (Gil-Tena et al., 2007; Ding et al., 2008; Khanaposhtani et al., 2012). Thus, protection of areas with old oaks are crucial to sustain a broad spectrum of bird species and enable dispersal of these species to other suitable habitats in the landscape.

4.3. Conclusions and management implications

Turkish oak forests may be present in many different forms, offering a wide variety of resources and habitats for birds. The physical characteristics of oak forests are determined by a combination of the current successional stage as well as former and current habitat management, demonstrating the importance of not neglecting the habitat legacy when developing proper management schemes. For successful conservation of different oak forests and their associated bird fauna it is important to save as many representative components of habitat structure as possible in order to provide resources for both generalists and specialists (Julliard et al., 2006) and secure future availability and recruitment of new oak forests at different spatial scales (van Dorp and Opdam, 1987; Boulinier et al., 2001).

Acknowledgements

This study was part of a larger bird-surveying project of Anatolian forests and conducted in cooperation with the Regional Directorates of Forestry in Isparta, Eğirdir and Yalvaç. We are grateful for the logistic assistance provided

by Osman Mücahit Doğan, Ayhan Başpınar, Mehmet Çakır, Halil İbrahim Güzel, Kazım Kanlı, Cebrail Akaslan, Adnan Güller and Sibel Korkmaz. The project was financially supported by a scholarship grant provided by the Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA).

References

- Albayrak, T., Erdoğan, A., 2004. Habitat requirements for the nest preference and the distribution of Krüper's Nuthatch (*Sitta krueperi*) in Antalya. 1st International Eurasian Ornithology Congress, 8-11.04.2004, Antalya, Turkey, pp.34-37.
- Albayrak, T., Erdoğan, A., 2018. Distribution, density, and important hotspots of Krüper's Nuthatch *Sitta krueperi* in Turkey and Lesvos Island, Greece. Turkish Journal of Zoology, 42: 578-584.
- Atmiş, E., Özden, S., Lise, W., 2007. Urbanization pressures on the natural forests in Turkey: an overview. Urban Forestry & Urban Greening, 6: 83-92.
- Bednarz, J.C., Ripper, D., Radley, P.M., 2000. Emerging concepts and research directions in the study of cavity-nesting birds: keystone ecological processes. The Condor, 106: 1-4.
- Berezki, K., Ódor, P., Csóka, G., Mag, Z., Báldi, A., 2014. Effects of forest heterogeneity on the efficiency of caterpillar control service provided by birds in temperate oak forests. Forest Ecology and Management, 327: 96-105.
- Bergner, A., Avcı, M., Eryiğit, H., Jansson, N., Niklasson, M., Westerberg, L., Milberg, P., 2015. Influences of forest type and habitat structure on bird assemblages of oak (*Quercus* spp.) and pine (*Pinus* spp.) stands in southwestern Turkey. Forest Ecology and Management, 336: 137-147.
- Bergner, A., Sunnergren, A., Yeşilbudak, B., Erdem, C., Jansson, N., 2016. Attributes of trees used by nesting and foraging woodpeckers (Aves: Picidae) in an area with old pollarded oaks (*Quercus* spp.) in the Taurus Mountains, Turkey. Zoology in the Middle East, 62: 288-298.
- Bibby, C.J., 1999. Making the most of birds as environmental indicators. Ostrich, 70: 81-88.
- BirdLife International, 2017. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. Cambridge, UK: BirdLife International.
- Blondel, J., Farré, H., 1988. The convergent trajectories of bird communities along ecological successions in European forests. Oecologia, 75: 83-93.
- Boulinier, T., Nichols, J.D., Hines, J.E., Sauer, J.R., Flather, C.H., Pollock, K.H., 2001. Forest fragmentation and bird community dynamics: inference at regional scales. Ecology, 82: 1159-1169.
- Çolak, A.H., Rotherham, I.D., 2006. A review of the forest vegetation of Turkey: its status past and present and its future conservation. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 106B: 343-354.
- Cramp, S., Perrins, C.M., Brooks, D.J., 1993. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic, Vol. 7. Oxford University Press, New York.

- Cramp, S., Perrins, C.M., Brooks, D.J., 1994a. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic, Vol. 8. Oxford University Press, New York.
- Cramp, S., Perrins, C.M., 1994b. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic, Vol. 9. Oxford University Press, New York.
- Ding, T-S., Liao, H-C., Yuan, H-W., 2008. Breeding bird community in different successional vegetation in the montane coniferous forests zone of Taiwan. *Forest Ecology and Management*, 255: 2038-2048.
- Drever, M.C., Aitken, K.E.H., Norris, A.R., Martin, K., 2008. Woodpeckers as reliable indicators of bird richness, forest health and harvest. *Biological Conservation*, 141: 624-634.
- Ertuğ, F., Tümen, G., Çelik, A., Dirmenci, T., 2004. Buldan (Denizli) etnobotanik alan araştırması 2003. *TÜBA Kültür Envanteri Dergisi*, 2: 187-218.
- Furness, R.W., Greenwood, J.J.D., Jarvis, P.J., 1993. Can birds be used to monitor the environment? *Birds as Monitors of Environmental Change*. Springer Netherlands.
- Gil-Tena, A., Saura, S., Brotons, L., 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem management. *Forest Ecology and Management*, 242: 470-476.
- Gregory, R.D., van Strien, A., Vorisek, P., Gmelig Meyling, A.W., Noble, D.G., Foppen, R.P.B., Gibbons, D.W., 2005. Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 269-288.
- Gregory, R.D., van Strien, A., 2010. Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science*, 9: 3-22.
- Hutto, R.L., Pletschet, S.M., Hendricks, P., 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*, 103: 593-602.
- IUCN, 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4.
- IUCN, 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018.1.
- Jansson, N., Coskun, M., 2008. How similar is the saproxylic beetle fauna on old oaks (*Quercus* spp.) in Turkey and Sweden? *Revue d'Ecologie (Terre et Vie) Suppl.*, 10: 91-99.
- Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F., Couvet, D., 2006. Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology letters*, 9: 1237-1244.
- Kaniewski, D., de Laet, V., Paulissen, E., Waelkens, M., 2007. Long-term effects of human impact on mountainous ecosystems, western Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Biogeography*, 34: 1975-1997.
- Kavgacı, A., Čarni, A., Tecimen, B., Özalp, G., 2010. Diversity and differentiation of oak forests in NW Thrace (Turkey). *Archives of Biological Sciences*, 62: 705-718.
- Kaya, Z., Raynal, D.J., 2001. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biological Conservation*, 97: 131-141.
- Khanaposhtani, M.G., Kaboli, M., Karami, M., Etemad, V., 2012. Effect of habitat complexity on richness, abundance and distributional pattern of forest birds. *Environmental Management*, 50: 296-303.
- Kiliç, S., 2015. Doğu Anadolu Meşesi (*Quercus brantii*) ve Mazı Meşesi (*Quercus infectoria*) yapraklarının silajlarına ilave edilen değişik meyve posalarının silaj kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Kılıç, D.T., Eken, G., 2004. Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. 2004 Güncellemesi. Doğa Derneği, Ankara.
- Kirwan, G., Demirci, B., Welch, H., Boyla, K., Özen, M., Castell, P., Marlow, T., 2008. *The Birds of Turkey*. A&C Black Publishers Limited, London.
- MGM, 2017. Climate of Turkey, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, <http://www.emcc.mgm.gov.tr/files/climateofturkey.pdf>, Erişim: 26.10.2018.
- Moskát, C., 1991. Multivariate plexus concept in the study of complex ecological data: an application to the analysis of bird-habitat relationships. *Coenoses*, 6: 79-89.
- Moskát, C., Waliczky, Z., 1992. Bird-vegetation relationships along ecological gradients: ordination and plexus analysis. *Ornis Hungarica*, 2: 45-60.
- Müller, J., Hothorn, T., 2004. Maximally selected two-sample statistics as a new tool for the identification and assessment of habitat factors with an application to breeding-bird communities in oak forests. *European Journal of Forest Research*, 123: 219-228.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özkan, K., Svenning, J-C., Jeppesen, E., 2010. Environmental species sorting dominates forest-bird community assembly across scales. *Journal of Animal Ecology*, 82: 266-274.
- Pereira, P., Godinho, C., Roque, I., Marques, A., Branco, M., Rabaça, J.E., 2014. Time to rethink the management intensity in a Mediterranean oak woodland: the response of insectivorous birds and leaf-chewing defoliators as key groups in the forest ecosystem. *Annals of Forest Science*, 71: 25-32.
- Ranius, T., Niklasson, M., Berg, N., 2009. Development of tree hollows in pedunculate oak (*Quercus robur*). *Forest Ecology and Management*, 257: 303-310.
- Rey-Benayas, J.M., Galván, I., Carrascal, L.M., 2010. Differential effects of vegetation restoration in Mediterranean abandoned cropland by secondary succession and pine plantations on bird assemblages. *Forest Ecology and Management*, 260: 87-95.
- Robles, H., Ciudad, C., Matthysen, E., 2011. Tree-cavity occurrence, cavity occupation and reproductive performance of secondary cavity-nesting birds in oak forests: The role of traditional management practices. *Forest Ecology and Management*, 261: 1428-1435.
- Roché, J.C., Chevereau, J., 2001. *Guía sonora de las aves de Europa*. 10 CD. Lynx, Barcelona.
- Saab, V., 1999. Importance of spatial scale to habitat use by breeding birds in riparian forests: a hierarchical analysis. *Ecological Applications*, 9: 135-151.

- Sama, G., Jansson, N., Avcı, M., Sarıkaya, O., Coşkun, M., Kayış, T., Özdikmen, H., 2011. Preliminary report on a survey of the saproxylic beetle fauna living on old hollow oaks (*Quercus* spp.) and oak wood in Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). *Mun. Ent. Zool.*, 6(2): 819-831.
- Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., 2009. Fågelguiden – Europas och Medelhavsområdets fåglar i fält. Andra omarbetade och utökade upplagan. Bonnier Fakta.
- Telleria, J.L., Santos, T., Sánchez, A., Galarza, A., 1992. Habitat structure predicts bird diversity distribution in Iberian forests better than climate. *Bird Study*, 39: 63-68.
- Telleria, J.L., Santos, T., 1994. Factors involved in the distribution of forest birds in the Iberian Peninsula. *Bird Study*, 41: 161-169.
- Touihri, M., Villard, M-A., Charfi-Cheikhrouha, F., 2015. Nesting habitat requirements of two species of North African woodpeckers in native oak forest. *Bird Study*, 62: 386-393.
- Uğurlu, E., Roleček, J., Bergmeier, E., 2012. Oak woodland vegetation of Turkey – a first overview based on multivariate statistics. *Applied Vegetation Science*, 15: 590-608.
- Uslu, E., Bakiş, Y., Babaç, M., 2011. A study on biogeographical distribution of Turkish oak species and their relations with the Anatolian Diagonal. *Acta Botanica Hungarica*, 53(3-4). DOI: 10.1556/ABot.53.2011.3-4.21: 423-440.
- van Dorp, D., Opdam, P.F.M., 1987. Effects of patch size, isolation and regional abundance on forest bird communities. *Landscape Ecology*, 1: 59-73.
- Verner, J., 1985. Assessment of counting techniques. In Johnston, R.F. (Eds.) *Current Ornithology*. New York, Plenum Press.
- Waliczky, Z., 1991. Bird community changes in different-aged oak forest stands in the Buda-hills (Hungary). *Ornis Hungarica*, 1: 1-9.
- Yaltirik, F., 1984. Türkiye Meşeleri. Teşhis Kılavuzu, Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi.

Mapping temporal changes in landscape spatial heterogeneity using the contrast weighted edge density index

Özdemir Şentürk^{a,*}, İbrahim Özdemir^b

Abstract: The aim of this study is to map and analyze the temporal changes in the landscape structural heterogeneity over the past 40 years in a brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) dominated forest area in the Mediterranean region of Turkey. The change detection analysis was done based on two forest stand maps belonging to 1966 and 2006 years. We used the Contrast Weighted Edge Density Index (CWEDI) for quantifying landscape structural heterogeneity. The study area was converted to 500 x 500 m grid cells and then a CWEDI value was calculated for each cell. The temporal differences were determined by subtracting the cell values in the heterogeneity map of 2006 year from the corresponding cell values in the map of 1966 year. In the change map, we perceived that the changes in 24% of the area (2364.93 ha) resulted from the management activities. The changes in the rest of study area (7471.75 ha) might occur due to other factors except management activities such as the natural growth in the stands or the photo-interpretation differences between the two measurement times. The study results show that the even-aged management has promoted the artificial edges between brutian pine stands with different ages while it has reduced the natural edges. Although the patchiness generated by the wood-oriented management may positively affect edge-dwelling species, it may have negatively influences on edge-sensitive species. As a result, a biodiversity-friendly forest management strategy should be developed to maintain a good balance between wood production and non-wood forest values in the brutian forests.

Keywords: Edge, Brutian pine, Patch, Contrast weighted edge density index

Zıtlığa dayalı kenar yoğunluk indeksi kullanılarak arazinin mekânsal heterojenliğindeki zamansal değişimin haritalanması

Özet: Bu çalışmanın amacı, Akdeniz Bölgesi'ndeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarında son 40 yılda meydana gelen yapısal heterojenliğin zamansal değişimlerini haritalamak ve analiz etmektedir. Değişikliklerin tespit edilmesinde 1966 ve 2006 yıllarına ait meşcere tipleri haritaları esas alınmıştır. Arazinin yapısal heterojenliğini ölçmek için Zıtlığa Dayalı Kenar Yoğunluk İndeksi (CWEDI) kullanılmıştır. Çalışma alanı 500 x 500 m grid hücrelere bölünmüş ve daha sonra her hücre için bir CWEDI değeri hesaplanmıştır. Zamansal farklılıklar, 2006 yılındaki heterojenlik haritasındaki hücre değerlerinin 1966 yılı haritasındaki hücre değerlerinden çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Elde edilen haritada, bölgenin %24'ünde meydana gelen değişikliklerin (2364.93 ha) yönetim faaliyetlerinden kaynaklandığı görülmüştür. Çalışma alanının geriye kalan kısmında (7471.75 ha) meydana gelen değişiklikler, meşcerelerdeki doğal büyüme ya da iki zaman ölçüm zamanı arasındaki foto-yorum farkları gibi yönetim faaliyetleri dışındaki diğer faktörlerden kaynaklanmıştır. Çalışma, eski planların, doğal kenarları azaltarak, farklı yaşlı kızılçam meşcereleri arasındaki yapay kenarları desteklediğini göstermektedir. Odun üretimi odaklı yönetim planlarının meydana getirdiği parçalar, kenarda yaşayan türleri olumlu yönde etkilediği kenara duyarlı türleri olumsuz etkileyebilir. Sonuç olarak, kızılçam ormanlardaki odun üretimi ve odun dışı orman ürünleri arasında iyi bir denge sağlamak için biyoçeşitlilik dostu bir orman yönetimi stratejisi geliştirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Kenar, Kızılçam, Yama, Zıtlığa dayalı kenar yoğunluk indeksi

1. Introduction

The spatial structure of forest landscapes is associated with the composition and configuration of landscape patches and is usually accepted as a key factor in biodiversity management (Lindenmayer et al. 2012; Tschamtker et al. 2012; Matte et al. 2015). A high complexity in the landscape structure often provides foraging, breeding, and hiding habitats for various wildlife species (Fahrig et al. 2011; Mert and Yalcinkaya, 2017). Landscape structure attributes have changed through time by both management activities including regeneration, reforestation, rehabilitation and destructive factors such as fire, insect attack,

windstorm, conversion to agriculture and illegal harvesting (Hansson et al. 2012). Monitoring these changes by definite time intervals and taking necessary precautions is vital for sustainable management of forest ecosystems. Particularly, landscape structure is negatively affected by wood oriented management system (Paillet et al. 2010). Traditional even-aged management constitutes homogeneous stands that form a structurally simple landscape. Therefore, analysing the effects of existing management activities on the Landscape Structural Heterogeneity (LSH) is very important to develop an appropriate management system for biodiversity conservation. This examination should be particularly

✉ ^a Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Burdur

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): osenturk@mehmetakif.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 22.12.2018



Citation (Atf): Şentürk, Ö., Özdemir, İ., 2018. Mapping temporal changes in landscape spatial heterogeneity using the contrast weighted edge density index. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 355-361.

DOI: [10.18182/tjf.487107](https://doi.org/10.18182/tjf.487107)

considered in conifer-dominated forests where even-aged system is widely practiced.

The brutian pine forests (*Pinus brutia* Ten.) that play an important role in the industrial round-wood production in Turkey are a typical example of even-aged management system. They approximately cover an area of 5.9 million ha (GDF, 2013) and have been intensively managed approximately for half a century. The second-growth stands of brutian pine covering extensive areas have lead to a relatively homogeneous landscape over this period. Furthermore, the vertical structure of these stands has become simpler than native stands mainly due to regular tending and felling made for improving the wood quality. Consequently, the biodiversity might be negatively affected in these forested landscapes. In addition to the regeneration, the cultivated plantation stands established by planting of the shrub cover have been expanded in order to increase the amount of commercial brutian pine areas. However, the shrub cover is considered vital for biodiversity conservation in the Mediterranean region because its high species diversity may provide a unique habitat for shrub-dwelling species. Because of these reasons, a study is urgently required in a representative landscape consisting mainly of brutian pine stands in order to understand the influences of existing management system on horizontal forest structure.

Temporal forest maps are very useful resources to track the changes in landscape structure, and they have been widely used in many studies (e.g. De Groot et al. 2010; Wang et al. 2010). The landscape metrics such as Shannon Diversity Index, Interspersion and Juxtaposition Index, Simpson Diversity Index, and Edge Density Index (Walz, 2011; Šimová and Gdulová, 2012) which are generated using Geographic Information System (GIS) are employed to describe the landscape spatial heterogeneity. It is possible to compare temporal forest maps by means of landscape metrics in terms of spatial heterogeneity (Kelly et al. 2011; Plexida et al. 2014). Most studies analyzed changes for whole landscape level (e.g. mean patch size) and did not yield a spatial data product indicating the position of changes in spatial heterogeneity (De Groot et al. 2010; Ode et al. 2010; Verburg et al. 2011; Lausch et al. 2015). However, the changes in structural diversity should be localised and mapped to better understand the impacts of management activities or other devastating factors spatially. Therefore, the required silvicultural treatments can be determined using these spatial change detection maps for biodiversity conservation.

The aim of this study was to determine and map the temporal changes in the landscape structural heterogeneity over the past 40 years in a brutian pine dominated forest area. The reasons of the changes are discussed and the suggestions are given to conserve biodiversity.

2. Material and Methods

2.1. Study area

A forested landscape located in the Aşağıgökdere Forest Planning Unit in Isparta Forest Regional Directorate of Forestry was chosen as a study area, as the forests there have been intensively managed for about 40 years. The major land cover type is brutian pine stands in different successional stages in the study area. The Juniper (*Juniperus communis* L.) and Oak (*Quercus* sp.) stands covering small

areas are also present in the landscape. Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) and Taurus Alder (*Alnus glutinosa* L. subsp. *antitaurica*) compose stands along riparian zones. Shrub areas as a typical component of Mediterranean landscapes are found at this site. The study area (37° 50' 12" – 37° 59' 76" N; 30° 80' 12" – 30° 87' 58" E) is located at an elevation of between 290 – 1445 m above sea level. In the district, the annual average temperature is 13.6 °C and the yearly average total precipitation is 340 mm. The district is characterized by different parent materials, but it is mostly limestone.

2.2. The forest maps

We used two forest stand maps of Aşağıgökdere Forest Planning Unit belonging to 1966 and 2006 years for the comparison. Initially, landscape patches were defined by merging the existing forest stand types classified beforehand for timber management. The generated 14 main land cover categories (patches) using GIS, which are: *i*) Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of 10-40%, *ii*) Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of 41-70%, *iii*) Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of >70%, *iv*) Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of 10-40%, *v*) Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of 41-70%, *vi*) Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of >70%, *vii*) Open Juniper stands with a canopy closure of <10%, *viii*) Open Brutian pine stands with a canopy closure of <10%, *ix*) Open Oak stands with a canopy closure of <10%, *x*) Mixed stands with a normal canopy closure of >70%, *xi*) Shrub and grass openings, *xii*) Brutian pine stands in thicket stage, *xiii*) Recent clear-cut, and *xiv*) Agricultural areas.

2.3. Methodology

In order to make a reliable comparison between different land cover maps, structural diversity of landscape should be quantified by means of landscape metrics (Walz, 2011; Šimová and Gdulová, 2012). Landscape metrics are algorithms for quantifying spatial heterogeneity. They are easy to use and less expensive than extensive surveys in the evaluation of landscape pattern. There are a number of landscape metrics; however, some of them are highly correlated with each other. In this study, we employed the Contrast Weighted Edge Density Index (CWEDI) for quantifying landscape structural heterogeneity as the amount of edge in a landscape is directly related to the degree of spatial heterogeneity in that landscape (McGarigal et al. 2002).

If patch edge density is high, it implies greater spatial heterogeneity (McGarigal et al. 2002). It is a straightforward metric and widely used in the works regarding wildlife ecology as the edges in a landscape are accepted vital for edge – dwelling species (Ries and Sisk, 2010; Crooks et al. 2011). Edge density index value is calculated by dividing total edge length of a unit by the area of that unit. This index only takes into consideration the length of edges; though, the characteristics of patches forming the edges are ignored. Yet, the quality of an edge for wildlife is directly related to the contrast between the patches. Therefore, the CWEDI as a more powerful metric should be preferred. The CWEDI takes into account the edge contrast, in which the length of

edges is multiplying by weight factors describing contrast between patches forming that edge. The CWEDI, in this way, attempts to quantify edge from the perspective of its functional significance (McGarigal et al. 2002). The formula (1) of this index is:

$$CWEDI = \frac{\sum_{k=1}^m (e_{ik} * d_{ik})}{A} \times (10000) \quad (1)$$

Where; e_{ik} is total length (m) of edge in landscape between patch types (classes) i and k ; d_{ik} is dissimilarity (edge contrast weight) between patch types i and k ; A is total landscape area (m^2) (McGarigal et al. 2002).

The usefulness of CWEDI is directly related to the meaningfulness of the weighting values used to quantify edge contrast. However, there is not a strong quantitative basis for establishing a weighting scheme (McGarigal, 2001). The patch structural attributes such as basal area, tree volume, density and number of trees were not feasible alone to describe the contrast of edges between the all patches. The floristic characteristics of patches should also be considered. Thus, in this study, we assigned scores from 1 to 10 for all possible edges taking into account both structural and floristic contrast between adjacent patches (Table 1). Consequently, we weighted edges somewhat subjectively, but this approach was probably better than assuming all edges are alike (McGarigal et al. 2002). Two examples regarding the score of contrast weight are given in Figure 1.

In order to generate a wall to wall map to describe structural diversity, the study area was converted to grid cells and then a CWEDI was calculated for each cell (Figure 2). This approach is widely used in mapping of Habitat Suitability or Recreation Suitability (Weyland and Laterra, 2014). However, there is not definite information about cell size of grid in literature. Various cell sizes have been used according to the nature of the phenomenon under consideration and ecological conditions of study site. In this study, the cell size was determined taking into consideration the shapes and magnitude of landscape patches. A 25 ha (500 x 500 m) cell size was found to sufficiently capture the structural heterogeneity. Consequently, a map based on CWEDI was generated; each cell of this map holds a numeric value of heterogeneity. The temporal differences were determined by subtracting the cell values in the heterogeneity map of 2006 year from the corresponding cell values in the map of 1966 year. As a result of this cell to cell comparison, a change map was generated that showed the rates of increase and decrease in structural heterogeneity (Figure 3).

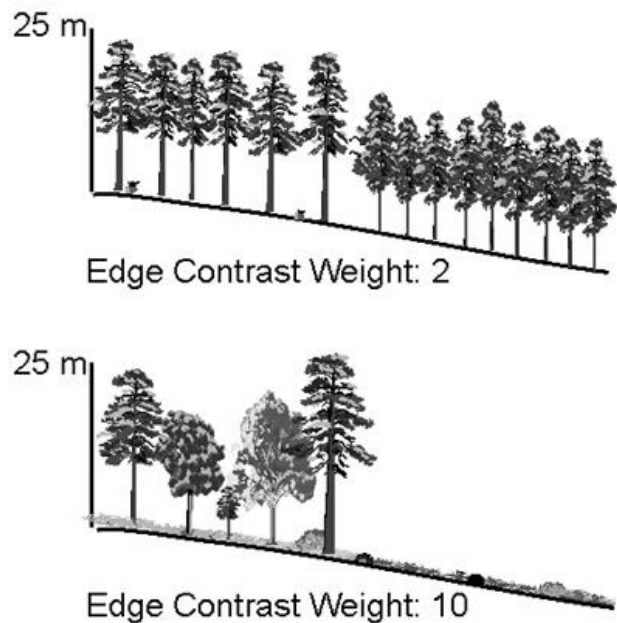


Figure 1. Two examples of high and low edge contrast weights. The edge above is between a Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of >71% and a Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of >71%; The edge below is between a Mixed stands with a normal canopy closure of >%71 and a opening area

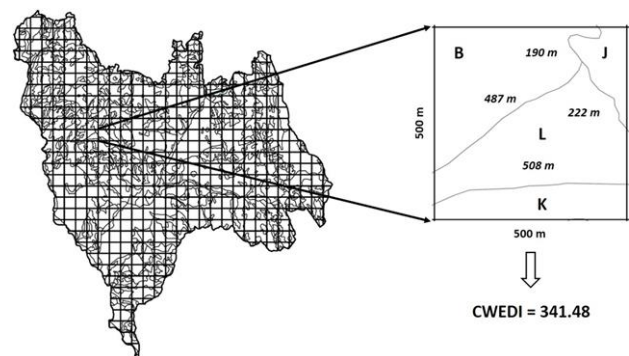


Figure 2. An example of the calculation of the CWEDI value of a cell of 25 ha.

Table 1. The contrast values for the edges among the patches

Patch types	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	-													
B	1	-												
C	1	3	-											
D	2	5	5	-										
E	3	2	4	1	-									
F	3	4	2	1	1	-								
G	4	7	7	3	6	6	-							
H	1	7	7	3	6	6	2	-						
I	6	7	7	3	6	6	5	5	-					
J	7	6	6	7	7	7	8	8	8	-				
K	10	10	10	9	9	9	7	7	7	10	-			
L	9	9	9	8	8	8	6	6	6	9	2	-		
M	6	7	7	3	6	6	5	5	1	8	7	6	-	
N	10	10	10	9	9	9	7	7	7	10	1	1	7	-

A) Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of 10-40%, B) Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of 41-70%, C) Brutian pine stands in tree stage and with a canopy closure of >71%, D) Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of 10-40%, E) Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of 41-70%, F) Brutian pine stands in pole stage and with a canopy closure of >71%, G) Open Juniper stands with a canopy closure of <10%, H) Open Brutian pine stands with a canopy closure of <10%, I) Open Oak stands with a canopy closure of <10%, J) Mixed stands with a normal canopy closure of >71%, K) Shrub and grass openings, L) Brutian pine stands in thicket stage, M) Recent clear-cut, N) Agricultural areas.

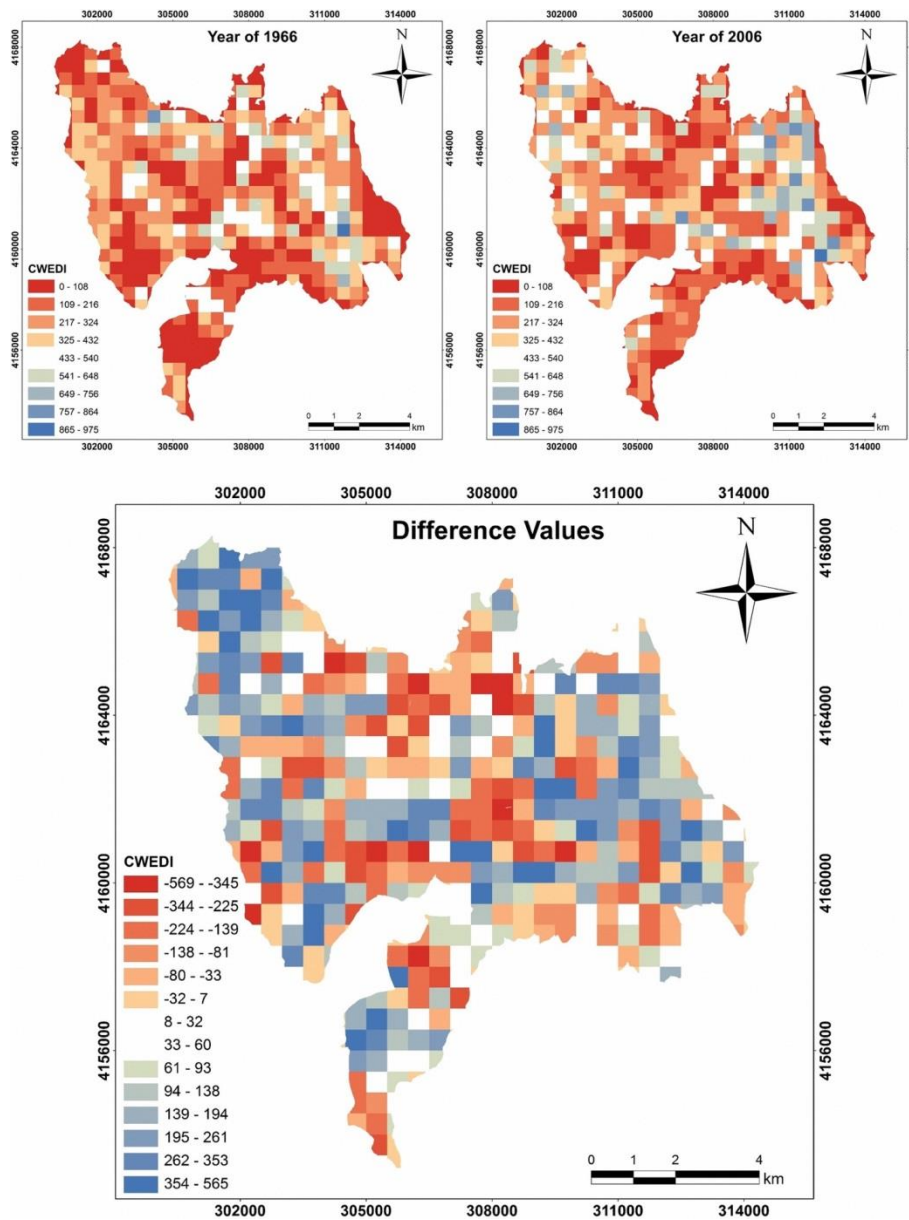


Figure 3. The CWEDI-based heterogeneity maps of 1966 and 2006 years and the change map

3. Results and discussion

The CWEDI-based heterogeneity maps of 1966 and 2006 years and the change map prepared in accordance with the differences between cell values belonging to these years were given in Figure 3. In the heterogeneity maps, the index values were scaled to 256 (0 and 255) grey levels; therefore, the bright cells indicate a high structural heterogeneity while the dark cells show a low structural heterogeneity. In the change map, the blue colour tones show the cells with positive values in which the spatial structural heterogeneity has increased, while the red colour tones indicates the opposite.

The change detection map shows that the structural diversity increased in 63% (i.e. 6154.27 ha) and decreased in 37% (i.e. 3682.41 ha) of the total area over 40 years period between 1966 and 2006. These areas were calculated according to the number of cells having the negative and positive differences. However, the small changes may be ignored as we noticed that 76% (7471.75 ha) of the total area had the CWEDI values between -246 and +246 that have not been usually regenerated or reforested in the past. These limited alterations occurred between 1966 and 2006 might be due to the other factors such as the growth in the stands or the photo-interpretation differences between the two time periods. Therefore, in order to assess of the effects of management activities very well, we focused on the highly changed areas with deep colours of red and blue in the map.

The results show that the spatial heterogeneity has increased because the area where the CWEDI values are evidently increased (1586.42 ha, 16%) is approximately two times larger than the area where the CWEDI values are evidently decreased (778.51 ha, 8%). The reduction in mean patch size from 0.28 ha to 0.16 ha also indicates that the patchiness has increased the planning unit. In examining the area where the spatial structural heterogeneity has drastically increased, we recognized that the contiguous old growth stands covering large areas have been regenerated resulting in the small patches of thicket or pole stage stands. Consequently, the harvest/regeneration activities under even-aged management have increased the edge density in the old growth pure stands of brutian pine in the map of 1966 year. In the early stages, the edges between regeneration areas and old growth stands may provide a foraging and hiding habitat for some mammals such as deer and rabbit (Cardinal et al. 2012). However, after the crown closure occurs in the regeneration area, these habitat features in the edges disappear. In conclusion, the increase in patchiness is not desired for wildlife as the edge contrast is low between the brutian pine stands with different seral (successional) stages.

When investigating the areas where spatial heterogeneity has decreased, we recognize that the decrease is due mainly to two reasons: regeneration and reforestation practices. In contrast to the effects of the regeneration practices on the pure old growth stands, the regeneration has sometimes decreased the spatial heterogeneity in the landscape having a mix of small patches of the other tree species, shrub and grass openings. Principally, these small patches are artificially re-vegetated by brutian pine and merged with the naturally regenerating areas in order to form a large and pure stand block suitable for wood production. In addition

to this, the degraded forest stands and shrub covers over large areas have been planted to increase productive brutian forest areas. Therefore, the functional edges having a high contrast in the past disappeared between 1966 and 2006 in these areas.

This study shows that the large amount of contiguous old growth forests have been transformed into a mosaic of different seral stages by the management activities over the past 40 years. Consequently, the even-aged management has promoted the artificial edges between brutian pine stands with different ages while it reduced the natural edges. Therefore, the patchiness here has been mostly generated by the second-growth brutian pine stands regenerating after clear-cut. The patchiness may have a variety of effects on wildlife. It may be beneficial for edge-dwelling species in the early seral stages. Many studies reported that the edges between mature stands and clear cut areas provide forage and escape cover for the different species of deer and rabbits (Morrison et al. 2012; Kamieniarz et al. 2013). Therefore the predators such as the eagle, owl, and the lynx often concentrate their hunting activities near edges because of the abundance and diversity of prey animals that are attracted to this special habitat. In contrast, some edge-sensitive species shun edges and prefer the interior of large habitat block to make a defence against edge-roaming predators (Šálek et al. 2010; Mert and Yalcinkaya, 2016). Consequently forest manager should consider both improving the positive impacts of clear cut as well as lessen the devastating impacts of it on edge-sensitive species.

Producing high timber volumes is still a management goal in Turkey. Therefore, a biodiversity-friendly forest management strategy should be developed that maintains a good balance between wood production and non-wood forest values and services. The close to nature forest silvicultural practices can be used for this purpose. Firstly, timber cuts can be made to approximate natural gaps created by the disturbance factors such as windstorm, fire and insect attack. Small and irregularly shaped groups (with large perimeter-to-area ratios) similar to natural gaps should be used instead for extensive clear-cut areas and they should be evenly dispersed over landscape to increase the amount of edges. The percentage of the landscape remaining in mature forest and its connectivity are important consideration in biodiversity management (Drummond and Loveland, 2010). Secondly, an amount of old growth forests remnants and shrub covers having a sufficient core size should be left intact; particularly in the unproductive sites for wood production or the steeper areas with high erosion risk. Besides, strips of mature forest known as "greenbelt" can be maintained among clear-cut blocks. Thus, connectivity can be established by these corridors among the mature stands and maquis areas in the forest matrix. Also, the connectivity in the landscape matrix may be improved by green tree retention reducing the isolating effects of clear-cut areas. Lastly, the fruit shrub species including *Rosa* sp., *Ceratonia siliqua* L., *Crataegus* sp., and *Pyrus* sp. should also be planted along the boundaries of clear-cut areas to enhance the edge effect for wild animals.

4. Conclusions

Recognition and understanding of the impacts of historical management activities help forest managers to decide on the best management options for their forest lands. The historical forest maps in archive are excellent data source for this evaluation. This study revealed that the GIS-based approach based on the contrast weighted edge density index (CWEDI) seems an excellent tool in monitoring spatial heterogeneity at landscape scale. In conclusion, the even-aged management applied over 40 years in brutian pine forests temporarily increased landscape heterogeneity because of recently regenerated blocks. However, this management system decreased the mature or late-successional stands contained patches of scattered grass or shrub openings. Therefore, it generates more homogeneous forest landscapes in the long term. The question raised in this work is to determine the sufficient size of grid cells for reasonable mapping of landscape structural heterogeneity. In further studies, a set of cell sizes should be tested to decide the best one for this purpose. The other landscape metrics should also be experimented in any further study.

Acknowledgement

This article is derived from the Master Thesis by Özdemiş Şentürk. We thank to Süleyman Demirel University Scientific Research Projects Coordination Unit (SDÜ BAP) for providing financial support to the thesis as a project (No: BAPKB-1644-YL-08).

References

- Cardinal, E., Martin, J.L., Tremblay, J.P., Côté, S. D., 2012. An experimental study of how variation in deer density affects vegetation and songbird assemblages of recently harvested boreal forests. *Canadian Journal of Zoology*, 90(6): 704-713.
- Crooks, K.R., Burdett, C.L., Theobald, D.M., Rondinini, C., Boitani, L., 2011. Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1578): 2642-2651.
- De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7(3): 260-272.
- Drummond, M.A., Loveland, T.R., 2010. Land-use pressure and a transition to forest-cover loss in the eastern United States. *BioScience*, 60(4): 286-298.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F.G., Crist, T.O., Fuller, R.J., Sirami, C., Siriwardena, G.M., Martin, J.L., 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters*, 14(2): 101-112.
- GDF, 2013. Forest Atlas. Republic of Turkey Ministry of Forestry And Water Affairs, General Directorate of Forestry. <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlasi.pdf>. Accessed: 11.12.2018.
- Hansson, L., Fahrig, L., Merriam, G., (Eds.) 2012. Mosaic landscapes and ecological processes. Springer Science & Business Media.
- Kamieniarz, R., Voigt, U., Panek, M., Strauss, E., Niewęglowski, H., 2013. The effect of landscape structure on the distribution of brown hare *Lepus europaeus* in farmlands of Germany and Poland. *Acta theriologica*, 58(1): 39-46.
- Kelly, M., Tuxen, K.A., Stralberg, D., 2011. Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: Finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time. *Ecological Indicators*, 11(2): 263-273.
- Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.U., Tischendorf, L., Walz, U., 2015. Understanding and quantifying landscape structure—A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling*, 295: 31-41.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., Löhmus, A., Baker, S.C., Bauhus, J., Beese, W., Brodie, A., Kiehl, B., Kouki, J., Martínez Pastur, G., Messier, C., Neyland, M., Palik, B., Sverdrup-Thygeson, A., Volney, J., Wayne, A., Gustafsson, L., 2012. A major shift to the retention approach for forestry can help resolve some global forest sustainability issues. *Conservation Letters*, 5(6): 421-431.
- Matte, A.L.L., Müller, S.C., Becker, F.G., 2015. Forest expansion or fragmentation? Discriminating forest fragments from natural forest patches through patch structure and spatial context metrics. *Austral Ecology*, 40(1): 21-31.
- Mert, A., Yalcinkaya, B., 2016. The relation of edge effect on some wild mammals in Burdur-Ağlasun (Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*, 9(2): 193-201.
- Mert, A., Yalcinkaya, B., 2017. Relationship between some wild mammals and forest structural diversity parameters. *Journal of Environmental Biology*, 38(5): 879-884.
- McGarigal, K., Cushman S. A., Neel, M. C. and Ene, E., 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Accessed: 20.10.2018.
- McGarigal, K., 2001. Landscape Metrics for Categorical Map Patterns, Lecture Notes. http://www.umass.edu/landeco/teaching/landscape_ecology/schedule/chapter9_metrics.pdf. Accessed: 24.10.2018.
- Morrison, J. A., Lubchansky, H. A., Mauck, K. E., McCartney, K. M., Dunn, B., 2007. Ecological comparison of two co-invasive species in eastern deciduous forests: *Alliaria petiolata* and *Microstegium vimineum*. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 134(1): 1-17.
- Ode, Å., Hagerhall, C. M., Sang, N., 2010. Analysing visual landscape complexity: Theory and application. *Landscape Research*, 35(1): 111-131.
- Paillet, Y., Bergès, L., Hjältén, J., Ódor, P., Avon, C., Bernhardt-Römermann, Bijlsma, R., Bruyn, L., Fuhr, M., Grandin, U., Kanka, R., Lundin, L., Luque, S., Magura, T., Matesanz, S., Mészáros, I., Sebastià, M., Schmidt, W., Standovár, T., Tóthmérész, B., Uotila, A., Valladares, F., Vellak, K., Virtanen, R., 2010. Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation biology*, 24(1): 101-112.

- Plexida, S. G., Sfougaris, A. I., Ispikoudis, I. P., Papanastasis, V. P., 2014. Selecting landscape metrics as indicators of spatial heterogeneity-A comparison among Greek landscapes. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26: 26-35.
- Ries, L., Sisk, T. D., 2010. What is an edge species? The implications of sensitivity to habitat edges. *Oikos*, 119(10): 1636-1642.
- Šálek, M., Kreisinger, J., Sedláček, F., Albrecht, T., 2010. Do prey densities determine preferences of mammalian predators for habitat edges in an agricultural landscape? *Landscape and Urban Planning*, 98(2): 86-91.
- Šimová, P., Gdulová, K., 2012. Landscape indices behavior: a review of scale effects. *Applied geography*, 34:385-394.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batary, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, O.T., Dormann, F. C., Ewers, R. M., Fründ, J., Holt, R. D., Holzschuh, A., Klein, A. M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D. A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., van der Putten, W. H., Westphal, C., 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87(3): 661-685.
- Walz, U., 2011. Landscape structure, landscape metrics and biodiversity. *Living reviews in landscape research*, 5(3): 1-35.
- Wang, J., Xu, L., Wang, E., Huang, S., 2010. The potential landscape of genetic circuits imposes the arrow of time in stem cell differentiation. *Biophysical journal*, 99(1): 29-39.
- Weyland, F., Laterra, P., 2014. Recreation potential assessment at large spatial scales: A method based in the ecosystem services approach and landscape metrics. *Ecological indicators*, 39: 34-43.
- Verburg, P. H., Neumann, K., Nol, L., 2011. Challenges in using land use and land cover data for global change studies. *Global Change Biology*, 17(2): 974-989.

Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği

Selma Yaşar Korkanç^{a,*}, Halil Şahin^a, Ahmet Onur Özden^a, Burak Özkurt^a

Özet: Bu çalışmanın amacı, Niğde yöresinde 15 yıl önce kavaklığa dönüştürülmüş bir bozuk mera alanının organik karbon düzeyinde ve bazı toprak özelliklerinde arazi kullanım değişiminin etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada, komşu mera ve kavaklık alan olmak üzere iki farklı arazi kullanım şekli sistematik örnekleme yöntemine göre 12 farklı noktadan 0-20 cm derinlikten doğal yapısı bozulmuş ve doğal yapısı bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Tane boyut dağılımı (tekstür), tane yoğunluğu, pH, elektriksel iletkenlik, organik karbon, agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, boşluk hacmi, maksimum su tutma kapasitesi, dispersiyon oranı özellikleri belirlenmiştir. Veriler tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda arazi kullanımı değişiminden hacim ağırlığı, boşluk hacmi, pH, organik karbon, agregat stabilitesi, kil, kum, silt ve dispersiyon oranı özelliklerinin etkilendiği belirlenmiştir. Kavaklık alanda organik karbon, agregat stabilitesi ve boşluk hacminde 15 yıllık periyotta artış olduğu, hacim ağırlığı ve pH'da ise azalma olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Arazi kullanımı değişimi, Toprak özellikleri, Organik karbon, Tarımsal ormancılık, Hızlı gelişen tür

The effects of land use conversion on soil organic carbon and selected properties of soils: A case of Nigde province

Abstract: The aim of this study was to determine land use change effects on soil organic carbon and some selected soil properties in a land converted from rangeland to fast growing poplar plantation area 15 years ago. Soil samples were taken according to the systematic sampling method in two different land use types; rangeland and poplar plantation. 12 of disturbed and 12 of undisturbed (using 100 cm³ bulk steel cylinders) topsoil samples (0-20 cm depth) were taken from each land use types. Soil samples were analyzed for particle size distribution (texture), particle density, pH, electrical conductivity, organic carbon, aggregate stability, bulk density, total porosity, water holding capacity, and dispersion ratio. Data were analyzed by using one way analysis of variance at 95 % significance level. According to results of this study, bulk density, total porosity, pH, organic carbon, aggregate stability, clay, sand, silt and dispersion ratio values of the soils were affected from land use conversion. Soil organic carbon, aggregate stability and total porosity of soils increased whereas bulk density and pH of soils decreased after land cover change from rangeland to poplar plantation area.

Keywords: Land use change, Soil properties, Soil organic carbon, Agroforestry, Fast growing plantation

1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusunun besin ve giyinme ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için, arazi kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması zorunludur. Arazi özelliklerinin bilinmesi, toprak haritalarının yeterli detayda hazırlanması ve sonuç olarak arazilerin üretkenliklerini kaybetmeden sürdürülebilirliklerinin sağlanması, karasal ekosistemlerde canlı yaşamı açısından son derece önemlidir (Altınbaş vd., 2004). İnsanoğlu tarım, ormancılık, ulaşım ve barınma gibi faaliyetleri için araziden faydalanmakta ve bu faaliyetlere bağlı olarak toprağın doğal durumu ve işlevleri değişmektedir. Bunun yanında birçok çevre sorunu arazi kullanımından kaynaklanmakta olup bu; iklim değişikliğine, biyolojik çeşitliliğin kaybına ve suyun, toprağın ve havanın kirlenmesine yol açmaktadır (EEA, 2014). Arazi kullanımındaki değişikliklerin karbon salımı ya da depolanması üzerinde olumlu ya da olumsuz çeşitli

etkileri bulunmaktadır. Çünkü toprak, organik karbonu depolayan bir kaynak olarak küresel karbon döngüsü üzerinde önemli bir role sahiptir (Ferré vd., 2014). Araziyi kullanmak doğal karasal ekosistemlerde depolanan karbon miktarını azaltır, ancak bu azalışın 1850'lerden günümüze kadar daha önceki periyotlara göre daha büyük olduğu tahmin edilmektedir (Houghton, 2012). Topraktaki organik karbonun azalması genel olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerini etkilediği gibi, verimliliği, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem direncini de azaltmak gibi kümülatif etkilere de yol açmaktadır (Nieder ve Benbi, 2008). Örneğin, yeni tarım alanlarının açılması gibi arazi kullanımındaki değişimler ve tarımda yoğun toprak işleme ile artan su ve rüzgar erozyonu toprağın karbon stoklarını önemli ölçüde azaltır (Polat vd., 2011).

Son 20 yılda enerji sağlama amaçlı olarak enerji ormancılığı dramatik bir şekilde artış göstermiştir. Enerji ormancılığına uygun türler arasında da kavak; diğer

✉ ^a Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): sykorkanc@ohu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.06.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.11.2018



Citation (Atıf): Korkanç, S.Y., Şahin, H., Özden, A.O., Özkurt, B., 2018. Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 362-367.

DOI: [10.18182/tjf.436132](https://doi.org/10.18182/tjf.436132)

konvansiyonel tarım uygulamalarıyla karşılaştırıldığında hızlı büyümesi, yüksek potansiyelli biyomas üretimi ve daha az gübre ve böcek ilacı gereksinimi nedeniyle enerji ormancılığı için uygun bir türdür (Assirelli vd., 2016). Bu amaçla tarım alanları ve mera alanları kavaklık alanlara dönüştürülmektedir. Geleneksel tarım alanlarının ormana dönüştürülmesi bu alanlardaki toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmektedir.

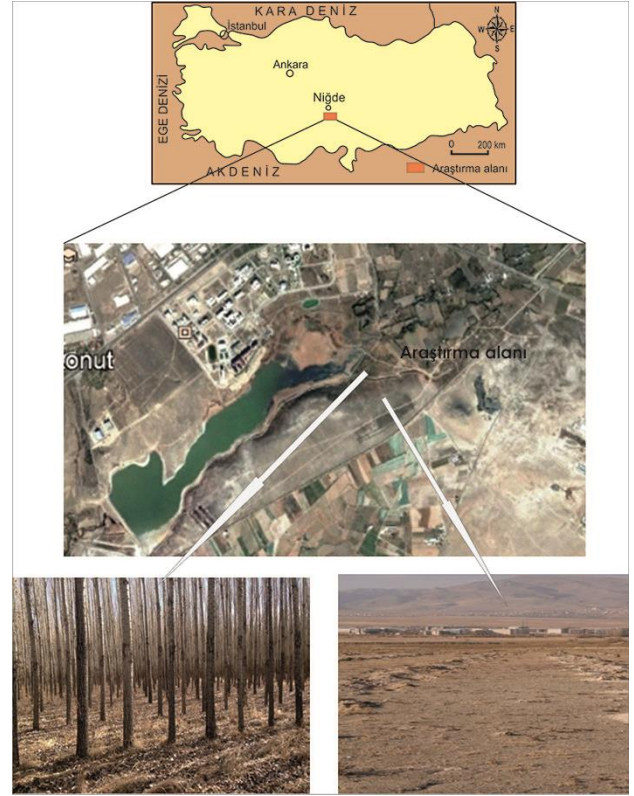
Bu çalışmanın amacı; Niğde yöresinde yer alan kavaklık alana dönüştürülmüş çok bozuk nitelikte olan bir mera alanındaki toprakların organik karbon ve bazı hidro-fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bu özelliklerde arazi kullanım değişimine bağlı bir farklılaşma olup olmadığını araştırmaktır.

2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada 2013-2014 yılları arasında Niğde İli Akkaya Baraj gölü havzasında yer alan çok bozuk nitelikteki bir mera alanı ile hemen yakınındaki 15 sene önce tesis edilmiş kavak ağaçlandırma alanından alınan toprak örnekleri kullanılmıştır.

2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Çalışma alanı Niğde-Akkaya Baraj Havzası içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1). Araştırma alanı, deniz seviyesinden 1208 m yükseltide yer almaktadır. Yıllık yağış ortalaması 337,5 mm ve yıllık ortalama nem miktarı %59,5'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 11°C olup, yılın en sıcak ay ortalaması 25°C, en soğuk ay ortalaması 7°C civarındadır (Anonim, 2013). Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi C1B1db3 şeklindeki ifade edilen "yarı kurak, az nemli mesotermal sıcaklıkta, su fazlasının çok az olduğu karasal iklim" tipidir (Anonim, 2013). Arazi genel olarak bozkır görünümündedir. Orman varlığı çok azdır. İl topraklarının %1,7'sini oluşturmaktadır olup, fundalıklarla birlikte %3'e yükselmektedir. İl topraklarının %50'si ekili-dikili alanlar olup, buğday tarlaları, elma bahçeleri ve üzüm bağlarından; %37'si çayır ve meralardan ibarettir. Geri kalanını ise, ekime müsait olan topraklar teşkil etmektedir (Anonim, 2014). Araştırmanın yürütüldüğü mera alanı çok bozuk mera niteliğindedir. Akkaya barajının güney sahilinde yer almaktadır. Bitki örtüsünün büyük bir bölümü aşırı ve yanlış otlama vb. faaliyetler ile tahrip edilmiş olup, mineral toprak açığa çıkmıştır. Arazi gözlemleri sırasında mera alanında saz, yabani kekik gibi bitkiler gözlenmiştir. Ayrıca yapılan arazi gözlemlerine göre saha rüzgâr erozyonuna maruzdur. Kavaklık alan ise 15 yıl önce karakavak (*Populus nigra* L.) kullanılarak tesis edilmiştir. Ortalama ağaç boyu 14 m civarındadır. Ortalama meşcere çapı 19 cm'dir. Kapalılık 0,5-0,6 civarında olup, dikim aralık mesafesi 1x1,5 m'dir. Alanda gerektiği durumlarda salma sulama yöntemiyle sulama yapılmaktadır. Onun haricinde ağaçlar yüzeye yakın olan (yaklaşık 0,80 m) taban suyu vasıtasıyla su ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Gübre uygulaması yoktur. Toprak yüzeyinde ortalama 7 cm ölü örtü tabakası bulunmaktadır. 9 cm Ah horizonu dikkat çekmektedir. Alanda yer yer saz, yabani kekik ve ayrık gibi türlerden oluşan diri örtü mevcuttur. Hayvan otlama yoktur. Dikim aralarında gerektiğinde diri örtü temizliği yapılmaktadır (Şekil 1). Her iki arazi kullanım şekli de alüvyon arazi üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 1. Araştırma alanı

2.2. Yöntem

Araştırma arazi, laboratuvar ve son büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür.

2.2.1. Arazi yöntemleri

2013 yılı Ekim ayında araziye gidilerek örnekleme yapılacak alan incelenmiştir. Arazi düz nitelikte olup, toprak örnekleme sistematik örnekleme yöntemine göre alanı temsil edecek şekilde belirlenen (10x10 m) aralıklarla, her arazi kullanma şeklinden (mera, kavaklık) 12' şer noktadan 0-20 cm derinlikten doğal yapısı bozulmuş ve doğal yapısı bozulmamış toprak örnekleri usulüne uygun şekilde (100 cm³'lük hacim ağırlığı silindirleri kullanılarak) alınmıştır.

2.2.2. Laboratuvar yöntemleri

Araziden alınan toprak örnekleri laboratuvara taşınmış, doğal yapısı bozulmuş örnekler serilerek hava kurusu hale getirilmiş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazırlanmıştır. Tane boyut dağılımı (tekstür) hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Bouyoucos, 1962). Organik madde, Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Walkley ve Black, 1934). pH ve elektriksel iletkenlik 1:5 H₂O toprak-su karışımında Hache-Lange Multiparameter cihazı ile ölçülmüştür. Hacim ağırlığı (Db) 100 cm³'lük silindirler kullanılarak belirlenmiştir (Grossman ve Reinsch, 2002). Tane yoğunluğu (Dp) piknometre yöntemine göre belirlenmiştir. Porozite Dp-Db/Dp*100 eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Flint ve Flint, 2002). Maksimum su tutma kapasitesi, neme doymuş hale getirilmiş silindir örnekleri ağırlığı ile yine aynı

örneklerin fırın kuru ağırlıkları arasında meydana gelen ağırlık kaybından hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1976). Dispersiyon oranı, Middleton (1930)'a göre belirlenmiştir. Toprakta depolanan karbon miktarı;

Toprak organik karbonu (ton/ha)=Toprak organik karbon % x toprak derinliği (m) x hacim ağırlığı (g/cm³) x 10 000 eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır (Pluske vd., 2013). Agregat stabilitesi, tayin cihazı kullanılarak, Kemper formülüne göre belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986).

2.2.3. Son büro yöntemleri

Yapılan gözlem ve deneylerden elde edilen bütün veriler bilgisayar ortamına aktarılarak, gerekli hesaplamalar yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde SPSS 16.0 paket programı kullanılmış, arazi kullanımı değişiminin toprak özellikleri üzerindeki etkisi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiş (P<0,05), farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır (Zar, 1996).

3. Bulgular ve tartışma

3.1. pH

Çizelge 1 incelendiğinde kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama pH değerlerinin mera alandan alınan toprak örneklerinin pH değerlerine göre daha düşük olduğu

görülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, kavaklık ve mera alanından alınan toprak örneklerinin pH değerleri istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur (P<0,05) (Çizelge 1). Toprak pH'sında 15 yıllık bir süredeki bu değişimin toprağa organik madde katkısı olmasıyla birlikte, sulama vb. faaliyetlerin de etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Guo ve Han (2008) çalışmalarında 0-10 cm toprak derinliğinde 50 yıl önce *Populus davidiana* Dode plantasyonu yapılan bir alanda toprak pH'sında önemli bir düşüş olduğunu saptamışlardır. Toprak pH'sındaki azalmanın daha yüksek organik veya karbonik asit üretimi ile ilişkili olduğu kaydedilmiştir (Richter ve Markewitz, 1995). Bununla birlikte Kahle vd., (2007, 2010) yaptıkları çalışmada ise, işlenen bir arazinin kavak ve söğüte dönüştürülmesinin toprak pH'sını önemli düzeyde değiştirmedeğini saptamışlardır.

3.2. Elektriksel iletkenlik

Araştırma alanı toprakları tuzluluk açısından değerlendirildiğinde herhangi bir tuzluluk problemi olmadığı görülmektedir. Mera alanından alınan toprak örneklerinin ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin, kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprakların elektriksel iletkenlik değeri arazi kullanımından önemli düzeyde etkilenmemiştir (P>0,05)(Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma alanındaki toprak özelliklerinin arazi kullanımına göre değişimi

Toprak özellikleri	Arazi kullanımı	N	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	F	P
pH (1:5 H ₂ O)	Kavaklık	12,00	8,02a*	0,22	7,34	8,30	25,41	0,00
	Mera	12,00	8,57b	0,31	7,99	8,81		
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	Kavaklık	12,00	191,99a	31,93	163,80	287,00	1,49	0,24
	Mera	12,00	263,63a	200,90	123,90	802,00		
Organik karbon (%)	Kavaklık	12,00	3,60a	0,83	1,63	5,04	13,31	0,00
	Mera	12,00	2,31b	0,89	1,22	3,80		
Maksimum su tutma kapasitesi (%)	Kavaklık	12,00	15,92a	1,75	12,59	19,59	1,00	0,33
	Mera	12,00	15,10a	2,22	12,24	19,88		
Boşluk hacmi (%)	Kavaklık	12,00	60,09a	7,11	50,78	74,52	4,33	0,05
	Mera	12,00	54,31b	6,47	45,30	66,45		
Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Kavaklık	12,00	0,96a	0,17	0,59	1,18	5,36	0,03
	Mera	12,00	1,12b	0,16	0,80	1,34		
Tane yoğunluğu (g/cm ³)	Kavaklık	12,00	2,42a	0,21	2,24	2,99	0,20	0,66
	Mera	12,00	2,46a	0,16	2,25	2,76		
Agregat stabilitesi (%)	Kavaklık	12,00	44,64a	12,91	29,44	76,29	71,38	0,00
	Mera	12,00	9,32b	6,56	2,42	22,42		
Kil (%)	Kavaklık	12,00	15,04a	1,44	13,08	18,11	316,91	0,00
	Mera	12,00	5,03b	1,31	3,10	7,24		
Silt (%)	Kavaklık	12,00	20,72a	5,07	9,42	29,75	30,86	0,00
	Mera	12,00	8,21b	5,93	1,02	21,38		
Kum (%)	Kavaklık	12,00	64,24a	5,09	56,29	75,71	91,89	0,00
	Mera	12,00	86,76b	6,35	74,97	94,88		
Dispersiyon oranı (%)	Kavaklık	12,00	82,87a	12,92	68,87	113,36	42,09	0,00
	Mera	12,00	43,54b	16,56	26,37	72,00		

*Aynı toprak özelliği içinde farklı arazi kullanımına ait ortalamalardaki farklı harfler, söz konusu toprak özelliğine ait ortalamalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark olduğunu göstermektedir.

3.3. Organik karbon

Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama organik karbon miktarının mera alandan alınan toprak örneklerinin organik karbon miktarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların organik karbon miktarı arazi kullanım değişiminden önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge1). Kavaklık alanda ortalama organik karbon yüzdesinin daha yüksek olmasının kavaklık alanda dökülen yaprakların toprak yüzeyinde birikmesi ve toprak işleme uygulamalarına maruz kalmadığı için toprağa devamlı organik madde katkısında bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ferré vd., (2014), ormanlık alandaki organik karbon stoğunun kavağa dönüştürülmüş alandan % 40 daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir. Baum vd. (2013) de 6 yıllık bir kavak plantasyonunda organik maddenin tarım alanına göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Arevalo vd. (2011) çalışmalarında tarımsal bir alanın kavak plantasyonuna dönüştürülmesiyle başlangıçta organik karbon kaybının olduğunu, ancak plantasyondan 7 yıl sonra tekrar karbon depolamasının gerçekleştiğini saptamışlardır. Çalışma sonuçlarımıza göre, kavaklık alanda organik karbon içeriğinin çok bozuk mera alanına göre %56 daha fazla olduğu saptanmıştır. Saviozzi vd. (2001), İtalya’da 45 yıl boyunca sürekli tahıl yetiştirilen arazi, kavaklık ve doğal mera arazisindeki toprak özelliklerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları, uzun süre tahıl üretiminin yapıldığı arazide organik karbon içeriğinin mera arazisine göre %70, kavaklığa göre %60 daha az olduğunu göstermiştir. Araştırma alanında kavaklık alanda 20 cm’ lik toprak derinliğinde depolanan karbon miktarı, kavaklık alanda 69 t/ha, bozuk mera alanında ise 52 t/ha olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre kavaklık alanda meraya göre %33 daha fazla karbon depolanmıştır.

3.4. Maksimum su tutma kapasitesi

Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama maksimum su tutma kapasitesi değerleri ile mera alanından alınan toprak örneklerinin maksimum su tutma kapasitesi değerlerinin yakınlık gösterdiği görülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların maksimum su tutma kapasitesi arazi kullanımı değişiminden etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 1).

3.5. Boşluk hacmi

Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama boşluk hacminin mera alanından alınan toprak örneklerinin boşluk hacmine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre arazi kullanımı değişikçe toprakların boşluk hacmi özelliği önemli düzeyde değişmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1). Bu durumun toprakların agregat stabilitesi, toprak tekstürü ve hacim ağırlığı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre boşluk hacmi agregat stabilitesi, kil ve silt ile pozitif, hacim ağırlığı ve kum ile negatif ilişki göstermiştir (Çizelge 2). Kahle vd., (2007) 12 yıllık kavak plantasyonu bulunan alanlarda boşluk hacminin işlenen alana göre yükseldiğini kaydetmişlerdir.

3.6. Hacim ağırlığı

Mera alandan alınan toprak örneklerinin ortalama hacim ağırlığı değerlerinin kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin hacim ağırlığı değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların hacim ağırlığı değeri arazi kullanımı farklılığından önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1). 15 yıllık bir sürede toprakların hacim ağırlığı kavaklık alanda düşüş göstermiş olup, bu durumun toprağa devamlı organik madde katkısından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Korelasyon analizi sonuçları, kavaklık alandaki kil, silt miktarı ve organik madde miktarının fazla olmasının agregat stabilitesini arttırdığını ve bu durumun da hacim ağırlığında azalmaya neden olduğunu düşündürmektedir (Çizelge 2). Kahle vd., (2007) de 12 yıllık bir kavak plantasyonunda hacim ağırlığının işlenen alana göre düştüğünü kaydetmişlerdir.

3.7. Tane yoğunluğu

Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama tane yoğunluğu değerleri ile mera alanından alınan toprak örneklerinin tane yoğunluğu değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların tane yoğunluğu değeri arazi kullanımı değişiminden önemli düzeyde etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 1).

Çizelge 2. Bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyonlar

Toprak özelliği	Organik karbon	Agregat stabilitesi	Kil	Kum	Silt	Hacim ağırlığı	Tane yoğunluğu	Boşluk hacmi
Organik karbon	1							
Agregat stabilitesi	0,416*	1						
Kil	0,486*	0,883**	1					
Kum	-0,510*	-0,729**	-0,901**	1				
Silt	0,474*	0,558**	0,747**	-0,962**	1			
Hacim ağırlığı	-0,176	-0,553**	-0,499*	0,524**	-0,487*	1		
Tane yoğunluğu	-0,131	-0,114	-0,033	0,091	-0,118	0,281	1	
Boşluk hacmi	0,116	0,516**	0,497*	-0,502*	0,455*	-0,912**	0,125	1

*Korelasyon 0,05 düzeyinde önemli, **Korelasyon 0,01 düzeyinde önemli

3.8. Agregat stabilitesi

Mera alanından alınan toprak örneklerinin ortalama agregat stabilitesi değerlerinin kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların agregat stabilitesi değeri arazi kullanımındaki farklılaşmadan önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1). Kavaklık alandaki agregat stabilitesinin yüksek olmasının nedeninin, bu alanda kil ve silt miktarı ile organik madde miktarının yüksek olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2). Gupta vd., (2009)'de değişik yaşlardaki kavak plantasyonu ağırlıklı tarımsal ormancılık sistemindeki toprakların suya dayanıklı agregat yüzdesinin sadece tarım yapılan alaninkine göre artış gösterdiğini kaydetmişlerdir.

3.9. Tane boyut dağılımı (Tekstür)

Araştırma alanı toprakları ortalama kum, kil ve silt değerleri uluslararası tane çapı sınıflaması üçgenine göre değerlendirilmiş, kavaklık alanın topraklarının killi balçık, mera alanının topraklarının ise kumlu balçık tekstüründe olduğu saptanmıştır. Mera alanından alınan toprak örneklerinin ortalama kum değerlerinin, kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama kum değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların kum miktarı arazi kullanımı değişiminden önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1). Yine kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama kil miktarının, mera alanından alınan toprak örneklerinin kil değerlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların kil değeri arazi kullanımındaki değişimden önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1). Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama silt değerlerinin mera alanından alınan toprak örneklerinin silt değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların silt değeri arazi kullanımı farklılığından önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1). Bu durum kavaklık alana dönüştürülen arazide toprağa yapılan sulama, ölü ve diri örtü gelişimi gibi faaliyetlerin etkili olduğunu düşündürmektedir. Zira mera alanından rüzgar erozyonuyla toprağın ince taneleri taşınmış, kavaklık alanda ise ölü örtü, ağaçlar ve diri örtü toprak tanelerini rüzgar etkisine karşı korumuş olabilir. Wang ve Xin (2016)'de işlenen bir alanı kavaklık alana dönüştürmenin farklı toprak derinliklerinde toprak tekstüründe gözlenebilir bir etkiye sebep olduğunu belirlemişlerdir. Bu değişimin topraktaki minerallerin ayrışması, 0-70 cm derinlikte silt partiküllerinin taşınma ve birikmesi açısından avantaj sağladığını kaydetmişlerdir.

3.10. Dispersiyon oranı

Her iki arazi kullanım şekli altındaki toprakların erozyona hassas olduğu saptanmıştır. Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama dispersiyon oranı değerlerinin mera alandan alınan toprak örneklerinin dispersiyon oranı değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre toprakların

dispersiyon oranı değeri arazi kullanımı değişiminden etkilenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 1).

4. Sonuç ve öneriler

Çalışma sonuçlarına göre, genel olarak arazi kullanımı değişiminden hacim ağırlığı, boşluk hacmi, pH, organik karbon, agregat stabilitesi, kil, kum, silt, dispersiyon oranı özellikleri etkilenmiştir.

Araştırma alanlarından toprakların ortalama pH değerlerine bakıldığında orta derecede alkalen reaksiyonu gösterdikleri görülmektedir. Kavaklık alandan alınan toprak örneklerinin ortalama pH değerleri daha yüksektir.

Araştırma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik değerleri 4000 dS/m^{-1} 'den düşük olduğu için tuzluluk problemi görülmemektedir. Ortalama elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında mera alandan alınan örneklerin kavaklık alana göre daha yüksek seviyededir.

Kavaklık alanda ortalama organik karbon yüzdesi daha yüksektir. Kavaklık alanda depolanan organik karbon miktarı 69 t/ha; mera alanında ise 52 t/ha'dır. Kavaklık alandan alınan toprak örneklerine ait ortalama boşluk hacmi mera alanındaki örneklere göre daha yüksektir. Mera alandan alınan toprak örneklerinin ortalama hacim ağırlığı değerleri kavaklık alana göre daha yüksektir. Mera alanından alınan örneklerin ortalama agregat stabilitesi değerleri kavaklık alana göre daha düşüktür.

Toprakların ortalama dispersiyon oranı değerlerine bakıldığında kavaklık alanın dispersiyon oranı mera alanına göre daha yüksektir. Her iki alan da örneklerin ortalama dispersiyon oranı değerlerinin %15'den fazla çıkması nedeniyle erozyona karşı duyarlıdır.

Araştırma alanı toprakları mera alanında kumlu balçık, kavaklık alanda ise killi balçık tekstüründedir. Ortalama kum yüzdelere bakıldığında mera alanındaki değerler, kavaklık alana göre yüksek seviyededir. Ortalama kil ve silt miktarları bakımından kavaklık alandaki değerler mera alanındakilere göre daha yüksek seviyededir. Bu araştırma sonuçları bozuk bir mera alanının kavakla ağaçlandırılmasının rüzgar erozyonuna karşı toprağı koruduğunu, hacim ağırlığı, boşluk hacmi, agregat stabilitesi, organik karbon gibi toprak özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Buna dayanılarak, kavak ağaçlandırmaları ekonomik açıdan ve toprakta karbon depolama ile toprakların bazı özelliklerindeki iyileşme açısından, rehabilite edilmesi mümkün olmayan çok bozuk nitelikteki mera alanlarını değerlendirmek için alternatif olarak önerilebilir.

Kaynaklar

- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2004. Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:557, İzmir, 355 s.
- Anonim, 2013. Niğde İli iklim verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklimsiniflandirmalari.aspx?m=NIGDE>. Erişim Tarihi: 20.11.2017
- Anonim, 2014. Coğrafya dünyası, Niğde ili iklim ve bitki örtüsü, <http://www.cografya.gen.tr/tr/nigde/iklim.html>, Erişim Tarihi: 25.12.2014.

- Arevalo, C.B.M., Bhatti, J.S., Chang, S.X., Sidders, D. 2011. Land use change effects on ecosystem carbon balance: from agricultural to hybrid poplar plantation. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 141: 342-49.
- Assirelli, A., Santangelo, E., Spinelli, R., Pari, L., 2016. A single-pass reduced tillage technique for the establishment of short-rotation Poplar (*Populus* spp.) plantations. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 37,1: 61-69.
- Baum, C., Eckhardt, K.U., Hahn, J., Weih, M., Dimitriou, I., Leinweber, P., 2013. Impact of poplar on soil organic matter quality and microbial communities in arable soils. *Plant Soil and Environment*, 59, 3: 95-100.
- Bouyoucos, G., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- EEA, 2014. Land use. <https://www.eea.europa.eu/themes/landuse>, Erişim Tarihi: 11.02.2014.
- Ferré, C., Comolli, R., Leip, A., Seufert, G., 2014. Forest conversion to poplar plantation in a Lombardy floodplain (Italy): effects on soil organic carbon stock. *Biogeosciences*, 11: 6483-6493.
- Flint, A., Flint, L.E., 2002. Particle Density, Laboratory Methods, *Methods of Soil Analysis, Part 4 - Physical Methods* (Ed: W. A. Dick). SSSA Book Series 5, SSSA Inc, Madison, WI p. 229 - 240.
- Grossman, R.B., Reinsch, T.G., 2002. Bulk Density and Linear Extensibility. In J.H. Dane and G.C. Topp (ed.) *Methods of soil analysis. Part 4. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI*. 201-228.
- Guo, Y.J., Han, J.G., 2008. Soil biochemical properties and arbuscular mycorrhizal fungi as affected by afforestation of rangelands in northern China. *Journal of Arid Environment*, 72: 1690-1967.
- Gupta, N., Kukal, S.S., Bawa, S.S., Dhaliwal, G.S., 2009. Soil organic carbon and aggregation under poplar based agroforestry system in relation to tree age and soil type. *Agroforest Syst*, 76:27-35.
- Houghton, R.A., 2012. Historic changes in terrestrial carbon storage, in: *Recarbonization of the biosphere - Ecosystems and the global carbon cycle*. Edited by: Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B. U., and von Braun, J., Springer Verlag, Heidelberg, Germany: 59-82.
- Kahle, P., Baum, C., Boelcke, B., Kohl, J., Ulrich, R., 2010. Vertical distribution of soil properties under short-rotation forestry in Northern Germany. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173: 737-746.
- Kahle, P., Hildebrand, E., Baum, C., Boelcke, B., 2007. Long-term effects of short rotation forestry with willows and poplar on soil properties. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 53,6: 673-682.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. in A. Klute, ed. *Methods of Soil Analysis*, 2nd ed. Part I. ASA, Madison, Wisconsin, pp 425-442.
- Middleton, H.E., 1930. Properties of some soil which influence soil erosion. *USDA TECH. Bull*: 178.
- Nieder, R., Benbi, D. K., 2008. *Carbon and Nitrogen in the Terrestrial Environment*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany: 417 p.
- Özyuvacı, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki Toprak Su İlişkileri. İ.Ü.Yayın No. 2082, Orman Fak. Yayın No. 221, İstanbul.
- Polat, O., Polat, S., Akça, E. 2011. Küresel ısınmada ormanların karbon tutulumuna etkisi (Tarsus-Karabucak Örneği). I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı, s.627-637.
- Richter, D.D., Markewitz D., 1995. How deep is soil? *BioScience*, 45:600-609.
- Saviozzi, A., Minzi, R.L., Cardelli, R., Riffaldi, R., 2001. A comparison of soil quality in adjacent cultivated forest and native grassland soils. *Plant and Soil*, 233:251-259.
- Pluske, W., Murphy, D., Sheppard, J., 2013. Note on Total organic carbon; <http://soilquality.org.au/factsheets/organic-carbon>, Erişim Tarihi: 10.09.2013
- Walkley, A., Black. I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63:251-263.
- Wang, J., Xin, L., 2016. Effects of poplar plantations on the physical and chemical properties of soils: A case study in the North China plain. *Journal of Resources and Ecology*, 7(5): 352-359.
- Zar, H.J., 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey: 662 p.

Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi

Seyithan Seydoşoğlu^{a,*}

Özet: Bu araştırma, bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi amacıyla 2015 yılında yürütülmüştür. Çalışma, Diyarbakır ili Çermik ilçesi sınırları içerisinde yer alan, ortalama 950 metre yükseklikte ve %2-5 eğime sahip olan Artuk, Ağaçhan, Sarıbalta ve Örenkuru köyleri meralarında yapılmıştır. Araştırma sahasında, modifiye edilmiş tekerlekli lup (halka) metodu kullanılarak meranın bitki örtüsü özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanında bitkiyle kaplı alan, botanik kompozisyon, takson sayıları, meralara ait bazı toprak özellikleri, mera durumu ve sağlığı gibi özellikler incelenmiştir. Meralarda 11 familyaya ait 36 takson tespit edilmiştir. En fazla taksona sahip familyalar 13 takson ile Fabaceae, 7 takson ile Asteraceae ve 6 takson ile Poaceae olarak belirlenmiştir. Bitki ile kaplı alan değeri %64.25-82.25 arasında değişmiştir. Ayrıca botanik kompozisyondaki buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalara ait bitkiler sırasıyla %30.35-50.68, %16.73-32.09, 17.23-52.92 arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın yapıldığı tüm mera alanları “zayıf mera” ve bir mera hariç diğerleri “sağlıklı mera” olarak tespit edilmiştir. Tüm mera alanlarında ıslah çalışmasına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, bu meralarda sürdürülebilirliğin devam etmesi bakımından, otlatmanın planlanması, sonrasında başta gübreleme ve yabancı ot savaşımı olmak üzere bazı bakım ve ıslah işlemlerinin uygulamaya konulması ve uygulamaların da zaman zaman güncellenmesi gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar kelimeler: Takson, Bitki ile kaplı alan, Familya, Tekerlekli lup

Vegetation characteristics, rangeland status and health determination of some natural rangelands

Abstract: This research was carried out in 2015 in order to determine vegetation characteristics, rangelands status and health of some natural rangelands. Studied rangelands are located in Diyarbakır province Cermik subprovince with average 950 meters altitude and 2-5% slope in Artuk, Ağaçhan, Sarıbalta and Örenkuru villages. In the research area, the vegetation characteristics of the rangelands were examined by using modified wheeled loop method. In the study area, plant-covered area, botanical composition, taxa numbers, some soil properties of rangelands, rangeland status and health characteristics were examined. 36 taxa belonging to 11 families were determined in the rangelands. The families with the highest taxon were identified as Fabaceae with 13 taxa, Asteraceae with 7 taxa and Poaceae with 6 taxa. The share of the plant covered area ranged from 64.25-82.25%. In addition, proportion of wheat, legumes, other family plants in the botanical composition were between 30.35-50.68%, 16.73-32.09, 17.23-52.92% respectively. All studied rangelands were "weak" and except one, all were classified as healthy. It was concluded that all studied rangelands are in need of improvement. In order to maintain sustainability of these rangelands, it is necessary to establish a grazing plan, implement a rehabilitation processes, particularly fertilization and weed control, and update the application plans periodically.

Keywords: Taxa, Plant covered area, Family, Wheeled loop

1. Giriş

Çayır ve meralar üretim potansiyelleri, kaliteleri ve karlılıkları nedeniyle hayvancılığın vazgeçilmez yem kaynaklarıdır. Ülkemiz arazilerinin % 18.8'ini oluşturan çayır ve meralar, toplam olarak 14.6 milyon hektarlık geniş bir alanı kaplarlar. Çayır-meraların % 85'i yarı kurak bölgelerde yer almaktadır (Gökkuş ve Koç, 2001; Altın vd., 2011). Yarı-kurak bir bölge içerisinde yer alan Diyarbakır ilinin yüzölçümü 15.355.000 dekadır. Diyarbakır İli topraklarının 779.797 ha'ı tarım alanı, 230.092 ha'ı çayır ve mera, 265.365 ha'ı orman, 294.142 ha'ı da tarıma elverişsiz alandır (Anonim, 2017).

Çayır-meralar yenilebilir doğal kaynaklar olmakla birlikte, kullanım ilkelerine uyulmadığı takdirde kısa zamanda verimsiz ve çorak alanlar haline gelebilmektedir. Meraların büyük bir çoğunluğunun kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alması ve yağışın düşüklüğü ile birlikte otlatma planlarının olmaması veya uyulmaması gibi etmenler meralarda bitki örtüsünün bozulmasının en önemli sebeplerdendir (Holeček vd., 2004). Bu durumda bitki örtüsünün zamanla kaybolması sonucu bu alanlar hem erozyona açık hale gelmekte hem de bu meraların verimi oldukça azalmaktadır. Nitekim ülkemizdeki meraların kapasitelerinin yaklaşık 2-3 katının üzerinde bir yoğunlukta otlatılmaları ile verimliliklerinin azalmasına yol açmıştır (Koç vd., 1994).

✉ ^a Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye
@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): seyithanseydosoglu@siirt.edu.tr
✓ **Received** (Geliş tarihi): 21.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.12.2018



Citation (Atıf): Seydoşoğlu, S., 2018. Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 368-373.
DOI: [10.18182/tjf.486291](https://doi.org/10.18182/tjf.486291)

Bu araştırma, bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma; Diyarbakır ili Çermik ilçesine bağlı Artuk, Ağaçhan, Sarıbalta ve Örenkuyu köylerine tahsisli, 4 farklı doğal merada 15 Mayıs - 15 Haziran 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür (Şekil 1). İncelenen meralar; kuraklık indeksi, bakı ve rakım bakımından nispeten aynı homojen alanda yer almıştır (Avağ vd., 2012).

Çalışmanın yürütüldüğü mera alanlarına en yakın meteoroloji istasyonu olan Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü verilerine göre; Diyarbakır'da 2015 yılı toplam yağışı (477.2 mm) uzun yıllar ortalaması yıllık yağış toplamına (484.9 mm) yakın gerçekleşirken, 2015 yılı ortalama sıcaklığı (18.5 °C) uzun yıllar sıcaklık ortalaması (15.8 °C)'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Uzun yıllar ortalaması ve 2015 iklim verilerine göre; en soğuk ay Şubat, en sıcak ay ise Ağustos ayı olmuştur (Anonim, 2018).

Mera alanlarına ait toprak analiz sonuçları ve değerlendirmeleri (Çizelge 1) incelendiğinde; meralardaki topraklarının killi-tınlı sınıfına girdiği belirlenmiştir. Topraklardaki kireç miktarının %0.79-1.08 ile kireçsiz, organik madde miktarının %0.95-1.22 ile fakir ve tüm mera topraklarının tuzsuz olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sahasındaki topraklarının su ile doymuş topraktaki pH değerleri 7.32-7.48 ile Artuk ve Örenkuyu meralarda bazik iken, Ağaçhan ve Sarıbalta köylerinin su ile doymuş topraktaki pH değerleri 6.69-6.81 ile hafif asitli olduğu

belirlenmiştir. Mera topraklarının makro besin elementlerinden potasyum miktarı tüm köylerde yeterli bulunmuştur. Mera alanlarındaki fosfor miktarı Ağaçhan ve Örenkuyu meralarında yeterli iken, Artuk ve Sarıbalta köyleri meralarının ise yetersiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Araştırmada meralardaki bitki örtüsü özelliklerinin ölçümleri modifiye edilmiş tekerlekli lup (halka) metodu kullanılarak meralardaki hâkim bitkilerin çiçeklenme evresinde Koç ve Çakal (2004)'ın ifade ettiği şekilde belirlenmiştir (Şekil 2). Lup ölçümleri; her bir merada vejetasyon ve toprak açısından oldukça homojen olan bir blokta ve merkez olarak kabul edilen bir noktadan itibaren 4 ana yöneye doğru uzanan 20 m'lik 4 hat boyunca yapılmıştır. Her 20 m'lik hat üzerinde toplam 100 ve her blokta 400 olmak üzere lup ölçümü yapılmıştır. İncelenen meralarla ilgili olarak; bitki ile kaplı alan ve alana göre botanik kompozisyon Gökkuş vd. (2000) tarafından açıklanan yöntemlere göre yapılmıştır. Mera alanlarındaki bitki teşhisleri için; Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri kitabından yararlanılmıştır. Arazide teşhisi yapılamayan bitki türleri usulüne uygun olarak toplanmış ve herbaryumda teşhisleri yapılmıştır. Okuma neticesinde tespit edilen bitki türleri azalıcılar, çoğalıcılar ve istilacılar olmak üzere 3 sınıfa ayrılmışlardır. Tespit edilen bitkilerden azalıcıların tamamı ve çoğalıcıların ise %20'si dikkate alınarak çalışılan meralarda mera durumu sınıflaması yapılmıştır (Altın vd., 2011). Meraların durum ve sağlık sınıflamaları, Koç vd. (2003)'nin ifade edilen kriterlere göre yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Mera alanlarına ait toprakların bazı özellikleri (0-20 cm)*

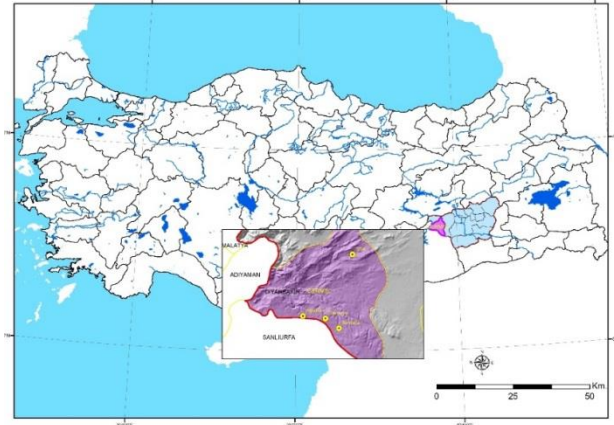
	Analiz adı	Sonuçlar	Değerlendirme
Artuk	Bünye sınıfı	56.1	Killi-tınlı
	EC(ds m ⁻¹)	0.717	Tuzsuz
	Su ile doymuş toprakta pH	7.48	Bazik
	Kireç (%)	1.01	Kireçsiz
	Organik madde (%)	0.95	Fakir
	Bitkiye yarıyışlı fosfor (kg/da)	3.15	Yetersiz
	Bitkiye yarıyışlı potasyum (kg/da)	65.72	Yeterli
Ağaçhan	Bünye sınıfı	54.4	Killi-tınlı
	EC(ds m ⁻¹)	0.587	Tuzsuz
	Su ile doymuş toprakta pH	6.69	Hafif asitli
	Kireç (%)	0.79	Kireçsiz
	Organik madde (%)	1.15	Fakir
	Bitkiye yarıyışlı fosfor (kg/da)	7.22	Yeterli
	Bitkiye yarıyışlı potasyum (kg/da)	28.13	Yeterli
Sarıbalta	Bünye sınıfı	57.6	Killi-tınlı
	EC(ds m ⁻¹)	0.797	Tuzsuz
	Su ile doymuş toprakta pH	6.81	Hafif asitli
	Kireç (%)	1.08	Kireçsiz
	Organik madde (%)	1.05	Fakir
	Bitkiye yarıyışlı fosfor (kg/da)	5.42	Yetersiz
	Bitkiye yarıyışlı potasyum (kg/da)	26.21	Yeterli
Örenkuyu	Bünye sınıfı	53.2	Killi-tınlı
	EC(ds m ⁻¹)	0.627	Tuzsuz
	Su ile doymuş toprakta pH	7.32	Bazik
	Kireç (%)	0.79	Kireçsiz
	Organik madde (%)	1.22	Fakir
	Bitkiye yarıyışlı fosfor (kg/da)	7.69	Yeterli
	Bitkiye yarıyışlı potasyum (kg/da)	24.33	Yeterli

*Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yapılmıştır.

Çizelge 2. Mera durum sınıfı ve sağlığı değerlendirilmesi

Mera durum sınıflaması		Mera sağlığı sınıflaması	
Hesaba katılan türlerin (%)	Durum sınıfı	Bitki ile kaplı alan (%)	Sağlık sınıfı
76-100	Çok İyi	>70	Sağlıklı
51-75	İyi	55-70	Riskli
26-50	Orta	55	Sorunlu
0-25	Zayıf		

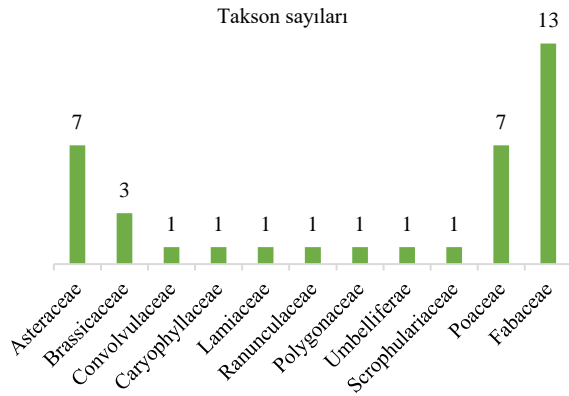
*Modifiye edilmiş tekerlekli halka yöntemi verilerine göre uyarlanmıştır.



Şekil 1. Mera alanlarına ait duraklar



Şekil 2. Çalışma alanından bir görüntü



Şekil 3. Takson sayılarına göre meralarda bulunan familyalar

3. Bulgular ve tartışma

Mera alanlarında bulunan bitkilere bakıldığında (Çizelge 3); 11 familyadan 24 cins ve 36 takson tespit edilmiştir. Bu 36 taksonun 6'sını buğdaygiller, 13'unu baklagiller, 17'sini ise diğer familyalara ait bitkiler oluşturmuştur. Meraların bitki örtüsünde en çok 13 takson ile Fabaceae familyasından bitkilere rastlanmıştır (Şekil 3). Mera alanlarında toplam 26 adet tek yıllık, 9 adet çok yıllık ve 1 adet iki yıllık bitki tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Gobelle ve Gure (2018) Borana meralarında yaptıkları çalışmada, 10 adet buğdaygil, 8 adet baklagil ve 35 adet diğer familya bitkileri olmak üzere toplam 53 türe rastlandıklarını bildirmişlerdir. Yine Uzun vd. (2016) Bartın ili meralarında yürüttükleri çalışmada, 18 adet buğdaygil, 31 tane baklagil ve 69 tane de diğer familya bitkileri belirlemişlerdir.

Mera alanlarında 2015 yılının 15 Mayıs -15 Haziran aylarında vejetasyon ölçümleri yapılmış olup, bitkiyle kaplı alan değerleri Çizelge 4'te belirtilmiştir. Bitkiyle kaplı alan değeri en yüksek %82.25 ile Artuk köyü merasında tespit edilirken, en düşük %64.25 ile Örenkuyu köyü merasında elde edilmiştir. Bitki ile kaplı alanda; buğdaygillerin oranı en yüksek Ağaçhan köyü merasından elde edilirken, en düşük %19.50 ile Örenkuyu köyü merasında saptanmıştır. Baklagillerin oranı %10.75-23.75 arasında değişim göstermiştir. Diğer familya bitkileri oranına bakıldığında ise; Artuk ve Örenkuyu köyleri meralarının değerleri birbirine yakın ve diğer mera alanlarından yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

Tüm mera alanlarının bitki ile kaplı alan ve alana göre buğdaygil, baklagil, diğer familya bitkilerinin bitki ile kaplı alan değerleri birbirinden farklıdır. Bu durum, mera alanlarının toprak özellikleri, köylere ait hayvan varlıklarının, hayvan cinslerinin, otlatma sistemlerinin ve mera alanlarının birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Bitkiyle kaplı alan ve alana göre botanik kompozisyon değerleri ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Eskişehir ili Karaören köyü merasında, bitki ile kaplı alan değeri %51.2, bitki ile kaplı alanda ortalama buğdaygillerin değeri %22.67, baklagillerin değeri %11.55, diğer familya bitkileri değeri ise %16.98 olarak tespit edilmiştir (Babalık ve Ercan, 2018). Isparta ili Çatoluk köyü merasında, bitki ile kaplı alan değeri %42.6, bitki ile kaplı alanda ortalama buğdaygillerin değeri %22.4, baklagillerin değeri %7.7, diğer familya bitkileri değeri ise %12.5 olarak belirlenmiştir (Dursun ve Babalık, 2018). Mardin ilinde yapılan bir çalışmada, ortalama bitki ile kaplı alan değeri %71.35 olarak tespit edilmiştir (Seydoşoğlu vd., 2018). İran bölgesinde yapılan çalışmada da, ortalama bitki ile kaplı alan değeri %44.1 olarak belirlenmiştir (Azarnivand vd., 2011). Elde edilen bulgular ile yukarıda belirtilen literatürdeki sonuçlar arasında benzerlik ve farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıkların nedeni olarak, yem bitkilerinin ekilişi, vejetasyon ölçme yöntemi (şerit, lup), vejetasyon dönemi (güz-yaz) ve en önemlisi de farklı ekolojik koşullar (nem, sıcaklık, yağış, vb.) gösterilebilir.

Mera alanlarındaki bitki türleri; buğdaygiller, baklagiller ve diğer familya bitkileri olmak üzere üç grupta toplanarak incelenmiş ve bitkiyle kaplı alana göre botanik kompozisyonundaki oranları belirlenmiştir (Çizelge 5). Bitki ile kaplı alana göre botanik kompozisyon değerleri

incelendiğinde; en yüksek buğdaygil değeri %50.68 ile Ağaçhan köyü merasında, en düşük buğdaygil değeri ise %30.35 ile Örenkuyu köyü merasında tespit edilmiştir. Aynı şekilde, en yüksek baklagil değeri Ağaçhan köyü merasında tespit edilirken, en düşük baklagil değeri ise Örenkuyu köyü merasında elde edilmiştir. Bitkiyle kaplı alana göre botanik kompozisyondaki diğer familya değerleri %17.23-52.92 arasında değişmiştir (Çizelge 5). Bitki ile kaplı alandaki miktara göre botanik kompozisyon (buğdaygil, baklagil ve diğer familya) değerleri tüm köylerde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu farklılıklar, köylere ait hayvan sayısı, cinsi ve toprak özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Babalık ve Ercan (2018)'ın Eskişehir ili Karaören köyü merasındaki çalışmalarında, botanik kompozisyonun yaklaşık %44'ünü buğdaygiller, %23'ünü baklagiller ve %33'ünü diğer familya bitkilerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Babalık ve Fakir (2017) Isparta ili Davraz Dağı Kozağacı Yaylası Kocapınar merasında, bitki örtüsünün botanik kompozisyonunda, toplam buğdaygil oranı otlatılan alanda %60.9, korunan alanda %58.7, baklagil oranı aynı sırayla %14.4 ve %18.0, diğer familyalara giren tür oranları ise %24.7 ve %23.3 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 3. Mera alanlarında bulunan türler

Familya	Tür	Ömrü	Etkisi	Familya	Tür	Ömrü	Etkisi
Brassicaceae	<i>Alyssum strigosum</i>	Tek Yıllık	İ	Poaceae	<i>Bromus tectorum</i>	Tek Yıllık	İ
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Tek Yıllık	İ	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Çok Yıllık	Ç
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i>	Tek Yıllık	İ
Scrophulariaceae	<i>Verbascum geminiflorum</i>	İki Yıllık	İ	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	Tek Yıllık	İ
Umbelliferae	<i>Torilis leptocarpa</i>	Çok Yıllık	İ	Poaceae	<i>Cornucopiae cucullatum</i>	Tek Yıllık	İ
Convolvulaceae	<i>Convolvulus betonicifolius</i>	Çok Yıllık	İ	Poaceae	<i>Poa bulbosa</i>	Çok Yıllık	Ç
Caryophyllaceae	<i>Vaccaria pyramidata</i>	Tek Yıllık	İ	Poaceae	<i>Bromus rubens</i>	Tek Yıllık	İ
Lamiaceae	<i>Ziziphora capitata</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium fragiferum</i>	Çok Yıllık	A
Ranunculaceae	<i>Ranunculus arvensis</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i>	Tek Yıllık	İ
Polygonaceae	<i>Rumex patientia</i>	Çok Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium hirtum</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Centaurea iberica</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium pilulare</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Gundelia tournefortii</i>	Çok Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium scabrum</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Anthemis wiedemanniana</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium globosum</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Crepis foetida</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Medicago rigidula</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Tripleurospermum parviflorum</i>	Çok Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium nigrescens</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium bullatum</i>	Tek Yıllık	İ
Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i>	Tek Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium pauciflorum</i>	Tek Yıllık	İ
Fabaceae	<i>Astragalus plumosus</i>	Çok Yıllık	İ	Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i>	Tek Yıllık	İ

İ: istilacı A: azahıcı Ç: çoğalıcı

Çizelge 4. Mera alanlarına ait bitki ile kaplı alan değerleri

	Familyalar	Bitki ile kaplı alan (%)	Toplam (%)
Artuk köyü	Buğdaygiller	31.75	82.25
	Baklagiller	15.50	
	Diğer familyalar	35.00	
	Boş alan	17.75	
	Toplam (%)	100.00	
Ağaçhan köyü	Buğdaygiller	37.50	74.00
	Baklagiller	23.75	
	Diğer familyalar	12.75	
	Boş alan	26.00	
	Toplam	100.00	
Sarıbalta köyü	Buğdaygiller	32.50	72.00
	Baklagiller	17.50	
	Diğer familyalar	22.00	
	Boş alan	28.00	
	Toplam	100.00	
Örenkuyu köyü	Buğdaygiller	19.50	64.25
	Baklagiller	10.75	
	Diğer familyalar	34.00	
	Boş alan	35.75	
	Toplam	100.00	

Çizelge 5. Bitki ile kaplı alan miktarına göre botanik kompozisyon

Familyalar	Botanik kompozisyon (%)			
	Artuk köyü	Ağaçhan köyü	Sarıbalta köyü	Örenkuyu köyü
Buğdaygiller	38.61	50.68	45.14	30.35
Baklagiller	18.84	32.09	24.30	16.73
Diğer familyalar	42.55	17.23	30.56	52.92
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00

Dursun ve Babalık (2018) Isparta ili Çatoluk köyü merasında, alanın botanik kompozisyonunu buğdaygiller %52.44, baklagiller %18.04 ve diğer familya bitkileri %29.52 olarak tespit etmişlerdir. Karakuş ve Devceci (2018)'nin Anadolu'nun Alp dağlarında yaptığı çalışmada, mera alanının botanik kompozisyonundaki buğdaygillerin değeri %31.61, baklagillerin değeri %18.65, diğer familya bitkileri değeri %49.74 olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile yukarıdaki araştırmacıların bulguları arasında benzerlik ve farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların oluşmasında, iklim özellikleri ve farklı topografik faktörler başta olmak üzere aşırı otlatmanın da etkili olduğu söylenebilir.

Bitki ile kaplı alana göre mera sağlığı sonuçları incelendiğinde (Çizelge 6); Artuk, Ağaçhan ve Sarıbalta köylerine ait meralar "sağlıklı mera" iken, Örenkuyu köyü merası "riskli mera" olarak bulunmuştur. Mera durumu bakımından incelendiğinde ise, tüm meralar "zayıf mera" sınıfına dahil olmuştur. Çınar vd. (2014)'nin Hatay ilinde, Seydoşoğlu vd. (2018)'nin Mardin ilinde yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Türkiye'nin Güneydoğu Bölgesinde yer alan Diyarbakır ili Çermik ilçesi sınırları içerisinde yer alan Artuk, Ağaçhan, Sarıbalta ve Örenkuyu köyleri doğal meralarında yapılan araştırmada, genel toprak özellikleriyle birlikte, vejetasyon, bitkiyle kaplı alan, botanik kompozisyon, mera durumu ve mera sağlığı gibi özellikler incelenmiş ve bunlarla ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Mera alanlarındaki toprak yapısının bünyeleri killi-tınlı, tuzsuz, 2 mera alanı bazık iken diğer 2 meranı hafif asidik, kireçsiz, organik madde bakımından yetersiz, bitkiye yarayırlı fosfor miktarı 2 mera alanında yeterli iken diğer 2 mera alanında yetersiz, bitkiye yarayırlı potasyum miktarı tüm mera alanlarında yeterli bulunmuştur. Mera alanlarda bulunan bitki türlerinden 9 tanesi çok yıllık, 1 tanesi iki yıllık, 26 tanesi de tek yıllık bitki olarak tespit edilmiştir. Mera alanlarının ortalama bitki ile kaplı alan değeri %73.13, bitki ile kaplı alandaki ortalama buğdaygillerin, baklagillerin, diğer familya bitkilerinin oranları sırasıyla %30.31, %16.88, %25.94 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sahasının botanik kompozisyonundaki buğdaygillerin ortalama değeri %41.20, baklagillerin %22.99, diğer familya bitkileri ise %35.81 olarak elde edilmiştir. Mera durumu bakımından tüm meraların zayıf mera, mera sağlığı yönünden ise 3 mera alanı sağlıklı mera diğeri ise riskli mera olarak bulunmuştur.

Tüm mera alanlarında ıslah çalışmasına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bu meralarda sürdürülebilirliğin devam etmesi bakımından, ilk olarak otlatmanın planlaması, sonrasında başta gübreleme ve yabancı ot savaşımı olmak üzere bazı bakım ve ıslah işlemlerinin uygulamaya konulması ve ayrıca uygulamaların da zaman zaman yenilenmesi gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 6. Mera sağlığı ve durumu

Köyler	Bitki ile kaplı alan (%)	Mera sağlığı	Mera durumu
Artuk	82.25	Sağlıklı	Zayıf
Ağaçhan	74.00	Sağlıklı	Zayıf
Sarıbalta	72.00	Sağlıklı	Zayıf
Örenkuyu	64.25	Riskli	Zayıf

Açıklama

Bu çalışma Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (BÜGEM) tarafından desteklenen "Mera Varlığı ve Mera Durum Sınıflarının Belirlenmesi" adlı proje kapsamında yapılmıştır.

Kaynaklar

- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011. Çayır ve mera yönetimi (Genel ilkeler). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, Cilt (1): 64-65.
- Anonim, 2017. Diyarbakır ili 2017 yılı çevre durum raporu. http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/d-yarbak-r_cdr2017-20180711164325.pdf. Erişim: 20.11.2018.
- Anonim, 2018. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Diyarbakır İli İklim Verileri. <http://www.diyarbakir.mgm.gov.tr>, Erişim:15.11.2018.
- Avağ, A., Mermer, A., Yıldız, H., Ünal, E., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Aydoğmuş, O., Torunlar, H., Tuğaç, M.G., Ünal, S., Mutlu, Z., Özaydın, K.A., Özgöz, M.M., Aksakal, E., Kara, A., Uzun, M., Çakal, Ş., Yıldırım, T., Aksoyak, Ş., Tezel, M., Aygün, C., Kara, İ., Erdoğdu, İ., Sever, L., Atalay, A., Yavuz, T., Avcı, M., Çınar, S., İnal, İ., Yücel, C., Cebel, H., Keçeci, M., Başkan, O., Depel, G., Palta, Ç., Çarkacı, A., Karadavut, U., Şimşek, U., Sürmen, M., Odabaşı, G., Gül, D., Koç, A., Erkovan, H.İ., Güllapoğlu, K., Kendir, H., Şahin, N., 2012. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu 106G017 nolu Ulusal Mera Kullanımı ve Yönetim Projesi Sonuç Raporu, Ankara.
- Azarnivand, H., Farajollahi, A., Bandak, E., Pouzesh, H., 2011. Assessment of the effects of overgrazing on the soil physical characteristic and vegetation cover changes in rangelands of Hosainabad in Kurdistan province, Iran. *Journal of Rangeland Science*, (1): 2 95-102.
- Babalık, A.A., Fakir, H., 2017. Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar Merası örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3): 207-211.
- Babalık, A.A., Ercan, A., 2018. Eskişehir ili Karaören köyü merasının vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3): 246-251.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C., Avağ, A., 2014. Hatay ili Kırkhan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2): 52-60.
- Dursun, İ., Babalık, A.A., 2018. Isparta ili Çatoluk ormanlığı merasının vejetasyon yapısının belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3): 233-239.
- Gobelle, S.K., Gure, A., 2018. Effects of bush encroachment on plant composition, diversity and carbon stock in Borana rangelands, Southern Ethiopia. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 10(5): 230-245.
- Gökkuş, A., Koç, A., 2001. Mera ve Çayır Yönetimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları: 228, Erzurum.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B., 2000. Çayır-Mera Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 142, Erzurum.

- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C. H., 2004. Range Management: Principles and Practices. Prentice Hall, New Jersey.
- Karakuş, Y.S., Deveci, M., 2018. Investigating vegetation of mowed and grazed areas in Tamdere village alpine pastures in Turkey. *Journal of Rangeland Science*, 1(3): 211-226.
- Koç, A., Gökkuş, A., Serin, Y., 1994. Türkiye çayır meralarının durumu ve erozyon yönünden önemi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 13: 36-41.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M., 2003. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır, s.36-42.
- Koç, A., Çakal, Ş., 2004. Comparison of some rangeland canopy coverage methods. *International Soil Congress Natural Resource Management for Sustainable Development*, 7-10 June, Erzurum, s.41-45.
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Sevilmiş, U., 2018. Basic vegetation characteristics of village pastures connected to Mardin province and its provinces. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(4): 406-413.
- Uzun, F., Alay, F., İspirli, K., 2016. Bartın ili meralarının bazı özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, (3): 174-183.

Kuruca yaylası merasının (Antalya-Kaş) vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma

Ahmet Alper Babalık^{a,*}, Bedriye Gizem Sönmeyen^b

Özet: Bu araştırma, Antalya ili Kaş ilçesi sınırları içerisinde yer alan, Kuruca yaylası merasında 2017 yılı vejetasyon döneminde bitki kompozisyonu tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Mera alanında vejetasyonu oluşturan bitkilerin; tür adı, ömür uzunluğu, element bölgesi, endemiklik türü, kalite derecesi gibi özellikleri araştırılmıştır. Mera vejetasyonunu oluşturan bitki türlerinin tespiti için vejetasyon periyodu göz önünde bulundurularak bitki örnekleri toplanıp kurutulmuştur. Bitki örneklerinin teşhis çalışmaları Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu'nda yürütülmüştür. Çalışma sahasının vejetasyon yapısı incelenmiş ve mera alanında 26 familyaya ait 88 adet bitki taksonu tespit edilmiştir. En çok taksona sahip familyalar 12 takson ile Fabaceae, 10 takson ile Brassicaceae ve 8 takson ile Asteraceae olarak belirlenmiştir. Mera alanının botanik kompozisyonunun %47.4'ünü buğdaygiller, %21.0'ini baklagiller ve %31.6'sını ise diğer familyalar oluşturmaktadır. Mera alanında tespit edilen 88 bitki taksonunun %43'ü tek yıllık; %3'ü iki yıllık ve %54'ü çok yıllık bitkilerden meydana gelmektedir. Ayrıca mera alanındaki taksonlardan; 30'u Doğu Akdeniz, 7'si Akdeniz, 7'si İran-Turan, 2'si Avrupa-Sibirya elementi olarak, 7'si bölgesi bilinmeyen ve 35'i ise çok bölgesi olarak kaydedilmiştir. Çalışma alanında saptanan türlerden 18 tanesi endemiktir. Bu durum mera alanının zengin bir floraya sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Mera, Botanik kompozisyon, Bitki ile kaplı alan, Endemiklik

A research on vegetation structure of Kuruca highland pasture (Antalya-Kaş)

Abstract: This research was carried out in order to determine the plant composition in the Kuruca highland pasture which is located in Kaş district of Antalya Province during the 2017 vegetation period. The characteristics of plants which occur vegetation in pasture area was investigated such as; species name, life span, phytogeographical regions, endemism, quality degree. Plant samples were collected and dried in consideration of the vegetation period in order to determine the plant of species. Identified studies of plant samples were carried out at Herbarium of Faculty of Forestry (Isparta University of Applied Sciences). The vegetation structure of the study area was investigated and 88 taxa belonging to 26 families were detected. The most taxa were determined in Fabaceae (12 taxa), Brassicaceae (10 taxa) and Asteraceae (8 taxa) respectively. The botanical composition of the pasture area consists of 47.4% Poaceae, 21.0 % Fabaceae, and 31.6% other families. Among the 88 plant taxa, 43% of annual plants; 3% of biennial plants; and 54% of them were perennial plants. Moreover, the taxa in the pasture area, 30 species of them were recorded as the element of the East Mediterranean Region; 7 taxa were recorded as the element of the Mediterranean Region; 7 of it, as the element of Irano-Turanian Region; 2 Euro-Siberian Region; 7 belonging to an unknown region and 35 of it multi regional. In addition, 18 of the species are endemic in the research area. This condition shows that the pasture area has got a rich flora.

Keywords: Pasture, Botanical composition, Plant covered area, Endemism

1. Giriş

Meralar, ülkemizde ve dünyada hayvanların beslenmesinde ihtiyaç duyulan kaba yemin sağlandığı en önemli doğal yem kaynakları durumundadır. Bununla birlikte bitki tür çeşitliliği bakımından da en zengin bitki formasyonlarından birini oluşturmaktadır. Türkiye, gerek topoğrafik yapısı ve gerekse farklı iklim özelliklerinden dolayı bitki tür çeşitliliği bakımından dünyanın en zengin ülkeleri arasında yer almaktadır. Doğal olarak yetişen 12.000'den fazla bitki taksonu ülkemizde bulunmakta (Güner vd., 2012) olup, bu bitki çeşitliliğinin kaynağı durumunda olan mera alanlarındaki bitkiler ise flora zenginliğimizin bir göstergesi durumundadır (Sayar vd., 2010; Cevheri, 2011).

Ülkemizde 14.6 milyon hektar yer kaplayan (TÜİK, 2018) meraların, aşırı ve eken otlatma gibi yanlış kullanımlar sonucunda büyük çoğunluğu bitki örtülerini kaybetmiş, verim güçleri ve ot kaliteleri düşmüştür. Doğal meralarımızın bugün içinde bulunduğu durum sadece hayvanların yem ihtiyacını karşılayamamasına değil, aynı zamanda en önemli doğal kaynaklarımızdan olan toprak ve su kaynaklarının da tahrip olmasına yol açmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi için bozuk durumdaki meralarımızın vakit geçirilmeden ıslah edilerek yeniden kaliteli ve istenilen miktarda yem üretir duruma getirilmeleri gerekmektedir. Bununla birlikte ıslah işlemlerinde başarılı olabilmek için, ıslah edilecek materyali iyi tanımak gerekmektedir. Bunun için de değişik ekolojik bölgelerde bulunan meralarımızın vejetasyon özelliklerinin çok iyi

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): alperbabalik@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.12.2018



Citation (Atıf): Babalık, A.A., Sönmeyen, B.G., 2018. Kuruca yaylası merasının (Antalya-Kaş) vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 374-379. DOI: [10.18182/tjf.486594](https://doi.org/10.18182/tjf.486594)

bilinmesi gerekmektedir. Zira vejetasyon yapısı belirlenmeden herhangi bir ıslah yöntemini uygulamak mümkün değildir. Bu nedenle, mera alanlarında ıslah çalışmalarına başlamadan önce vejetasyon yapısının çok iyi bilinmesi; özellikle toprak, topografya ve bitki örtüsü yönünden değişiklik gösteren farklı mera alanlarının bitki tür çeşitliliğinin, botanik kompozisyonunun ve verim durumlarının tam olarak ortaya konularak buralara özel ıslah işlemlerinin uygulanması önem taşımaktadır (Yavuz vd., 2012; Çınar vd., 2014; Alay vd., 2016).

Ülkemiz meralarında olduğu gibi, Antalya meralarının kullanımında da herhangi bir amenajman ilkesine uyulmamaktadır. Kontrolsüz, erken ve yoğun otlatma bu alanların bozulmasına sebep olurken, mevcut meraların durumlarının tespiti ve uygulanabilecek ıslah yöntemlerinin belirlenmesi konusunda da yapılmış ciddi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada Antalya ili, Kaş ilçesi, Kuruca yaylası merasında; vejetasyon özellikleri (meradaki bitki taksonları, ömür uzunlukları, element bölgeleri, endemiklik durumları, kalite dereceleri, etki grupları, bitki ile kaplı alan, botanik kompozisyon vb.) incelenerek mevcut durum ortaya konulmaya çalışılmış, benzer ekolojik özelliklere sahip bölgelerimizde bulunan meraların ıslahında temel oluşturacak bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma alanı Antalya ili Kaş ilçesi sınırları içerisinde yer alan 1810 metre ortalama yükseltiye ve 290 hektar alana sahip olan Yayla Çavdır Köyü Kuruca Yaylası merasıdır. Antalya il merkezine 187 km, Kaş ilçesine 47 km, Yayla Çavdır Köyüne ise 6 km mesafede bulunmaktadır. Çalışma alanının (Şekil 1) koordinatları 36°27'48.68" K, 29°34'51.88"D olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı Davis (1965-1985)'in kareleme sistemine göre 36° 27' kuzey enlemleri ile 29° 34' doğu boylamları arasında bulunan C2 karesi içerisinde yer almaktadır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllar (1981-2015) ortalamasına ait aylık yağış toplamı (mm), ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama nisbi nem (%) değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre araştırmanın yürütüldüğü yıldaki toplam yağış miktarı 630.4 mm ile uzun yıllar ortalaması yağış toplamından daha düşük olurken, araştırmanın yürütüldüğü yıl ile uzun yıllar ortalamasına ait sıcaklık değerleri (20.0°C) aynı bulunmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü yıldaki nisbi nem değeri ise %59.4 ile uzun yıllar ortalamasından daha yüksek çıkmıştır (MGM, 2018).



Şekil 1. Çalışma alanından bir görünüm

Çalışma 2017 yılı vejetasyon dönemi içerisinde yürütülmüş olup, araştırmada bitki ile kaplı alan değerini belirlemek için Godinez-Alvarez vd. (2009) ile Palta ve Genç Lermi (2018) tarafından da tercih edilen transekt yöntemi kullanılmıştır. Botanik kompozisyonu belirlemek amacıyla vejetasyon çalışmalarında bitkilerin dip kaplama alanları dikkate alınarak yine transekt metodundan yararlanılmıştır (Floyd ve Anderson, 1987). Vejetasyon ölçümleri 2017 yılı haziran (yaz) ve eylül (güz) dönemlerinde yapılmıştır.

Çalışma alanından bitkiler toplanırken yapraklarının tam, çiçeklerinin açmış ve zarar görmemiş, meyvelerinin ve tohumlarının olgunlaşmış olmasına dikkat edilmiştir. Bitki örnekleri, familyalara uygun tekniğe göre toplanmaya çalışılmıştır. Tek yıllık otsu bitkiler ile soğanlı veya yumrulu bitkilere zarar verilmeden çapa aracılığıyla topraktan sökülmüştür. Çok yıllık otsu bitkiler de kökleri ile birlikte topraktan alınmıştır. Meranın vejetasyon yapısını oluşturan bitki türlerinin teşhisi için araziden toplanan bitki örneklerinde kök, gövde, çiçek ve meyve bulunması en çok istenen durumdur. Bitki üzerinde aynı anda çiçek ve meyve bulunmayabilir. Böyle bir durumda çiçekli ve meyveli örnekler ayrı ayrı toplanması gerekmektedir (Uma, 2010). Meradan toplanan bitkilerin teşhisleri "Flora of Turkey" isimli eserden yararlanılarak yapılmıştır (Yurdakulol vd., 2005). Bitki örneklerinin teşhisleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu'nda yapılmıştır. Bu çalışmada sistematik dizin, alfabetik yöntemine uygun olarak oluşturulmuş olup, sistematik dizin oluşturulurken bitki taksonlarının familya, cins, tür ve tür altı kategorilerinin tanımlamalarında Davis (1965-1985) ve Tanker vd. (2007) gibi çeşitli araştırmacılar ve kaynaklardan yararlanılmıştır.

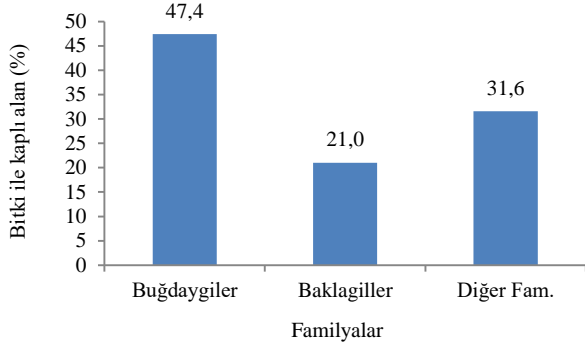
Çizelge 1. Çalışma alanının 2017 yılı ve uzun yıllar ortalamasına (UYO) ait bazı iklim verileri

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam /Ortalama
Aylık ortalama sıcaklık (°C)													
2017	10.6	12.6	14.5	17.1	21.1	25.8	29.6	28.5	26.3	21.8	17.0	14.8	20.0
UYO	12.6	12.7	14.4	17.4	21.2	25.3	28.2	28.6	26.1	21.9	17.7	14.1	20.0
Aylık toplam yağış (mm)													
2017	153.7	43.2	126.7	48.5	3.9	0.2	0.0	0.0	0.0	90.7	94.0	69.5	630.4
UYO	182.6	127.5	85.0	37.0	17.0	7.5	2.7	2.4	21.3	69.8	107.5	178.8	839.1
Aylık ortalama nisbi nem (%)													
2017	59.9	62.1	63.1	60.5	62.9	56.9	51.7	63.5	55.9	54.4	59.3	63.5	59.4
UYO	57.0	56.6	56.2	57.2	58.6	55.0	53.9	54.7	51.9	57.2	55.1	57.0	55.5

3. Bulgular ve tartışma

Çalışmada mera alanında ortalama bitki ile kaplı alan %28.4 olarak belirlenmiştir. Bu değer yaz ölçümlerinde %31.6 olarak belirlenirken, güz ölçümlerinde biraz azalarak %25.2 olarak bulunmuştur.

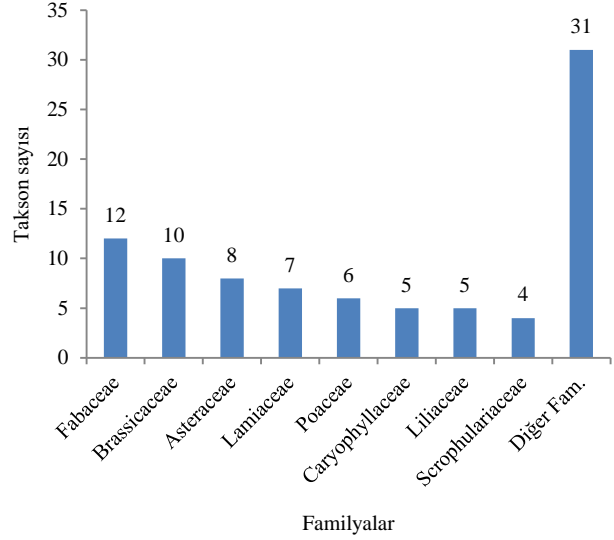
Mera alanının bitki ile kaplı alan değerlerine göre belirlenen botanik kompozisyonunun buğdaygiller %47.4, baklagiller %21.0 ve diğer familyalar ise %31.6'sını oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Mera alanının botanik kompozisyonu

Floristik kompozisyon çalışması sonucu tespit edilen taksonlara ilişkin bitki familyası, kalite derecesi, ömür uzunluğu, element bölgesi, endemiklik durumu ve etki grubu gibi özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırma sahasında 26 familyadan 74 cins olmak üzere toplam 88 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bunların 6'sını buğdaygiller, 12'sini baklagiller, 70'ini ise diğer familyalardan bitkiler oluşturmaktadır (Çizelge 2).

En çok taksona sahip familyalar 12 takson ile Fabaceae, 10 takson ile Brassicaceae ve 8 takson ile Asteraceae olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Familyalara göre bitki taksonlarının dağılımı

Çizelge 2. Kuruca yaylası merasında bulunan bitki taksonlarının bazı özellikleri

Familyalara göre bitki taksonları	Kalite derecesi	Ömür uzunluğu	Element bölgesi	Endemiklik	Etki grubu
AMARYLLIDACEAE					
<i>Galanthus elwesii</i> Hooker Fill.	0	Çy.	D.Akd.	-	İs.
<i>Sternbergia clusiana</i> (Ker- Gawl.) Ker- Gawl. ex Sprengel	0	Çy.	İr.-Tur.	-	İs.
ASTERACEAE					
<i>Anthemis rosea</i> Sm. subsp. <i>carnea</i> (Boiss.) Grierson	2	Ty.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Bellis perennis</i> L.	3	Çy.	Av.-Sib.	-	İs.
<i>Centaurea reuterana</i> Boiss. var. <i>reuterana</i>	1	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris.) Vis.	1	Ty.	Akd.	-	İs.
<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.	1	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Onopordum boisseri</i> Feyn. & Sint. Ex Freyn	0	İy.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Rhagadiolus stellatus</i> (L.) Gaertner. var. <i>stellatus</i>	1	Ty.	Akd.	-	İs.
<i>Xeranthemum annuum</i> L.	1	Ty.	İr.-Tur.	-	İs.
BERBERIDACEAE					
<i>Berberis crataegina</i> DC.	4	Çy.	İr.-Tur.	-	İs.
BORAGINACEAE					
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) Johnston	0	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Cynoglossum montanum</i> L.	0	İy.	Av.-Sib.	-	İs.
<i>Neotostema apulum</i> (L.) Johnston	0	Ty.	Akd.	-	İs.
<i>Rochelia disperma</i> Grauer var. <i>disperma</i>	0	Ty.	ÇB.	-	İs.
BRASSICACEAE					
<i>Aethionema cordatum</i> (Desf.) Boiss.	0	Çy.	İr.-Tur.	-	İs.
<i>Alyssum minus</i> (L.) Rothm. var. <i>minus</i>	1	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Arabis deflexa</i> Boiss.	1	Çy.	D.Akd.	-	İs.
<i>Aubrieta canescens</i> (Boiss.) Bornm. subsp. <i>canescens</i>	3	Çy.	BB.	End.	Ço.
<i>Aubrieta deltoidea</i> (L.) DC.	3	Çy.	ÇB.	-	Ço.
<i>Camelina microcarpa</i> Andrz.	0	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Camelina rumelica</i> Vel.	0	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0	İy.	ÇB.	-	İs.
<i>Cardamine uliginosa</i> Bieb.	1	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Lepidium spinosum</i> Ard.	0	Ty.	ÇB.	-	İs.
CAMPANULACEAE					
<i>Campanula lyrata</i> Lam. subsp. <i>lyrata</i>	1	Çy.	ÇB.	End.	İs.

Çizelge 2. (Devamı)

Familyalara göre bitki taksonları	Kalite puanı	Ömür uzunluğu	Element bölgesi	Endemiklik	Etki grubu
CARYOPHYLLACEAE					
<i>Cerastium dichotomum</i> L. subsp. <i>dichotomum</i>	2	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Dianthus crinitus</i> Sm. var. <i>crinitus</i>	2	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Saponaria calabrica</i> Guss.	0	Ty.	Akd.	-	İs.
<i>Silene cariensis</i> Boiss.	1	Ty.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Silene cryptoneura</i> Stapf.	1	Ty.	BB.	End.	İs.
CISTACEAE					
<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Miller	1	Ty.	ÇB.	-	İs.
CONVOLVULACEAE					
<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	2	Çy.	ÇB.	-	İs.
ERICACEAE					
<i>Erica bocquetii</i> (PEŞMEN) P.F Stevens	1	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
EUPHORBIACEAE					
<i>Andrachne telephioides</i> L.	-1	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Euphorbia kotschyana</i> Fenzl.	-1	Çy.	D.Akd.	-	İs.
FABACEAE					
<i>Astragalus angustifolius</i> Lam. subsp. <i>angustifolius</i> Lam. var. <i>violaceus</i> Boiss.	1	Çy.	BB.	-	İs.
<i>Astragalus depressus</i> L. var. <i>depressus</i>	1	Çy.	BB.	-	İs.
<i>Astragalus hamosus</i> L.	2	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Lathyrus digitatus</i> (M. Bieb.) Fiori	5	Çy.	ÇB.	-	Ço.
<i>Lathyrus setifolius</i> L.	4	Ty.	D.Akd.	-	Ço.
<i>Medicago minima</i> (L.) Bart. var. <i>minima</i>	8	Çy.	D.Akd.	-	Ço.
<i>Trifolium arvense</i> L. var. <i>arvense</i>	4	Ty.	ÇB.	-	Ço.
<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	8	Çy.	ÇB.	-	Az.
<i>Trifolium speciosum</i> Willd.	4	Ty.	BB.	-	Ço.
<i>Trigonella carica</i> Hub.-Mor.	3	Ty.	D.Akd.	End.	Ço.
<i>Trigonella crassipes</i> Boiss.	2	Ty.	İr.-Tur.	-	Ço.
<i>Vicia palaestina</i> Boiss.	5	Ty.	D.Akd.	-	Ço.
GERANIACEAE					
<i>Geranium pusillum</i> Burm.	1	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Geranium tuberosum</i> L. subsp. <i>tuberosum</i>	1	Çy.	D.Akd.	-	İs.
HYPERICACEAE					
<i>Hypericum empetrifolium</i> Willd.	-1	Çy.	D.Akd.	-	İs.
IRIDACEAE					
<i>Crocus danfordiae</i> Maw.	0	Çy.	BB.	End.	İs.
<i>Crocus pallasii</i> Goldb. subsp. <i>pallasii</i>	0	Çy.	ÇB.	-	İs.
LAMIACEAE					
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber. subsp. <i>chia</i> (Schreber) Arcangeli var. <i>chia</i>	2	Çy.	D.Akd.	-	İs.
<i>Lamium caricense</i> R. Mill	1	Çy.	D.Akd.	-	İs.
<i>Lamium garganicum</i> L. subsp. <i>reniforme</i> (MONTbret & Aucher ex Benth) R. Mill	1	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Nepeta nuda</i> L. subsp. <i>albiflora</i> (Boiss.) Gams.	1	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Phlomis bourgaei</i> Boiss.	1	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Scutellaria orientalis</i> L. subsp. <i>pinnatifida</i> Edmondson	3	Çy.	ÇB.	-	Ço.
<i>Ziziphora tenuior</i> L.	0	Ty.	İr.-Tur.	-	İs.
LILIACEAE					
<i>Colchicum boissieri</i> Orph.	0	Çy.	D.Akd.	-	İs.
<i>Fritillaria carica</i> Rix. subsp. <i>carica</i>	0	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Gagea granatellii</i> (Parl) Parl	0	Çy.	Akd.	-	İs.
<i>Muscari muscarimi</i> Medikus	0	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i> L.	0	Çy.	ÇB.	-	İs.
PAPAVERACEAE					
<i>Glaucium leiocarpum</i> Boiss.	0	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Corydalis wendelboi</i> Liden subsp. <i>wendelboi</i>	0	Çy.	BB.	End.	İs.
PRIMULACEAE					
<i>Androsace maxima</i> L.	0	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Cyclamen trochopteranthum</i> O. Schwarz.	1	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
POACEAE					
<i>Bromus tectorum</i> L. subsp. <i>tectorum</i>	1	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	2	Ty.	Akd.	-	İs.
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arc. var. <i>leporinum</i>	2	Ty.	ÇB.	-	İs.
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin var. <i>rottbollioides</i> Heldr. Ex. Boiss.	5	Ty.	ÇB.	-	Ço.
<i>Phleum subulatum</i> (Savi) Aschers. & Graebn subsp. <i>ciliatum</i> (Boiss.) C. J. Humphries	3	Ty.	D.Akd.	-	Ço.
<i>Poa angustifolia</i> L.	5	Çy.	ÇB.	-	Ço.
RANUNCULACEAE					
<i>Anemone blanda</i> Schott & Kotschy	0	Çy.	ÇB.	-	İs.
<i>Ranunculus damascenus</i> Boiss. & Gaill.	-1	Çy.	İr.-Tur.	-	İs.
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	-1	Ty.	ÇB.	-	İs.

Çizelge 2. (Devamı)

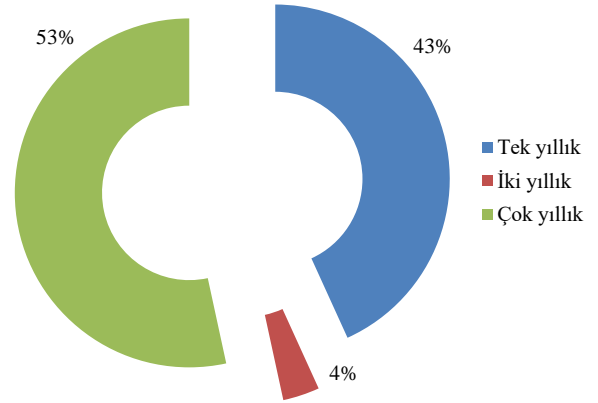
Famillalara göre bitki taksonları	Kalite puanı	Ömür uzunluğu	Element bölgesi	Endemiklik	Etki grubu
ROSACEAE					
<i>Crataegus aronia</i> (L.) Bosc. Ex DC. var. <i>aronia</i> (L.) Bosc. Ex DC.	3	Çy.	D.Akd.	End.	Ço.
<i>Potentilla recta</i> L.	1	Çy.	ÇB.	-	İs.
RUBIACEAE					
<i>Asperula arvensis</i> L.	1	Ty.	Akd.	-	İs.
<i>Galium peplidifolium</i> Boiss.	2	Ty.	D.Akd.	-	İs.
SCROPHULARIACEAE					
<i>Linaria chalapensis</i> (L.) Miller. var. <i>chalapensis</i> (L.) Miller	0	Ty.	D.Akd.	-	İs.
<i>Verbascum levanticum</i> I.K. Ferguson	0	Çy.	D.Akd.	-	İs.
<i>Veronica cuneifolia</i> D. Don. subsp. <i>isaurica</i> P. H. Davis	0	Çy.	D.Akd.	End.	İs.
<i>Veronica lycica</i> E. Lehm.	0	Ty.	D.Akd.	End.	İs.
VALERIANACEAE					
<i>Valerianella orientalis</i> Boiss. & Balansa	0	Ty.	D.Akd.	-	İs.
VIOLACEAE					
<i>Viola heldreichiana</i> Boiss.	1	Ty.	D.Akd.	-	İs.

Av.-Sib. : (Avrupa Sibiryası Elementi) BB. : (Bölgesi Bilinmeyen) Az. : (Azalıcı) Ty. : (Tek Yıllık)
 İr.-Tur. : (İran Turan Elementi) ÇB. : (Çok Bölgeli) Ço. : (Çoğalıcı) İy. : (İki Yıllık)
 D.Akd. : (Doğu Akdeniz Elementi) End. : (Endemik) İs. : (İstilacı) Çy. : (Çok Yıllık)

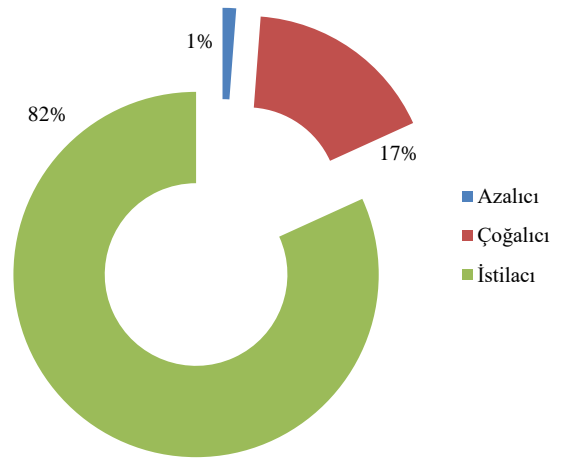
Mera alanında tespit edilen bitkilerden 38'i tek yıllık, 3'ü iki yıllık ve 47'si de çok yıllıktır (Şekil 4). Bununla birlikte toplam 88 bitki taksonundan 1 tanesi azalıcı tür, 15 tanesi çoğalıcı tür olarak belirlenirken, 72 tanesi de istilacı tür olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).

Bitki taksonlarından 37'si Akdeniz bölgesi elementi, 7'si İran-Turan bölgesi elementi, 2'si Avrupa-Sibiryası bölgesi elementi, 42'si de çok bölgeli veya bölgesi bilinmeyen bitki taksonu olarak kaydedilmiştir (Şekil 6). Ayrıca bitki taksonlarından 18'i endemiktir (Çizelge 2).

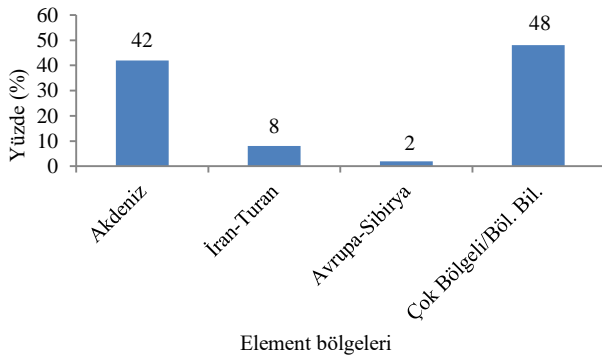
Botanik kompozisyon bakımından Mikhailova vd. (2000) tarafından Rusya meralarında yapılan bir çalışmada da benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bununla birlikte Ülkemizde Batı Karadeniz Bölgesinde Palta vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, Kızılıkum yöresinde botanik kompozisyonun %53.01'sini buğdaygiller, %8.01'ini baklagiller ve %38.98'ini diğer familyalara ait bitkiler; Arıt yöresinde botanik kompozisyonun %36.91'ini buğdaygiller, %32.14'ünü baklagiller ve %30.95'ini diğer familyalara ait bitkiler; Sülük yöresinde botanik kompozisyonun %44.71'ini buğdaygiller, %35.10'unu baklagiller ve %20.19'unu diğer familyalara ait bitkiler ve Sofular yöresinde botanik kompozisyonun %46.30'unu buğdaygiller, %12.01'ini baklagiller ve %41.69'unu ise diğer familyalara ait bitkilerin oluşturduğu ifade edilmiştir. Yine Şengönül vd. (2009) tarafından Bartın ili Uluyayla yöresinde yapılan bir çalışmaya göre, 31 familyaya ait 93 adet bitki taksonu teşhis edilmiştir. Bu bitki taksonlarının 7'sinin buğdaygiller, 10'unun baklagiller ve 66'sının diğer familyalara ait olduğu belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular Ülkemizin değişik yörelerinde yapılan benzeri çalışmaların bazıları ile benzerlik göstermekle birlikte bazılarıyla da farklılıklar içermektedir. Bu farklılıkların meydana gelmesinde yöre, toprak, iklim, bakı ve rakım gibi ekolojik ve topoğrafik unsurların etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. Bitki taksonlarının ömür uzunlukları



Şekil 5. Bitki taksonlarının etki grupları



Şekil 6. Bitki taksonlarının element bölgeleri

4. Sonuç ve öneriler

Vejetasyon yapısının bilinmesi mera alanlarında yapılacak ıslah çalışmaları ile meraların kalitesinin artırılabilmesinde büyük öneme sahiptir. Araştırma alanı Akdeniz element bölgesinde bulunmakta olup mera alanında floristik kompozisyonun zengin olduğu göze çarpmaktadır. Merada çok yıllık bitkilerin oldukça fazla (%53.4) olması meranın kalitesi yönünden olumlu olarak algılanabilir, ancak azalıcı türlerin çok az (%1.2), istilacı türlerin ise çok fazla (%81.8) olması meranın geleceği açısından tehlike arz etmektedir. Araştırma sahası mera vejetasyonunda çok sayıda türe rastlanılması ve bu türlerin büyük bir çoğunluğunun da mera yönetimi açısından arzulanmayan türlerden oluşması, yıllardan beri devam eden aşırı ve bilinçsiz kullanıma bağlı olarak bitki örtüsünün klimaks vejetasyondan önemli ölçüde uzaklaşmasından kaynaklanmış olabilir. Yine araştırma sahasında neredeyse yıl boyunca devam eden erken, bilinçsiz ve aşırı otlatma olduğu da görülmektedir. Bu durum floristik kompozisyonda istilacı türlerin daha da artmasına, yem değeri yüksek olan azalıcı ve çoğalıcı bitkilerin ise azalmasına sebep olmaktadır. Meranın istenilen duruma getirilebilmesi için öncelikle mera yönetimi ilkelerine uygun bir planlama yapılması gerekmektedir. Daha sonra bu planlar doğrultusunda otlatma zamanlarına ve otlatma kapasitesine uyulduğu takdirde, bir takım ıslah tedbirleri de alınmak suretiyle meranın kalitesini arttırmak mümkün olabilecektir.

Açıklama

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanan ve SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 4925-YL1-17 nolu proje ile desteklenmiş olan yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmıştır. SDÜ BAP Koordinasyon Birimi'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alay, F., İspirli, K., Uzun, F., Çınar, S., Aydın, İ., Çankaya, N., 2016. Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralar üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 116-124.
- Cevheri, C., 2011. Çaylarbaşı (Şanlıurfa)'nın çayır vejetasyonu üzerine floristik bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 1-6.

- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C., Avağ, A., 2014. Hatay ili Kırıkhan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2): 52-60.
- Davis, P.H., 1965-1985. *Flora of Turkey and the Aegean Islands*. Edinburgh University Press, London.
- Floyd, D.A., Anderson, J.E., 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. *The Journal of Ecology*, 75: 221-228.
- Godinez-Alvarez, H., Herrick, J.E., Mattocks, M., Toledo, D., Van Zee, J., 2009. Comparison of three vegetation monitoring methods their relative utility for ecological assessment and monitoring. *Ecological Indicators*, 9: 1001-1008.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., 2012. *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları, Flora Dizisi 1, İstanbul.
- MGM, 2018. Antalya ili Kaş ilçesine ait bazı iklim verileri: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/>, Erişim: 05.06.2018.
- Mikhailova, E.A., Bryant, R.B., Cherney, D.J.R., Post C.J., Vassenev, I.I., 2000. Botanical composition, soil and forage quality under different management regimes in Russian grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80: 213-226.
- Sayar, M., Anlarsal, A.E., Başbağ, M., 2010. Güneydoğu Anadolu bölgesinde yem bitkileri tarımının mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14: 59-67.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A., 2018. Korunan ve Korunmayan Doğal Mera Alanlarının Bazı Özelliklerinin Karşılaştırılması: Bartın İli Örneği. *Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Akademik Araştırmalar Kitabı, Orman Mühendisliği Çalışmaları*, ISBN: 978-605-288-401-0, Gece Kitaplığı, Bizim Büro Matbaa, Ankara.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A., Öztürk, H., 2018. Determination of Arbuscular mycorrhizal fungi at different altitudinal gradients. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10): 7045-7053.
- Şengönül, K., Kara, Ö., Palta, Ş., Şensoy, H., 2009. Bartın Uluyayla yöresindeki mera vejetasyonunun bazı kantitatif özelliklerinin saptanması ve ekolojik yapının belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(16): 81-94.
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun, M., 2007. *Farmasötik Botanik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 93, Ankara.
- TÜİK, 2018. Türkiye'nin mera varlığı verileri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, Erişim: 14.11.2018.
- Uma, M.M., 2010. Bitki toplama, teşhis ve herbaryum teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M.Ö., Avağ, A., Özaydın, A.K., Yıldız, H., 2012. Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 181-185.
- Yurdakulol, E., Baysal, M., Mutlu, H., 2005. *Bitki Materyali Toplama ve Saklama Teknikleri*. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ankara.

Dikili ağaçların hacim tahmini için bazı metotların karşılaştırılması

Ramazan Özçelik^{a,*} , Hasan Alkan^a, Onur Alkan^a 

Özet: Hacim tahmini, büyüme ve hasılat modellerinin en önemli parçalarından birisidir. Bu nedenle, ağaç hacimlerinin gereceğe yakın bir şekilde tahmini için güvenilir metotlara ihtiyaç vardır. Ancak halen kullanılmakta olan ağaç hacim tabloları ve gövde çapı modelleri gibi tahmin yöntemlerinin herhangi bir alanda kullanılmadan önce uygunluğunun test edilmesi gerekmektedir. Bu, masraflı ve zaman gerektiren bir işlemdir. Bu çalışmanın amacı; ağaç hacim tablosu ve gövde çapı modeli ile elde edilen hacimleri, daha genel metotlar olan Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleri ile elde edilen hacimlerle karşılaştırmak ve hangi metodun daha doğru sonuçlar verdiğini ortaya koymaktır. Bu amaçla, 292 adet kızılçam ağacı kesilmiş, bu ağaçlar üzerinde 1 m aralıkla çaplar ölçülmüş ve bu çaplar yardımıyla örnek ağaçların gerçek hacmi olarak kabul edilecek değerler hesaplanmıştır. İkinci aşamada, ağaç hacim tablosu, gövde çapı modeli, Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleri ile ağaçların hacmi tahmin edilmiş ve gerçek hacim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, Paracone, Centroid ve Hossfeld metotlarının yanlı sonuçlar üretmesine karşın, daha düşük tolerans aralığı (TA) ve hata kareler ortalaması (MSE) değerleri ortaya koyması nedeniyle hacim tablosu ve gövde çapı modeline tercih edilebileceği görülmüştür. Ancak, envanterin önemi ve maliyeti gibi kriterler dikkate alındığında, ağaç hacim tahminleri için hangi metodun kullanılacağına karar verecek olan uygulayıcıdır.

Anahtar kelimeler: Hacim tahmini, Centroid, Paracone, Hossfeld, Hacim denklemi

Comparison of some methods for estimating volume of standing trees

Abstract: Volume estimation is one of the most important components of growth and yield models. There is a need to reliable and accurate methods to accurately determine the volume of trees. Current methods include the use of volume tables or taper models which should be tested for applicability before use in a stand. This can be costly and time consuming. The purpose of this paper was to compare the estimates made using accepted volume table and taper model and the more generic methods as Centroid, Paracone, and Hossfeld and determine which gives the best results. For this aim, 292 Brutian pine trees were harvested, diameter measurements were taken every 1 m and then these measurements were used to calculate the observed volumes of each sample tree. In the second step, the tree volume table and taper model for Brutian pine trees, Centroid, Paracone, and Hossfeld methods were used to estimate the tree volumes and these estimates were compared with observed volumes. Overall, the Paracone, Centroid, and Hossfeld methods performed well in comparison with the other techniques but results generally were significantly biased, although these biases were small. Precision was better for the Paracone and Centroid methods than the other methods. In determining the method to apply for estimating the volume of the trees in field, the forester will have to decide which method to use.

Keywords: Volume estimation, Centroid, Paracone, Hossfeld, Volume equation

1. Giriş

Büyüme ve hasılat modellerinin en önemli parçalarından birisi ağaçlara ilişkin hacim tahminleridir. Hacim tahminleri, farklı ticari boylardaki hacmin tahmininde (Dieguez-Aranda vd., 2006; Crecente-Campo vd., 2009), ormanların sürdürülebilir yönetim planlarının yapımı ve uygulanmasında (de-Miguel vd., 2012; Rodríguez vd., 2014), orman ürünleri endüstrisinin geleceğe yönelik planlaması ve projeksiyonlarının belirlenmesinde (Fang vd., 2000; de-Miguel vd., 2012), orman sağlığının, verimliliğinin, biyokütle ve karbon stoklarının tahmininde (Castedo-Dorado vd., 2012; Gomez-Garcia vd., 2015) kullanılan önemli bir araçtır.

Bu nedenle de, odun kaynaklarının etkili yönetimi için doğru ve çok yönlü hacim tahmin tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla da genel olarak her ağaç türü için ayrı ayrı geliştirilen ağaç hacim denklemleri ya da ağaç hacim tabloları kullanılmaktadır. Ancak bu hacim

tablolarının değişen ticari standartları karşılaması mümkün değildir. Diğer yandan ülkemizde, yetişme ortamı şartlarının çok değişken olması ve ağaç türlerinin oldukça geniş bir coğrafik alan üzerinde yayılış göstermeleri yöresel düzeyde ağaç hacim tablolarının ya da denklemlerinin yapılmasını gerekli kılmaktadır. Ancak, asli ağaç türlerimiz başta olmak üzere pek çok ağaç türü için yöresel düzeyde düzenlenmiş ağaç hacim tabloları ya da gövde çapı modelleri mevcut değildir. Ducey ve Williams (2011) ve Wiant vd. (1992a), bir hacim tablosunun ya da hacim denkleminin uygunluğu kontrol edilmeden kullanılması durumunda, ortaya çıkacak hacim tahmin hatasının %30'dan daha fazla olabileceğini ifade etmiştir. Pillsbury vd. (1995) ise; aynı hacim tablosunun farklı yetişme ortamı özelliklerine sahip yörelerde kullanılması ile ortaya çıkacak hacim hatasının %40'a kadar yükselebileceğini belirtmiştir. Bu nedenle; eldeki olanaklar izin verdiği müddetçe yöresel farklılıkları dikkate alan ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Brooks ve Wiant, 2008).

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ramazanozcelik@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.12.2018



Citation (Atf): Özçelik, R., Alkan, H., Alkan, O., 2018. Dikili ağaçların hacim tahmini için bazı metotların karşılaştırılması. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 380-385.
DOI: [10.18182/tjf.486980](https://doi.org/10.18182/tjf.486980)

Özellikle ülkemiz gibi topoğrafik şartların ve buna bağlı olarak yetiştirme ortamı şartlarının fazla değişken olduğu, bu nedenle de yöreselliğin mutlaka dikkate alınması gereken ülkelerde; en az sayıda çap ölçümü gerektiren, basit ve kolay uygulanabilen tomruk ve ağaç hacim tahmin metodlarına ihtiyaç vardır.

Centroid method (Wood ve Wiant, 1990) türe özel hacim ve gövde çapı modeli kullanmayı gerektirmeyen ve yöresel hacim tahminleri yapılmasına imkân veren alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir. Bu yöntem Gregoire vd., (1986) tarafından geliştirilen önem örneklemesinden (Importance Sampling) ortaya çıkarılmış bir metottur. Bu yöntem ağaç ya da tomruk hacmini tahmin etmek için tomruk ve ağacın boyuna ilaveten sadece bir extra çap ölçümü değeri kullanılmaktadır. Bu yöntem kullanılarak farklı ağaç türleri için oldukça küçük hata miktarı ile oldukça yüksek doğruluk düzeyinde hacim tahminleri yapılabildiğine ilişkin pek çok örnek çalışma mevcuttur (Wood ve Wiant, 1990; Wood vd., 1990, Wood and Wiant, 1992; Wiant vd., 1991, 1992a, 1992b, 1996 ve 2002; Patterson vd., 1993; Yavuz, 1999; Coble ve Lee, 2003; Özçelik vd., 2006, 2008; Özçelik, 2008).

Forslund (1982), "Paracone" isimli bir ağaç gövdesi modeli geliştirmiş ve bu gövde modelini paraboloid ve koni arasındaki bir geometrik şekle benzetmiştir. Model, dallar olmaksızın ağaç gövdesine ilişkin yerçekimi merkezinin ağaç boyunun dipten itibaren ağaç boyunun 3/10'una denk geldiğini ve bu noktadaki çap yardımı ile ağaç hacminin tahmin edilebileceği temeline dayanmaktadır. Bu yöntem yardımı ile de ağaç hacim tahminlerinin oldukça yüksek doğrulukla yapılabildiği çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir (Wiant vd., 1991; Özçelik vd., 2008; Özçelik, 2008).

Diğer yandan Huber, Smalian, Newton-Riecke ve Hossfeld metodları gibi geçmişten beri tomruk ve ağaç hacim tahminleri için kullanılmakta olan bazı temel yöntemler de bulunmaktadır. Bu geleneksel yöntemlerden Hossfeld yöntemi Türkiye'de ormancılık çalışmalarında tomruk ve ağaç hacim tahminleri amacıyla kullanılmamıştır.

Bu çalışmada, kızılçam ağaç türü için ağaç hacim tahminlerinin yüksek doğrulukta ve düşük envanter maliyetleri (az sayıda değişken ölçümü) ile elde edilebilmesi imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla Ducey ve Williams (2011)'de verilen cebirsel ve pratik tanımlamalar dikkate alınarak yeniden düzenlenen Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleriyle elde edilen sonuçlar, gövde çapı modeli (Max ve Burkhart, 1976) ve çift girişli ağaç denklemi (Alemdağ, 1962) ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Örnek ağaç verileri, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Bucak Orman İşletme Müdürlüğü, Uğurlu Orman İşletme Şefliği'ndeki doğal kızılçam meşcerelerinden toplanmıştır. Bu amaçla toplam 292 adet örnek ağaç ölçülmüştür. Örnek ağaçların seçiminde, ağaçların meşcere kuruluşlarını ve dolayısıyla farklı çap ve boy sınıflarını en iyi şekilde temsil etmesini sağlamak amacıyla, tüm çap ve boy sınıflarına olabildiğince eşit dağılımın sağlanmasına dikkat edilmiştir. Örnek ağaçlar hem galip hem de müşterek galip ağaçlar arasından seçilmiştir. Örnek ağaçların seçiminde gövdelerin çatallı ve eğri, tepelerin kırık olmamasına ve yöresel

koşulları en iyi biçimde yansıtmasına özen gösterilmiştir. Örnek ağaçların göğüs çapları (D , cm) ve gövde üzerindeki diğer çaplar (d , cm), ağaçlar kesilmeden önce, elektronik çap ölçer yardımı ile 0.1 cm, boyu (H) ise ağaçlar kesildikten sonra, şerit metre yardımı ile 0.05 m hassasiyetle ölçülmüştür. Bu standart ölçümlere ilaveten Centroid, Paracone ve Hossfeld metodları için aşağıda detayları belirtilen noktalarda ekstra çap ölçümleri de yapılmıştır. Ağaç hacimlerinin belirlenmesi amacıyla Bailey (1995) tarafından önerilen üst üste eklemeli seksiyon metodu (*the overlapping bolt method*) kullanılmıştır.

Örnek ağaçların çap, boy ve hacim değerlerine ilişkin nitelendirici istatistikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Önem örnekleme (Importance Sampling) bir Monte Carlo birleştirme tekniğidir ve bu yöntem Gregoire vd. (1986) tarafından bir gövde profili modeli olarak geliştirilmiştir. Önem örnekleme ilk yıllarında toprak üstü ağaç biyo-kütlesinin ve hacminin tahmininde kullanılmıştır. Daha sonraki yıllarda ise tomruk hacimlerinin (Furnival vd., 1986) ve gövde hacim artımının (Gregoire vd., 1987) tahmininde sıkça kullanılmıştır. Bu uygulamalarda, gövde üzerinde bir nokta tesadüfi yöntemle seçilmekte ve bu noktanın dipten olan yüksekliği ve bu noktadaki göğüs yüzeyi kullanılarak işlemler yapılmaktadır. Tek bir nokta tesadüfi olarak seçilebileceği gibi birden fazla nokta da seçilebilir (Furnival vd., 1986). Wood vd. (1990), önem örneklemesinin değişkenliğinin gövde üzerinde tek bir çap ölçümü yapıldığında tahmin edilen hacmin yarısının bu noktanın altında diğer yarısının ise bu noktanın üzerinde olduğu zaman en az olduğunu ifade etmiştir. Wood vd. (1990b) bu noktayı Centroid (ağırlık merkezi) noktası olarak ifade etmiş ve bu noktadaki çap değerini kullanarak hacmi tahmin etmek amacıyla Centroid Sampling (Ağırlık merkezi örnekleme) tekniğini geliştirmiştir. Yöntemin ağaç ve tomruk hacimlerinin tahmini amacıyla kullanımına ilişkin detaylı bilgiler Wiant vd. (1992a)'de bulunabilir. Bu yöntem ile dikili bir ağacın hacmini tahmin etmek istediğimizde, ağacın en tepe noktasındaki çap değerinin sıfır kabul edilerek, denklem aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$V = A_c L / \sqrt{2} \approx 0.7 A_c L \quad (1)$$

Burada, V hacim (m^3), L tomruk ya da ağaç boyu (m) ve A_c centroid boyunda ölçülen göğüs yüzeyi (m^2)'dir. Centroid boyu tomruğun ya da ağacın kalın ucundan yaklaşık $(1 - 1/\sqrt{2})L \approx 0.293L$ kadar uzakta yer almaktadır. Forslund (1982) bir ağacın ağırlık merkezi (centroid) yerine yerçekimi merkezindeki (Center of gravity) çap ölçümünü temel alan Paracone Metodu geliştirmiştir. Model aşağıdaki gibi basitleştirilebilmektedir (Wiant vd., 1991).

Çizelge 1. Örnek ağaçlara ilişkin nitelendirici istatistikler

Değişkenler	$n = 292$			
	Ortalama	Min.	Max.	Std.sapma
D (cm)	19.8	6.0	58.0	11.1
H (m)	13.40	4.80	26.50	5.20
V (m^3)	0.3142	0.0083	2.6827	0.4564
CBC (cm)	15.22	5.5	43.0	8.4
HBC (cm)	14.60	5.00	42.00	8.20

D : göğüs çapı; H : Toplam ağaç boyu; V : hacim; CBC : Centroid boydaki çap; HBC : Hossfeld boydaki çap

$$V = 0.693A_{0.3L}L \quad (2)$$

Wiant vd. (1991) çalışmada kullanılan ağaç türü için Paracone metot ile tahmin edilen hacimlerin Centroid metot ile tahmin edilenlerden daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Özçelik (2008) ve Özçelik vd. (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar ortaya konmuştur.

Ducey ve Williams (2011) tarafından belirtildiği gibi, Johann Hossfeld 19. yüzyılda yaşamış bir Alman ormancıdır. Dendrometri konularında çalışmalar yapmıştır. Hossfeld tarafından bir tomruğun hacmini tahmin etmek amacıyla geliştirilen metot Graves (1906) tarafından tanıtılmıştır.

Hossfeld metodu aşağıdaki gibi yazılabilmektedir.

$$V = \frac{3A_{1/3L} + A_L}{4} L \quad (3)$$

Bu formülde yer alan V ve L daha önce tanımlanmıştır. $A_{1/3L}$ ve A_L sırasıyla tomruğun ya da ağacın kalın ucundan $1/3L$ ve L uzaklıkta ölçülen göğüs yüzeyi değerleridir. A_L , tomruğun ince ya da ağacın uç kısmındaki göğüs yüzeyidir. Bu formülde A_L sıfıra eşit olduğunda yukarıdaki Hossfeld formülü aşağıdaki forma dönüştürülebilir (Ducey ve Williams, 2011).

$$V = 0.75A_{1/3L}L \quad (4)$$

Yukarıda verilen Centroid (1), Paracone (2) ve Hossfeld (3) formülleri karşılaştırıldığında formüller arasında çok küçük farklıklar (Katsayılar arasında 0.693-0.750 ve göğüs yüzeyi ölçüm noktaları gibi) görülmektedir.

Diğer yandan ağaç hacim tahminleri için kullanılabilecek önemli bir alternatif de Gövde Çapı ve Gövde Hacim modelleridir. 100 yılı aşkın süredir değişik ağaç türleri için farklı formlarda ve çok fazla sayıda gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Bu modeller içerisinde en başarılı olan gövde çapı model formları; Parçalı (Segmented) gövde çapı ve değişken Şekil (Exponential) gövde çapı modelleridir. Ancak, Parçalı gövde çapı modellerinin integralinin alınması suretiyle kolayca hacim denklemlerine dönüştürülebiliyor olmaları nedeniyle diğer gövde çapı model formlarına tercih edilmektedir (Fang vd., 2000, Dieguez-Aranda vd., 2006). Bu çalışmada Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı modeli kullanılmıştır. Özçelik vd. (2012) tarafından ilgili yöredeki kızılçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve hacim modeli geliştirilmiştir. Örnek ağaç verilerinin hacim tahminleri için ilgili çalışmadaki katsayılar kullanılmıştır. Max ve Burkhart (1976) parçalı gövde çapı modeli (5) ve uyumlu ağaç hacim denklemi (6) aşağıda verilmiştir.

$$\frac{d^2}{D^2} = b_1(Z-I) + b_2(Z^2-I) + b_3(a_1-Z)^2 I_1 + b_4(a_2-Z)^2 I_2 \quad (5)$$

Max and Burkhart (1976) gövde çapı modelinin herhangi iki boy değeri için integralinin alınması ile elde edilen hacim denklemi ise aşağıdaki gibidir.

$$V = KD^2H \left\{ \begin{array}{l} \frac{b_2}{3}(Z_u^3 - Z_l^3) + \frac{b_1}{2}(Z_u^2 - Z_l^2) - (b_1 + b_2)(Z_u - Z_l) \\ - \frac{b_3}{3}[(a_1 - Z_u)^3 J_1 - (a_1 - Z_l)^3 K_1] \\ - \frac{b_4}{3}[(a_2 - Z_u)^3 J_2 - (a_2 - Z_l)^3 K_2] \end{array} \right\} \quad (6)$$

Denklem (5) ve (6)'daki tüm değişkenler için Özçelik vd. (2012)'ye bakabilirsiniz.

Çalışmada alternatif bir ağaç hacmi tahmin yöntemi olarak Alemdağ (1962) tarafından doğal kızılçam meşcereleri için geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi de test edilmiştir. Bu denklem, ağacın göğüs çapı ve boyunun bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$V = 0.0428753 * D^{2.054628} * H^{0.843735} \quad (7)$$

Burada, V ağacın hacmini (m^3), D ilgili ağacın göğüs çapını (cm) ve H ilgili ağacın toplam boyunu (m) ifade etmektedir. Alemdağ (1962) tarafından düzenlenen ağaç hacim tablosu için gerekli örnek ağaç verileri, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde oldukça geniş bir alan üzerinden toplanmıştır.

Hangi yöntemin daha başarılı olduğunun kararlaştırılmasında, metotların hata ve verimlilikleri (hassaslık (*precision*) ve doğruluk (*accuracy*)) değerlendirilmiştir. Bu yöntemde ölçüt değerleri olarak, Ortalama hata (*bias*: tekrarlanan ölçümlerde elde edilen değerler ile gerçek değerlerin ortalamaları arasındaki fark), hataların standart sapması (*precision*: tekrarlanan ölçümlerdeki varyasyon) ve doğruluk (*accuracy*: gözlemlenen ölçümlerin gerçek değerlere yakınlığı) değerleri kullanılmıştır (van Laar ve Akça, 1997; West, 2004). Hata (*Bias*); gerçek hacmin yüzdesi olarak aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$Bias = 100 \left(\frac{\hat{Y}_i - Y}{Y} \right) \quad (8)$$

Burada \hat{Y}_i tahmin edilen hacim; Y gerçek hacim değerini ifade etmektedir.

Test edilen metotlar yardımıyla tahmin edilen hacim değerleri ile gerçek hacim değerleri arasında önemli fark olup olmadığı, Reynolds (1984) tarafından önerilen, ortalama hata (*bias*) ve doğruluk (*precision*) ölçütlerini temel alan yöntem ve Rauscher (1986) tarafından geliştirilen ATEST programı ile değerlendirilmiştir. Bu program daha sonra Gribko ve Wiant (1992) tarafından modifiye edilerek DOSATEST adını almıştır. Bu test hata düzeyinin önemli olup olmadığına karar vermektedir. Yine ATEST modeller için bir tolerans aralığı (%TA) gösterir. %TA değeri, %95 olasılıkla gelecekteki tahminlerin %95'nin ortalamadan artı ya da eksi yönde ne kadarlık bir aralıkta gerçekleşeceğini göstermektedir. Hata kareler ortalaması (*MSE*) ise, verimliliğin bir ölçüsü olarak yararlıdır. Çünkü küçük varyansa sahip ortalama hatası yüksek (Biased- eğilimli) bir tahmin, daha büyük varyansa sahip ancak ortalama hatası düşük (*Unbiased-eğilimsiz*) bir tahmine tercih edilebilir (Devore, 1982; van Laar ve Akça, 1997; Wiant vd., 1996).

Sonuçların değerlendirilmesinde; ortalama hata (*Bias*), Tolerans Aralığı (%TA) ve Hata Kareler Ortalaması (*MSE*) bakımından eğilimsiz, %TA ve *MSE* değerleri bakımından küçük değere sahip olanlar başarılı olarak kabul edilmiştir.

Herhangi bir yöntem için sadece ortalama hatanın düşük olması (unbiased) kriteri tek başına değerlendirmede etkili olarak alınmamıştır (Wiant vd., 1996). West (2004) ve Avery ve Burkhart (2002) ortalama hatası yüksek, ancak sonuçların birbirine yakın olduğu durumun; ortalama hatası düşük ancak, sonuçların birbirinden ilgisiz olduğu duruma göre daha iyi olduğunu belirtmektedirler. van Laar ve Akça (1997), bir metodun yüksek doğruluk gösterdiğini söyleyebilmek için hem ortalama hatasının sıfırdan farksız ya da yansız (unbiased) bir tahmine ve düşük bir hata varyansına yani yüksek bir hassasiyete (precision) sahip olması gerektiğini ifade etmektedir.

3. Bulgular

Ağaç hacim tahmini için beş farklı metod ile elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Bu tablonun incelenmesinden de görüleceği gibi Özçelik vd. (2012) tarafından Bucak Yöresi kızılçam meşcereleri için Max ve Burkhart (1976) gövde çapı modeli kullanılarak geliştirilen uyumlu hacim denklemi eğilimsiz tahminler üretmiştir. Bu yöntem ile elde edilen ortalama hata değeri sıfırdan farksız ve eğilimsiz sonuçlar ortaya koymuştur. Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleri negatif yönlü ve eğilimli sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Alemdağ (1962) çift girişli hacim tablosu ise pozitif yönlü ve eğilimli sonuçlar üretmiştir. Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleri; ağaç hacimlerini gerçek

değerden daha düşük, gövde çapı modeli ve çift girişli hacim tablosu ise daha yüksek tahmin etmiştir. Tolerans aralığı ve MSE değerleri bakımından en küçük değerler sırasıyla Paracone, Centroid ve Hossfeld Metotları ile elde edilmiştir. Bu iki ölçüt değeri bakımından en başarısız sonuç, Alemdağ (1962)’ın çift girişli hacim tablosu ile elde edilmiştir.

Şekil 1’de de görüldüğü gibi gövde çapı modeli ve hacim tablosu özellikle orta ve kalın çaplı ağaçlar için ($D \geq 35$ cm) oldukça yüksek hacim hatası ortaya koymaktadır. Bu hatalar her iki yöntemde de pozitif yönlü olup gerçek hacim değerlerine göre daha yüksektir. Bu durum Paracone, Centroid ve Hossfeld yöntemlerinde daha düşüktür.

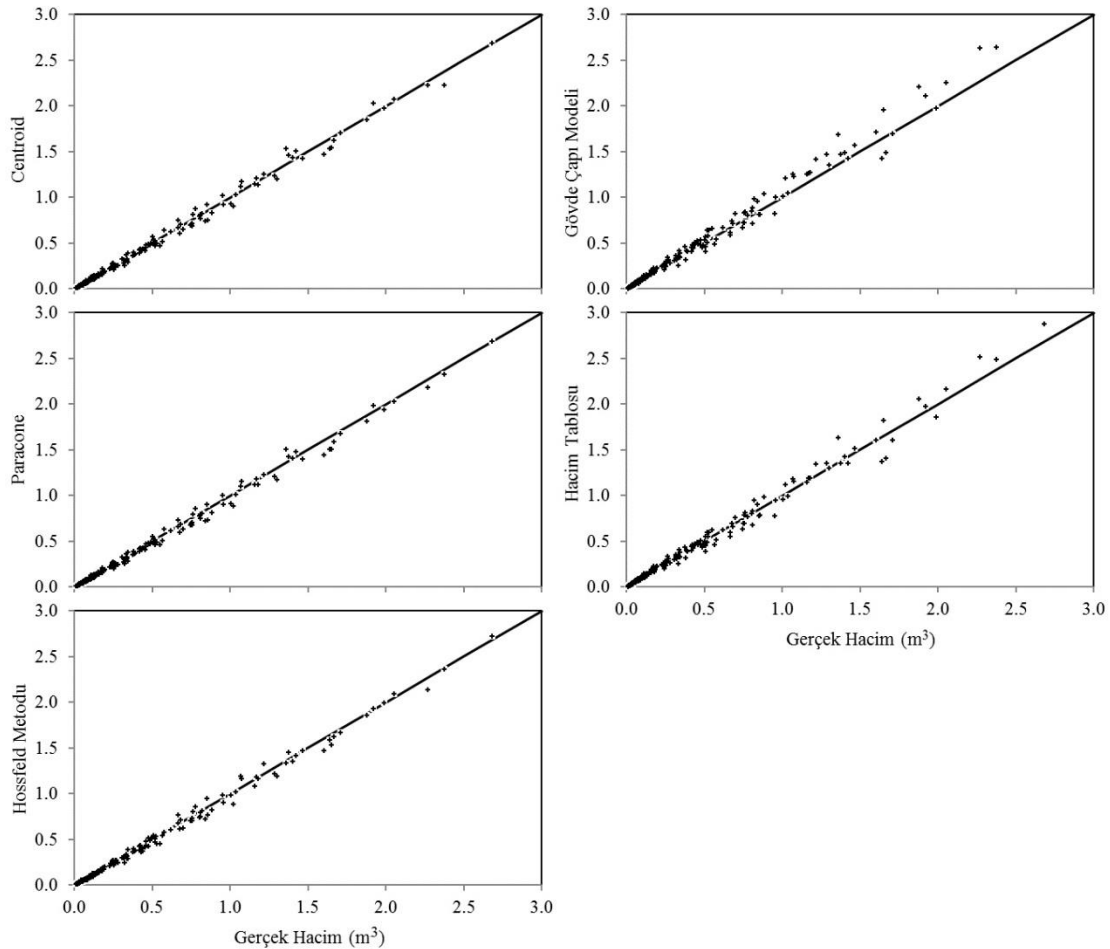
Çizelge 2. Ağaç gövde hacim tahminleri için hata ve tolerans aralıkları^a

Metot	Ortalama hacim (m ³)	Bias (%)	Tolerans aralığı (%)	MSE ^b
Gerçek ^a	0.2930			
Paracone	0.2844	-3.54*	12.03	99.60
Centroid	0.2892	-5.37*	12.18	113.88
Hossfeld	0.2849	-6.28*	12.75	130.90
Gövde çapı modeli	0.3102	0.21	15.06	133.20
Hacim tablosu	0.2963	1.57*	16.64	165.10

^aGerçek hacim değerleri, Bailey (1995) tarafından geliştirilen yöntemle bulunmuştur.

^bMSE= bias²+varyans

*sıfırdan önemli ($P < 0.05$) fark göstermektedir.



Şekil 1. Test edilen modeller ile elde edilen hacim değerlerinin gerçek hacim değerleri ile karşılaştırılması için 1:1 grafiği

Wiant vd. (1996) tarafından da belirtildiği gibi; küçük varyansa sahip ama ortalama hatası nispeten daha yüksek olan bir model, ortalama hatası düşük ama daha yüksek bir hata varyansına sahip modele tercih edilebilmektedir. Benzer bir yaklaşım van Laar ve Akça (1997) tarafından da ifade edilmiştir. Bu nedenle, Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleri eğilimli sonuçlar üretmiş olsa da daha küçük tolerans aralığı (%TA) ve hata kareler ortalaması (MSE) değerlerine sahip olduğu için gövde çapı modeline tercih edilebilir.

Patterson vd. (1993) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları da bizim çalışmamızın sonuçlarına oldukça benzerdir. İlgili çalışmada ağaç hacim tahminleri için Centroid metot ile seçilen bir gövde çapı modeli karşılaştırılmış ve Centroid metodun daha başarılı olduğu görülmüştür. Yine aynı yazarlar gövde çapı modellerinin geliştirilmesi için yüksek maliyetlere (işgücü, para ve zaman) katlanması gerekirken, Centroid metodun kullanılması ile bunlardan önemli ölçüde tasarruf edilebileceğini de ifade etmişlerdir.

Diğer yandan çalışmada en başarısız sonuçlar, Alemdağ (1962) tarafından geliştirilen ağaç hacim denklemi ile elde edilmiştir. Bu ağaç hacim denkleminin geliştirilmesi için gerekli örnek ağaç verileri çok geniş bir coğrafik alan üzerinden ve yöresel yetişme ortamı şartlarını dikkate almaksızın toplandığı için belirli bir yöreden alınan ve bu çalışmada kullanılan örnek ağaçların genel özelliklerini tam olarak yansıtamamıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, diğer modellere göre daha başarısız olmuştur.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar, Wiant vd. (1991), Özçelik vd. (2008), Özçelik (2008) ve Ducey ve Williams (2011)'in çalışmalarının sonuçları ile de uyumludur. Bu çalışmada da diğerlerinde olduğu gibi en başarılı sonuçlar Paracone metot ile elde edilmiş ve bu metodu Centroid metot izlemiştir. Ancak, Ducey ve Williams (2011) tarafından yapılan çalışmada Hossfeld metodu Centroid metoda göre nispeten daha başarılı olarak bulunmuştur.

4. Sonuç ve öneriler

Son yıllarda ormancılık sektöründeki gelişmelere paralel olarak planlama çalışmaları ve ağaç serveti miktarının daha doğru belirlenmesine yönelik çalışmalar da artmıştır. Özellikle çeşitlenen ve artan orman ürünleri endüstrisinin ihtiyaçlarını sürekli karşılayabilmek ve bu kuruluşların geleceğe dönük projeksiyonları için doğru ve güvenilir hacim tahminlerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu amaçla en doğru ağaç hacmi ve tomruk hacmi tahmin yöntemlerinin araştırılması ve ormancılık çalışmalarında bu yöntemlerden yararlanılması ile hem orman teşkilatının hem de bu ürünleri almak isteyen kurum ve kuruluşların maddi kayba uğramaları engellenebilecektir.

Bu çalışma sonucunda ülkemizde uzun yıllardır dikili ağaç hacmi tahmini amacıyla kullanılan Yöresel Hacim Tablolarına yeni ve modern alternatifler ortaya konmuştur. Centroid, Paracone ve Hossfeld yöntemleri gövde çapı modelleri ya da ağaç hacim denklemleri gibi kullanılmadan önce ilgili yöreye uygun olup olmadığının test edilmesine ya da öncelikle model geliştirilmesine ihtiyaç duymamaktadır. Bu yöntemlerin kullanılabilmesi için sadece ağacın Centroid, Paracone ya da Hossfeld boyundaki göğüs yüzeyi değerine ve ağaç boyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu göğüs yüzeyi değerleri; yukarıda da belirtildiği gibi, ağacın dipten

itibaren ağaç boyunun yaklaşık %30'undaki (0.29-0.33) değere karşılık gelmektedir. Üstelik bu modeller, türe, yöreye ya da yetişme ortamına özel model katsayılarının geliştirilmesine ihtiyaç göstermemektedir. Bu modeller için en önemli kısıtlayıcı faktör olarak Centroid, Paracone ya da Hossfeld boyundaki çap değeri ve buna bağlı olarak göğüs yüzeyinin belirlenmesi gibi gözükmese de günümüzde dikili ağaçlar üzerindeki değişik noktalardaki çap değerlerinin ölçümü için geliştirilen dendrometrik laser teknoloji aletler sayesinde bu sorun da ortadan kalkmıştır (Cao ve Wang, 2011; Rodríguez vd., 2014).

Sonuç olarak Paracone ve Centroid yöntemleri başta olmak üzere Hossfeld yöntemi de ülkemiz için dikili ağaç hacim tahminleri amacıyla halen kullanılmakta olan hacim tahmin yöntemlerine önemli bir alternatiftir. Ducey ve Williams (2011) tarafından belirtildiği gibi, bu yöntem de, Paracone ve Centroid yöntemleri gibi arazide uygulaması ve veri toplanması oldukça kolay yöntemlerdir. Bu yöntemlerle, daha güvenilir ve doğru hacim tahminleri yapılabilir ve yöresel hacim tablolarının farklı alanlarda kullanılması ile ortaya çıkan hataların önlenmesi mümkün olabilir.

Kaynaklar

- Alemdağ, Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılcım Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:11, Ankara.
- Avery, T.E., Burkhart, H.E., 2002. Forest Measurements. 5th Ed. McGraw-Hill, New York.
- Bailey, R.L., 1995. Upper stem volumes from stem analysis data: An overlapping bolts method. Canadian Journal of Forest Research, 25:170-173.
- Brooks, J.R., Wiant, H.V., 2008. Ecoregion based local volume equations for appalachian hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry, 25(2): 87-92.
- Castedo-Dorado, F., Gomez-Garcia, E., Dieguez-Aranda, U., Barrio-Anta, M., Crecente-Campo, F., 2012. Aboveground stand-level biomass estimation: a comparison of two methods for major forest species in northwest Spain. Annals of Forest Science, 69:735-746.
- Cao, Q.V., Wang, J., 2011. Calibrating fixed-and mixed-effects taper equations. Forest Ecology and Management, 262:671-673.
- Coble, D.W., Lee, Y.J., 2003. Use of the centroid method to estimate volumes of Japanese red cedar trees in Southern Korea. The Korean Journal of Ecology, 26:123-127.
- Crecente-Campo, F., Alboreca, A.R., Diéguez-Aranda, U., 2009. A merchantable volume system for *Pinus sylvestris* L. in the major mountain ranges of Spain. Annals of Forest Science, 66:1-12.
- Devore, J.L., 1982. Probability and Statistics for Engineering and the Sciences. Brooks/Cole Pub., Monterey, CA.
- de-Miguel, S., Mehtatalo, L., Shater, Z., Kraid, B., Pukkala, T., 2012. Evaluating marginal and conditional predictions of taper models in the absence of calibration data. Canadian Journal of Forest Research, 42:1383-1394.

- Dieguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Alvarez-Gonzalez, J.G., Rojo, A., 2006. Compatible taper function for scots pine plantations in northwestern Spain. *Canadian Journal of Forest*, 36(5):1190-1205.
- Ducey, M.J., Williams, M.S., 2011. Comparison of Hossfeld's method and two modern methods for volume estimation of standing trees. *Western Journal of Applied Forestry*, 26:19-23.
- Fang, Z., Borders, B.E., Bailey, R.L., 2000. Compatible volume-taper models for loblolly and slash pine based on a system with segmented-stem form factors. *Forest Science*, 46:1-12.
- Forslund, R.R., 1982. A geometrical tree volume model based on the location of the centre of gravity of the bole. *Canadian Journal of Forest Research*, 12:215-221.
- Furnival, G.M., Valentine, H.T., Gregoire, T.G., 1986. Estimation of log volume by importance sampling. *Forest Science*, 32:1073-1078.
- Gomez-Garcia, E., Crecente-Campo, F., Barrio-Anta, M., Dieguez-Aranda, U., 2015. A disaggregated dynamic model for predicting volume, biomass and carbon stocks in even-aged pedunculate oak stands in Galicia (North-West Spain). *European Journal of Forest Research*, 134:569-583.
- Graves, H.S., 1906. *Forest Mensuration*. John Wiley and Sons.
- Gregoire, T.G., Valentine, H.T., Furnival, G.M., 1986. Estimation of bole volume by importance sampling. *Canadian Journal of Forest Research*, 16:554-557.
- Gregoire, T.G., Valentine, H.T., Furnival, G.M., 1987. Sampling methods for estimating stem volume and volume increment. *Forest Ecology and Management*, 21:311-323.
- Gribko, L.S., Wiant, Jr., H.V., 1992. A SAS template program for the accuracy test. *The Compiler*, 10:48-51.
- Max, T.A., Burkhart, H.E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations. *Forest Science*, 22:283-289.
- Özçelik, R., Wiant, H.V., Jr., Brooks, J.R., 2006. Estimating log volumes of three species in Turkey by six formulae. *Forest Products Journal*, 56:84-86.
- Özçelik, R., 2008. Comparison of formulae for estimating tree bole volumes of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23:412-418.
- Özçelik, R., Wiant, H.V., Jr., Brooks, J.R., 2008. Accuracy using xylometry of log volume estimates for two tree species in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23:272-277.
- Özçelik, R., Yavuz, H., Karatepe, Y., Gürlevik, N., Kırış, R., 2012. Burdur yöresi kızılçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin geliştirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 13:85-91.
- Patterson, D.W., Wiant, H.V. Jr, Wood, G.B., 1993. Comparison of the centroid method and taper systems for estimating tree volumes. *Northern Journal of Applied Forestry*, 10(1):8-9.
- Pillsbury, N.H., McDonald, P.M., Simon, V., 1995. Reliability of Tanoak volume equations when applied to different areas. *Western Journal of Applied Forestry*, 10(2):72-78.
- Rauscher, H.M., 1986. Testing prediction accuracy. *USDA Forest Service General Technical Report*, NC-107.
- Reynolds, M.R., 1984. Estimating the error in model prediction. *Forest Science*, 30:454-469.
- Rodríguez, F., Lizarralde, I., Fernandez-Landa, A., Condes, S., 2014. Non-destructive measurement techniques for taper equation development: a study case in the Spanish Northern Iberian Range. *European Journal of Forest Research*, 133:213-223.
- Van Laar, A., Akça, A., 1997. *Forest Mensuration*. Cuvilier Verlag, Göttingen.
- West, P.W., 2004. *Tree and Forest Measurement*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. ISBN:3-540-40390-6.
- Wiant, H.V. Jr., Wood, G.B., Forslund, R.R., 1991. Comparison of centroid and paracone estimates of tree volume. *Canadian Journal of Forest Research*, 21:714-717.
- Wiant, H.V. Jr., Wood, G.B., Gregoire, T.G., 1992a. Practical guide for estimating the volume of a standing sample tree using either importance or centroid sampling. *Forest Ecology and Management*, 49:333-339.
- Wiant, H.V. Jr., Wood, G.B., Furnival, G.M., 1992b. Estimating log volume using the centroid position. *Forest Science*, 38(1):187-191.
- Wiant, H.V. Jr., Wood, G.B., Williams, M., 1996. Comparison of three modern methods for estimating volume of sample trees using one or two diameter measurements. *Forest Ecology and Management*, 83:13-16.
- Wiant, H.V. Jr., Spangler, M.L., Baumgras, J.E., 2002. Comparison of estimates of hardwood bole volume using importance sampling, the centroid method, and some taper equations. *Northern Journal of Applied Forestry*, 19(3):141-142.
- Wood, G.B., Wiant Jr., H.V., 1990. Estimating the volume of Australian hardwoods using centroid sampling. *Australian Journal of Forestry*, 53:271-274.
- Wood, G.B., Wiant Jr., H.V., Roy, R.J., Miles, J.A., 1990. Centroid sampling: A variant of importance sampling for estimating the volume of sample trees of Radiata pine. *Forest Ecology and Management*, 36:233-243.
- Wood, G.B., Wiant, H.V. Jr., 1992. Test of application of centroid and importance sampling in a point -3P forest inventory. *Forest Ecology and Management*, 53:107-115.
- Yavuz, H., 1999. Comparison of the centroid method and four standard formulas for estimating log volumes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23:597-602.

Farklı hormon uygulamalarının *Berberis thunbergii* “*Atropurpurea Nana*” çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi

Müberra Pulatkan^{a,*}, Nebahat Yıldırım^b , Elif Kaya Şahin^a

Özet: Anavatanı Japonya olan *Berberis thunbergii* ‘*Atropurpurea Nana*’, düzgün formu, gösterişli bordo yaprakları ile özellikle gruplar halinde kullanımıyla peyzaj mimarlığı uygulama alanlarında oldukça etkilidir. Görsel özelliklerinin yanında budanabilir olma özellikleri ile geçirimsiz çit formlarında da başarılıdır. Bu çalışmada amacımız, estetik ve fonksiyonel özelliklere sahip olan bu bitkinin çelikle üretim ile çoğaltılarak peyzaj mimarlığı bitkilendirme tasarımlarında kullanımlarının teşvik edilmesidir. Bu amaç doğrultusunda *Berberis thunbergii* ‘*Atropurpurea Nana*’nın yumuşak çeliklerin köklenme durumlarına farklı hormon uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Çelikle sera koşulları altında (20±2 °C hava sıcaklığı, 25±2 °C köklendirme masası alt sıcaklığı, % 70±2 nem) perlit ortamında, kontrol (hormonsuz) ve IBA (İndol-3-bütirik asit), IAA (İndol-3-asetik asit) ve NAA (Naftalin asetik asit) hormonların farklı dozları (1000, 3000, 5000 ve 8000 ppm) uygulanmıştır. Köklenme yüzdesi, kök uzunlukları ve kök sayıları belirlenmiştir. Çalışma sonunda NAA’ın 3000 ppm dozunun uygulandığı çelikler yüksek oranda (%85) köklenme başarısı göstermişlerdir. Çeliklerdeki en iyi kök uzunluğu (7,59 cm) ve kök sayısı (8,28 adet) değerleri de yine NAA 3000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerde tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Berberis thunbergii* “*Atropurpurea Nana*”, Çelikle üretim, Oksin

Effect of different hormone doses on rooting of *Berberis thunbergii* “*Atropurpurea Nana*” cuttings

Abstract: *Berberis thunbergii* ‘*Atropurpurea Nana*’, indigenous to Japan, is highly effective in landscaping applications, especially in groups due to its straight form and flamboyant burgundy leaves. It is also used with success in impermeable fences since it can be pruned in addition to its visual properties. In this study, it is aimed to research the rooting of softwood cuttings of *Berberis thunbergii* ‘*Atropurpurea Nana*’, which has aesthetic and functional properties, and to encourage the use in landscape architecture planting designs. The study was conducted under greenhouse conditions (air temperature at 20±2 °C, rooting table temperature at 25±2 °C, humidity at 70±2 %) in perlite medium. The cuttings were treated with IBA, IAA and NAA hormones in different doses (1000, 3000, 5000 and 8000 ppm) and control (hormone-free). Rooting percentage, root length and root count were determined. Results shown that cuttings treated with 3000 ppm of NAA performed significantly the highest rooting percentage (85%) and better root length (7,59 cm) and the number of roots (8,28 roots).

Keywords: *Berberis thunbergii* “*Atropurpurea Nana*”, Cutting propagation, Auxin

1. Giriş

Berberidaceae familyasından *Berberis* cinsi içerisinde yer alan *Berberis thunbergii*’nin ana vatanı Japonya’dır (Yaltrık ve Keçe, 1997). Ancak en fazla yayılış alanı Kanada’nın 5 bölgesiyle birlikte en az 31 eyalet ile Amerika Birleşik Devletleri’dir (USDA, NRCS, 2008). 1800’lerin sonlarından beri ABD genelinde yaygınlaşmakta ve yaklaşık 1980’den bu yana popülasyonlarda ciddi bir artış görülmektedir (Silander ve Klepeis, 1999). Bu bölgelerde orman ekosistemlerinde istilacı tür olarak da tanımlanmaktadır (Ehrenfeld, 1997; Kourtev vd., 1998).

Berberis thunbergii ‘*Atropurpurea Nana*’, ülkemizde Karamuk, Ekşimek veya Japon Kadın Tuzluğu olarak adlandırılan *Berberis thunbergii*’nin peyzaj mimarlığı bitkilendirme tasarımlarında estetik ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı sıklıkla tercih edilen kültürlerinden

biridir. *Berberis thunbergii* ‘*Atropurpurea Nana*’, 0,30-0,45 m boylanabilen, kışın yaprağını döken, düzgün yuvarlak formu, dikenli yapıda bir çalıdır (Burnie vd., 2004). Yaprakları 2 cm uzunluğunda olup, dar oval biçimli bordo renkleri ile oldukça etkilidirler (Brickell, 2008; Pamay, 1993). Dekoratif olmayan çan şekilli sarı renkli üzeri donuk kırmızı çizgili çiçekleri baharın ortasında açar (Burnie vd., 2004). Üzümü meyveleri elips şeklinde ve parlak kırmızı olup sonbaharda olgunlaşır ve kış boyunca dallarda kalır (Anşın, 2008).

Oluşturdukları meyve ve tohum sayısı *Berberis thunbergii*’nin kültürlerinde çeşitlilik göstermektedir (Brand vd., 2012). Tohumları bazı kuşlar ve küçük kemirgenlerin vasıtasıyla taşınır (Silander ve Klepeis, 1999). Su ve rüzgar yoluyla dağılan tohumlarıyla da geniş alanlara yayılabilirler (Brand vd., 2012). *Berberis thunbergii* ‘*Atropurpurea Nana*’ farklı ışık koşullarına tolerans gösterir

✉ ^a Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Trabzon

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

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): muberra@ktu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.06.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 02.10.2018



Citation (Atıf): Pulatkan, M., Yıldırım, N., Şahin, E. K., 2018. Farklı hormon uygulamalarının *Berberis thunbergii* “*Atropurpurea Nana*” çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 386-390.

DOI: [10.18182/tjf.429499](https://doi.org/10.18182/tjf.429499)

(Silander ve Klepeis, 1999). Aynı zamanda farklı toprak koşullarına ve nem derecelerinde de gelişebilir (Kourtev vd., 1998).

Küçük ve büyük ölçekli parklarda, refüjlerde, konut bahçelerinde, kentsel peyzajda formu ve yaprak güzelliği ile özellikle gruplar halinde kullanımlarında oldukça etkilidir. Sık dokusu ve budanabilirlik özelliği ile çit bitkisi olarak başarılıdırlar. Ayrıca sürgünlerinin dikenli olması ile de geçirimsiz çit oluşturabilirler.

Çelikle üretim, süs bitkilerinin üretimlerinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Tohumla üretimde, bitkilerin karakteristik özelliklerinin korunabilmesinin garantisi olamadığı için bitkilerin vejetatif olarak çoğaltılması gerekmektedir (Hartmann vd., 1997). Çelikle üretim yönteminin en önemli avantajı anaç bitki ile yeni üretilen bitkinin aynı genetik yapıya sahip olmasıdır (Kızmaz, 1996; Mengüç, 2003). Bu yöntemde üretilen bitkiler ana bitkiye (ortete) tıpatıp benzer kalıtsal özellikler taşır (Ürgeç, 1992). Herdem yeşil ve yaprağını döken türlerin birçoğunda tohumla üretim zaman aldığı ve buna rağmen istenilen nitelikler çoğunlukla sağlanamadığı için, bu türler genellikle çelikle üretilirler (Genç, 2005). Hormonlar çelikle üretimde kök oluşumunu doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Hormon uygulaması; çeliklerde kök oluşumunun başlamasında ve köklenme oranlarında etkili olmakta ve zor köklenen birçok türün kolayca köklendirilebilmesini sağlamaktadır (Hartmann vd., 1997). Sentetik büyüme faktörleri IBA (Indol-3-bütirik asit), IAA (Indol-3-asetik asit) ve NAA (Naftalin asetik asit), çelikle üretme koşullarında, köklenmeye etki yapan dış faktörlerden biridir (Yahyaoglu, 1983). IBA, IAA ve NAA hormonları oksin grubu bitki büyüme düzenleyicileridir. Oksinin kök sürgünlerini uyardığı bilinmektedir (Davies, 2010). Literatürde *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana'nın çelikle üretimi üzerine az sayıda çalışmalara rastlanmış ve bu çalışmalarında bir ya da iki hormonun denemeleri ile gerçekleştirildiği görülmüştür (Barr, 1985; Chavoshi, 2015). Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmada kontrol (hormonsuz) ve IBA, IAA, NAA hormonlarının farklı dozlarıyla (1000, 3000, 5000 ve 8000 ppm) işlem görmüş *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana'nın yaz ayında alınan yumuşak çeliklerin köklenme durumları belirlenmiştir. Köklenen çeliklerin kök uzunlukları ve kök sayıları tespit edilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmada materyal olarak kullanılan *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana'nın yumuşak çelikleri Haziran ayının ilk haftasında, KTÜ Kanuni Kampüsünden 50 m yükseltiden alınmıştır. Alınan çelikler 10-12 cm boyutlarında ayak çeliği olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çeliklerin dip kısımları toz hormona batırılarak sera ortamında (20±2 °C hava sıcaklığı, %70±2 nem) alttan ısıtmalı (25±2 °C) köklendirme masasında perlit ortamına dikilmiştir. Köklendirme hormonları olarak, oksin gurubundan IBA (Indol-3-bütirik asit), IAA (Indol-3-asetik asit) ve NAA (Naftalin asetik asit) hormonlarının 1000, 3000, 5000 ve 8000 ppm dozları hazırlanmıştır. Hormonlar %96'lık etil alkolde çözündürülerek talk pudrası içine eklenmiş ve homojen olarak karıştırılarak toz haline getirilerek kullanılmıştır.

Çalışmada 3 hormon x 1 kontrol x 4 doz x 20 çelik x 3 tekrar olmak üzere toplam 780 adet çelik köklendirmeye alınmıştır. Çalışma, "tesadüfi bloklar deneme desenine" göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde 20 çelik olacak şekilde kurulmuştur. Çelikler köklendirme ortamında yaklaşık 4 ay kaldıktan sonra sökülümüş ve kök oluşturan çeliklerin sayısı belirlenerek köklenme yüzdesi (%), kök uzunluğu (cm) ve toplam ana kök sayısı (adet) belirlenmiştir.

Yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinde; IBM SPSS Statistics 23.0 istatistik programı kullanılmış ve tüm veriler tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda hormon uygulamaları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı (P < 0,05) farklılıklar bulunması durumunda "Duncan" testi uygulanarak homojen gruplar oluşturulmuştur.

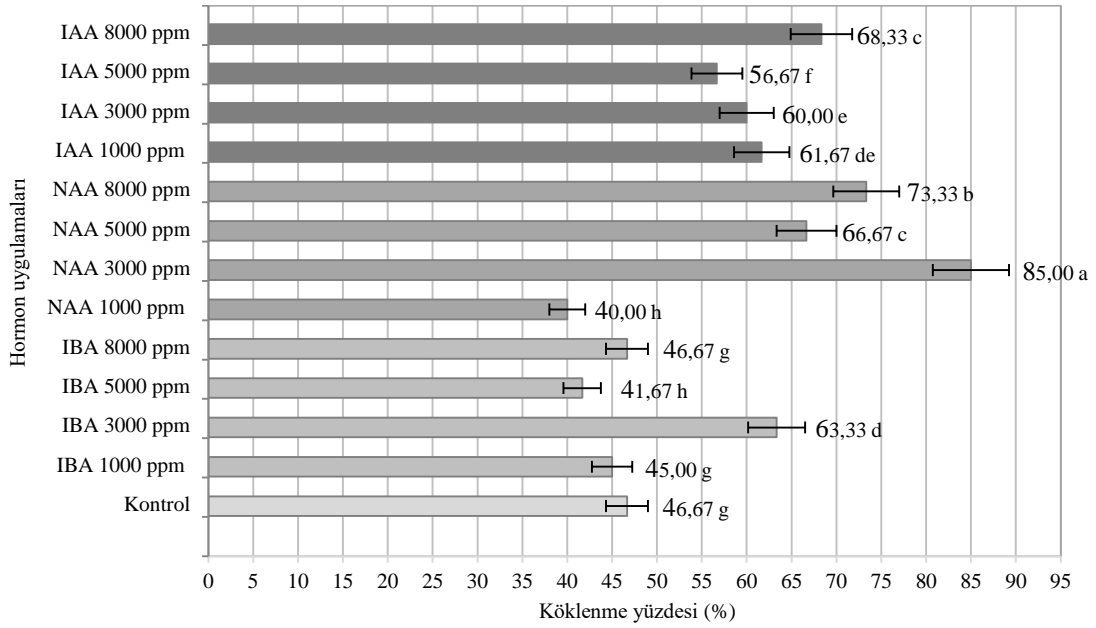
3. Bulgular

3.1. Köklenme yüzdesine ilişkin bulgular

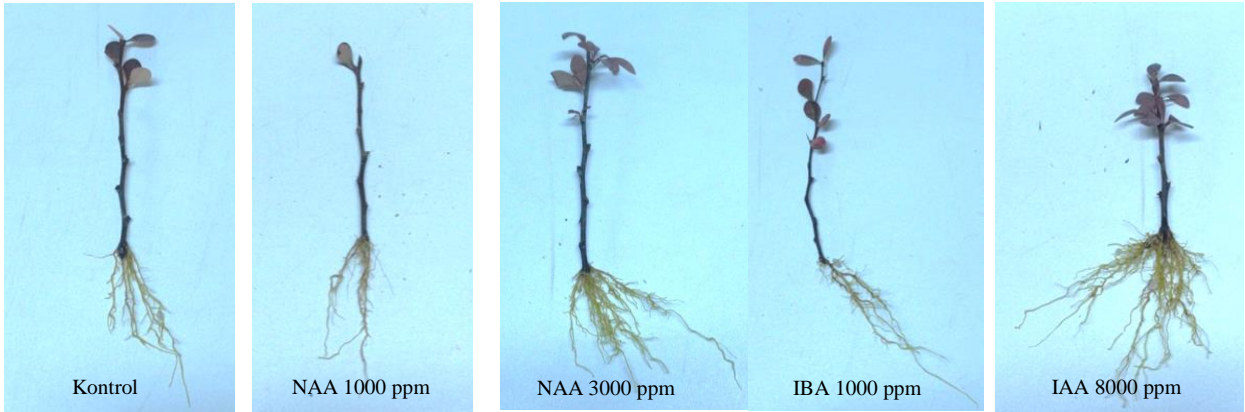
Berberis thunbergii 'Atropurpurea Nana' türüne ilişkin köklenme yüzdesi değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Duncan testi sonuçları incelendiğinde (Şekil 1); farklı dozlarda farklı hormon uygulanan çeliklerin köklenme yüzde değerleri arasındaki farklılıklara göre 9 farklı grubun oluştuğu görülmüştür. Köklenme yüzdesi üzerine NAA'nın 3000 ppm (% 85,00) dozunun en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. NAA'nın 1000 ppm ile IBA'nın 5000 ppm dozunda en düşük köklenme yüzdesi (NAA % 40,00; IBA % 41,67) değeri elde edilmiştir.

3.2. Kök boyu ve kök sayısına ilişkin bulgular

Hormon uygulamalarının, çeliklerin kök uzunlukları ve kök sayıları üzerine etkisini ortaya koyan Varyans analizi sonuçları ile aritmetik ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 1'de verilmektedir. Hormonların köklenme üzerine anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür (P < 0,05). Duncan testi ile ortalamalar arasındaki farklılıklara göre gruplar belirlenmiştir. En iyi ortalama kök uzunluğu (7,59 cm) ve kök sayısı (8,28 adet) NAA hormonunun 3000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerde tespit edilmiştir. IAA hormonunun 8000 ppm dozu ile işlem gören çelikler ise ortalama kök uzunluğu (6,85 cm) ikinci grupta yer almıştır. Kök sayısı değerlerine bakıldığında NAA 3000 ppm ve IAA 8000 ppm uygulamaları en iyi kök sayısı değerleri ile aynı grupta yer almaktadır. En düşük kök boyu ortalama değeri (2,47 cm) ile NAA 1000 ppm hormon dozuyla işlem görmüş çeliklerde belirlenmiştir. Kontrol (2,72 adet) çelikleri ve IBA 1000 ppm (2,82 adet) hormon dozunun uygulandığı çelikler ise en düşük ortalama kök sayısını oluşturmuşlardır. Kontrol ve bazı hormon uygulamaları ile işlem görmüş *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana' çeliklerinin köklenme durumları Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Farklı dozlardaki farklı hormonların köklenme yüzdesi üzerine etkisi. Farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkları ifade eder



Şekil 2. Kontrol ve bazı hormon uygulamalarında *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana' çeliklerinin köklenme durumları

Çizelge 1. Farklı doz ve hormon uygulamalarının *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana' çeliklerinin kök uzunluğu ve kök sayıları üzerine etkisi (N=60, Sütunlardaki farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkları ifade eder)

Hormon	Kök uzunluğu (cm)	Kök sayısı (adet)
Kontrol	3,85 ± 0,72 de	2,72 ± 0,54 d
IBA 1000 ppm	4,13 ± 0,73 de	2,82 ± 0,52 d
IBA 3000 ppm	6,34 ± 0,86 abc	5,18 ± 0,77 bcd
IBA 5000 ppm	3,54 ± 0,66 de	3,45 ± 0,71 cd
IBA 8000 ppm	4,11 ± 0,73 de	4,20 ± 0,81 cd
NAA 1000 ppm	2,47 ± 0,52 e	3,40 ± 0,78 cd
NAA 3000 ppm	7,59 ± 0,78 a	8,28 ± 0,86 a
NAA 5000 ppm	4,89 ± 0,55 bcd	7,10 ± 0,86 ab
NAA 8000 ppm	4,96 ± 0,49 bcd	5,38 ± 0,77 bc
IAA 1000 ppm	4,66 ± 0,60 cd	4,53 ± 0,77 cd
IAA 3000 ppm	5,66 ± 0,76 abcd	4,57 ± 0,63 cd
IAA 5000 ppm	4,25 ± 0,55 cde	4,23 ± 0,61 cd
IAA 8000 ppm	6,85 ± 0,74 ab	7,77 ± 1,05 a
F	4,398	5,747
P	0,000*	0,000*

4. Sonuçlar ve tartışma

Sonuç verilerine genel olarak bakıldığında, NAA 3000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerde yüksek oranda (% 85) köklenme başarısı belirlenmiştir. Aynı zamanda en yüksek kök uzunluğu ve kök sayısı değeri de yine NAA'in 3000 ppm dozunda elde edilmiştir. Çalışmada, toplam çeliklerin (780 adet), ortalama köklenme yüzdesi, % 58.08 olarak tespit edilmiştir.

Berberis aristata çelikleri ile yapılan bir çalışmada, IBA hormonunun 2500, 5000 ve 7500 ppm konsantrasyonları arasında 5000 ppm ile işlem görmüş çeliklerin köklenme yüzdelerinin ve kök uzunluk değerlerinin önemli derecede yüksek olduğu belirtilmiştir (Ali vd., 2008). Bu çalışmada ise IBA hormonunun uygulandığı çeliklerde yüksek köklenme yüzdesi değeri (% 63,33) 3000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerde tespit edilmiştir. IAA hormonunun uygulandığı çeliklerde ise en iyi köklenme yüzdesi (%)

68,33) 8000 ppm ile işlem görmüş çeliklerde belirlenmiştir. Nautiyal ve Purohit (1986), farklı yükseltilerdeki *Berberis* türlerinin sert çelikleri üzerinde yaptıkları çalışmada, IBA ve IAA hormonlarının, çeliklerin köklenme başarılarına ve kök uzunluklarına etki ettiklerini bildirmiştir. IBA ve IAA hormonlarının 10 ppm ve 100 ppm dozlarının uygulandığı çalışmada, *Berberis edgeworthiana* ve *Berberis joeschkeana* çeliklerinde IBA'nın 100 ppm'de köklenen çelik sayısı fazla iken, *Berberis kumaonensis*'de ise IAA'nın 100 ppm'de köklenen çelik sayısının fazla olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, IBA'nın 100 ppm'in uygulandığı çeliklerin oluşturduğu köklerin daha uzun olduğu gözlemlenmiştir. Bu verilerin aksine bu çalışmada da köklenme yüzdesi, kök uzunluğu ve kök sayısı bakımından IAA hormon dozlarının IBA hormon dozlarına oranla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Barr (1985), Mayıs ve Haziran aylarında aldığı *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana' çeliklerinin IBA'nın 2000 ile 8000 ppm arası dozlarında köklenmenin olduğunu belirtmiştir.

Chavoshi (2015), yapmış olduğu çalışmada *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' çeliklerinde en yüksek köklenme değerinin IBA'nın 5000 ppm uygulamasında % 100 olduğunu belirtmiştir. Kök uzunluğu ve kök sayısında en yüksek değer ise NAA'nın 5000 ppm (5,81 cm - 9,83 adet) ile işlem görmüş çeliklerde ölçüldüğünü bildirmiştir. Başka bir çalışmada, Epstein ve Müller (1993), IAA hormonuna kıyasla IBA hormonunun kök oluşumunu artırma kabiliyetinin daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. IBA ve NAA hormonlarının 1000, 2000 ve 3000 ppm dozlarının *Ginkgo biloba*'nın çelikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, IBA 2000 ppm dozu ile işlem görmüş çeliklerde diğer uygulamalara göre en yüksek kök sayısı değeri (4 adet) tespit edilmiştir (Wani vd., 2018). Susaj vd. (2012), *Rosa sp.*'nin iki kültürünün çelikleri üzerine IBA ve NAA hormonlarının 500 ve 1000 ppm doz uygulamalarının etkisinin araştırdıkları çalışmada da, en iyi köklenme değerinin (% 91-89) IBA 500 ppm uygulamasında, en yüksek kök sayısı (50-47 adet) ve kök uzunluğu değerinin (31-28 cm) ise IBA 1000 ppm uygulamasındaki çeliklerde olduğunu belirtmişlerdir.

Hartmann vd. (1997), IBA'nın, köklenme için en iyi oksin olarak kabul edildiğini bildirmiştir. Kaşka ve Yılmaz (1974), oksin hormonlarından en güvenilir ve en iyisinin IBA olduğunu belirtmişlerdir. Bunun sebebi olarak da IBA'nın, geniş konsantrasyon sınırları içerisinde toksik olmadığı ve ayrıca birçok bitki türünün köklenmelerini teşvik bakımından yeterli etkide bulunabileceği bildirilmiştir. Literatürdeki çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, IBA hormon dozlarının çeliklerin köklendirilmelerinde daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların aksine, *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana' bitkisinin yumuşak çelikleri ile yapılan bu çalışmada ise NAA ve IAA hormonlarının, IBA hormonuna göre çeliklerdeki kök oluşumunu ve gelişimini arttırmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, peyzaj mimarlığı bitkilendirme tasarımlarında estetik güzellikleri ve gruplar halinde kullanımlarıyla etkili olan *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana'nın çelikle üretiminde özellikle NAA'nın 3000 ppm ve IAA'nın 8000 ppm dozlarının kullanımı ile fazla sayıda ve kalitede fidan üretilebileceği söylenebilir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: 9733).

Kaynaklar

- Ali, M., Malik, A.R., Sharma, K. R., 2008. Vegetative propagation of *Berberis aristata* DC. an endangered Himalayan shrub. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2(12): 374-377.
- Anşin, R., 2008. Doğa Koleji Florası. Doğa Koleji Bilimsel Yayınlar Serisi, No:1, Feza Gazetecilik A.Ş., İstanbul, 284.
- Barr, B., 1985. Propagation of *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana.' *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.*, 35:711-12.
- Brand, M.H., Lehrer, J.M., Lubell, J.D., 2012. Fecundity of Japanese barberry (*Berberis thunbergii*) cultivars and their ability to invade a deciduous woodland. *Invasive Plant Science and Management*, 5(4): 464-476.
- Brickell, C., 2008. A-Z Encyclopedia of Garden Plants. Volume 1: AJ, The Royal Horticultural Society, London, 1136.
- Burnie, G., Forrester, S., Greig, D., Guest, S., Harmony, M., Hobley, S., Jackson, G., Lavarack, P., Ledgett, M., McDonald, R., Macoboy, S., Molyneux, B., Moodie, D., Moore, J., Newman, D., North, T., Pienaar, K., Purdy, G., Silk, J., Ryan, S., Schien, G., 2004. *Botanica. The Illustrated A-Z of Over 10,000 Garden Plants*, Könemann: Tandem Verlag GmbH, Italy.
- Chavoshi, S.H., 2015. Bazı geniş ve iğne yapraklı süs bitkilerinin çelik ile köklendirilmelerinde sera ortamı ve hormon etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Davies, P.J., 2010. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In *Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. (Davies, P.J., Ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Springer Netherlands, 1-15.
- Ehrenfeld, J.G., 1997. Invasion of deciduous forest preserves in the New York metropolitan region by Japanese barberry (*Berberis thunbergii* DC.). *Journal of the Torrey Botanical Society*, 124(2): 210-215.
- Epstein, E., Ludwig-Müller, J., 1993. Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiologia Plantarum*, 88(2):382-389.
- Genç, M., 2005. Süs Bitkisi Yetiştiriciliği (Temel Üretim Teknikleri). Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:55, Isparta, 567.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L., 1997. *Plant propagation principles and practices*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 770.
- Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 79, Ders Kitabı No: 52, Adana.
- Kızmaz, M., 1996. Bazı Yapraklı Ağaç Türlerinin Vejetatif Yolla Üretilmesi Üzerine Araştırmalar. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 262*.

- Kourtev, P.S., Ehrenfeld, J.G., Huang, W.Z., 1998. Effects of exotic plant species on soil properties in hardwood forests of New Jersey. *Water, Air, and Soil Pollution* 105(1-2): 493-501.
- Mengüç, A., 2003. Süs Bitkileri. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Nautiyal, P.C., Purohit, A.N., 1986. Effect of auxin on seasonal rooting response of stem cuttings of *Berberis* species from different altitudes. *Indian Journal of Plant Physiology*, 24(3): 286-290.
- USDA, NRCS, 2008. The PLANTS Database. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA, USA. <http://plants.usda.gov>, Erişim: 11.08.2008.
- Pamay, B., 1993. Bitki Materyali II, Odunsu Kökenler-Çiçekli Çalılar, Sarmaşıklar, Kaktüsler ve Sukkulent Bitkiler, Saz ve Kamışlar. Orhan Ofset, İstanbul.
- Silander, J.A., Klepeis, D.M., 1999. The invasion ecology of Japanese barberry (*Berberis thunbergii*) in the New England landscape. *Biological Invasions*, 1(2-3): 189–201.
- Susaj, E., Susaj, L., Kallço, I., 2012. Effect of different NAA and IBA concentrations on rooting of vegetative cuttings of two rose cultivars. *Research Journal of Agricultural Science*, 44(3): 121-127.
- Ürgenç, S., 1992. Orman Ağaçları Islahı. İ.Ü. Orm. Fak. Yayınları, Rek No: 3395, Fakülte No: 442, İstanbul, Yayın No: 293, 313-318.
- Wani, A.M., Jamir, L.L., Rai, P., 2018. Effects of IBA, NAA and GA3 on rooting and morphological features of *Ginkgo biloba* Linn. stem cuttings. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3): 1894-1896.
- Yahyaoglu, Z., 1983. Ladin (*Picea orientalis* (L) Link)'de çelikle üretim. *K.Ü. Or. Fak. Derg.*, 6(1): 5-15.
- Yaltırık F., Keçe, H., 1997. Orman ve Park Ağaçlarımız: Süs Çalıları ve Sarılıcılar. 2. Cilt, Atlas, İstanbul, 114.

Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin planlanmasında yöntem ve yaklaşım sorunu

Kenan Ok^a, Mehtap Koç^{a,*}

Özet: Türkiye ormancılığında odun dışı orman ürünlerine verilen önem özellikle 2000’li yıllarda artmıştır. Bu dönemde, Türkiye’de dört ayrı uluslararası odun dışı orman ürünleri toplantısı yapılmıştır. Ormancılık bilim dünyasının konuya yaklaşımını gösteren son üç toplantıda 282 bildiri sunulmuştur. Odun dışı orman ürünleri üretiminde yetki sahibi olan Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ise, 2011 yılında Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı’nı kurmuş ve örgüt yapısını genişletmiştir. Bu dönemde hazırlanan Ulusal Ormancılık Programı ile OGM Stratejik planlarında odun dışı orman ürünlerine daima yer verilmiş, bu ürünlerin sürekliliği önemsenmiştir. OGM, önceleri odun dışı orman ürünlerinin üretim ve satışına odaklanmış düzenlemelerle çalışırken, 2013 ve 2016 yıllarında çıkardığı iki ayrı tebliğle bu ürünlerin “envanter ve planlanması” konusuna da yönelmiştir. Bu çalışmanın kapsam ve amacı; Türkiye’de yapılan uluslararası toplantılarda sunulan bildirimler ile OGM’nin geçerli yönetim anlayışını temsil eden tebliğ kapsamında; odun dışı orman ürünlerinin tür ve ürün bazında sürekliliğini sağlayabilecek yönetim teknikleri, planlama modelleri ve süreklilik izleme göstergeleri önerme, içerme durumlarını saptamaktır. Yapılan incelemede, bilimsel çalışmaların odun dışı orman ürünlerinin sürekliliğini sağlayacak planlama yaklaşımlarının geliştirilmesine sınırlı destek verebildiği, uygulanan tebliğin içerdiği türe özgü bilgilerin çoklukla yıllık hasat alımını düzenleme ilkelerine odaklandığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Odun dışı orman ürünü, Planlama, Yönetim, Sürdürülebilirlik

The problem of methodological approach to planning of non-wood forest products in Turkey

Abstract: Non-wood forest products (NWFPs) has gained importance in Turkey since 2000s. During this period, four international NWFPs meetings took place in Turkey and reflecting different approaches of forestry scientists, in the last three meetings showing the approach 282 papers were presented. General Directorate of Forestry (GDF), the authority on NWFPs, established the Department of Non-Wood Forest Products and Services in 2011 and expanded the structure of the organization. NWFPs and sustainability have been continuously placed in National Forestry Program and Strategic Plans of GDF and the sustainability of these products have been considered. While GDF has focused on production and sales of NWFPs formerly, it has expanded the regulations to “inventory” and “planning” of these products by arranging two new communiques in 2013 and 2016. The scope and purpose of this paper is to investigate the degree of inclusion and proposal of management techniques, planning models and monitoring indicators suitable for the sustainability of the species and products under the limitations of papers presented at last three international meetings held in Turkey and communique numbered 302. As a result of this review, it was determined that scientific studies could give limited support to the development of planning approaches for NWFPs, while the communique containing species specific information has mainly focused on explaining the principles to arrange annual harvesting.

Keywords: Non-wood forest product, Planning, Management, Sustainability

1. Giriş

Bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de odun dışı orman ürünlerine (ODOÜ) ilgi artmaktadır. 2000 yılında Menemen’de yapılan Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünlerinin Hasatı semineri ile Türkiye’de bu alanda yeni bir dönemin başladığı düşünülebilir. Bu seminerle birlikte odun dışı orman ürünleriyle ilgili yaşanan gelişmelerin, yapılan kavramsal ve uygulamalı çalışmaların ilgililer ile paylaşıldığı, uluslararası katılımlı sempozyumlar serisi de başlamıştır. Menemen seminerinin ardından 2006 yılında Trabzon’da I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri

Sempozyumu gerçekleştirilmiştir. ODOÜ yönetimiyle ilgili beklentileri karşılayamasa da, 2008 yılında Orman Amenajman Yönetmeliğinin değiştirilmesini de bu kapsamdaki önemli olaylar arasında kabul etmek gereklidir. 2011 yılına gelindiğinde, OGM bünyesinde Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı kurulurken, Isparta’da II. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu gerçekleştirilmiştir. Bu birimin kurulması, OGM’nin konuya verdiği önemin bir göstergesidir. OGM’nin odun dışı ürünlerle ilgili çalışmaları, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı öncesinde, 1995 yılında kabul edilen 283 sayılı Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları

✉ ^a İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ormancılık Ekonomisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

✉ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mehtap.koc@istanbul.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.12.2018



Citation (Atıf): Ok, K., Koç, M., 2018. Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin planlanmasında yöntem ve yaklaşım sorunu. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 391-402. DOI: [10.18182/tjf.480037](https://doi.org/10.18182/tjf.480037)

Tebliğine göre yürütülmüştür. Bu başkanlıkla birlikte, tebliğler de hızla yenilenmeye çalışılmış, 2013 yılında 297 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları Tebliği yayınlanmıştır. 2014 yılında bilimsel etkinliklerin bir yenisi gerçekleştirilmiş ve Kahramanmaraş'ta III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu yapılmıştır. OGM, 2016 yılında "302 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları" isimli tebliği (OGM, 2016) yayınlamış, bu alandaki anlayışını güncellemiş ve resmen ortaya koymuştur.

Ülke bilim dünyası yapılan uluslararası toplantılar aracılığıyla ODOÜ konusunda bilgi üretme çabası gösterirken, uygulayıcı birim olan OGM bu alana özgü bir daire başkanlığı kurarak ve çalışma biçimini netleştirme gayreti içerisinde tebliğler yayınlamış, Türkiye'nin ODOÜ kapasitesini geliştirmeye çalışmıştır.

İçinde bulunulan dönemi; odun dışı orman ürünleri hakkında farkındalığın oluştuğu, konunun önemi hakkında bilincin sağlandığı, sorumlu kişi ve kurumların daha net tarif edildiği bir dönem olarak kabul etmek olanaklıdır. Ancak, her adımda ODOÜ'lerinin sürekliliğini sağlayabilecek bilimsel bilgileri üretebilen bir bilimsel yönelim içerisinde olup olmadığı, bu ürünlerden sorumlu uygulayıcı birimlerin yeterli yönetsel yetkinliğe erişip erişmediğinin tartışılması gerektiği açıktır. Gerçekten de, bilim insanları bu konuda bildiriler yazmakta, tezler vermekte, araştırmalar yapmaktadır. Ülke ormancılık kurumları, ormanların yönetim planlarına ek olarak, odun dışı orman ürünü faydalanma planları yapmak gerektiğini bilmekte, hatta bu planların hazırlanma yöntemini 302 sayılı tebliğle (OGM, 2016) açıklamış durumdadır. Ancak, odun dışı orman ürünlerinin çeşitliliği anlaşılmalı, bu çeşitlilikten sorumlu bir örgüt yapısı ortaya konmuş ve ekonomik önemi görülmüş olsa da, bu türlerin sürekliliğini sağlayabilecek planlama ve yönetim şeklinin halen tartışılır bir yapıdadır ve özellikle türe özgü bilgi ve yönetim süreçleri konusunda eksiklikler görülmektedir (Ok ve Tengiz, 2018). Doğada ürün oluşana kadar bekleyen, pazarın istediği ürünün varlığının oluşup oluşmadığının envanterini yapan ve ardından alıcısına satış işlemini gerçekleştiren bir yönetsel bakış ortaya çıkmıştır. Halbuki tıpkı odun hammaddesinde olduğu gibi, üretilmesi gereken ODOÜ'leri saptayan, bu ürünleri oluşturabilecek orman yapısını, vejetasyon biçimini tanımlayan ve bu yapıyı kurmaya yönelik ilk tesis, bakım ve hasat işlerini, süreklilik ilkesine göre yürüten, uygulamalarını izleyip değerlendirebilen bir bakışa geçilmesi gereklidir. Bu nedenle, artık çeşitlilik, ekonomik fırsatlar veya sürekliliğin önemi konusunda farkındalık artırıcı araştırma ve yayınlardan çok, önemine inandığımız ODOÜ'lerin

sürekliliğini tür veya ürün bazında garanti altına alabilen bir planlama ve yönetim düzenini kurmaya hizmet edecek araştırmalar yapmaya, bu araştırma sonuçlarını uygulamayı yönlendiren tebliğ içeriklerine dönüştürmek gereklidir.

Bu makalenin amacı, ODOÜ konusunda bilim dünyasında yapılan toplantılar ile uygulayıcı birimlerin temel anlayışını yansıtan güncel tebliğin, bu ürünlerin sürdürülebilirliğini garanti altına alabilecek bir metodik yaklaşımı ortaya koyup koyamadığını tartışmak ve özellikle sürdürülebilirlik ilkesine uyan bir faydalanmanın sağlanabilmesine yönelik planlama kapsamında öneriler geliştirmektir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma materyali iki grupta ifade edilebilir. İlk materyal grubunu, Türkiye'de 2000 sonrası yapılan odun dışı orman ürünleri sempozyum, konferans ve kongrelerinde sunulan bildiriler oluşturmaktadır. Bu kapsamda yayınlanan üç bildiri kitabında yer alan özet ve tam metin yayımlar incelenmiş ve toplam 282 adet çalışma taranarak, içerik analizine tabi tutulmuştur. Poster bildiriler kapsam dışı bırakılmıştır. İlk olarak anahtar kelimelerinde **Yönetim** ve **Planlama** kelimeleri yer alan bildiriler tespit edilmiştir. Bildiriler "**Yönetim**" anahtar kelimesi barındırma durumuna göre taranırken, ifadenin eş anlamlısı olarak "**Amenajman**" ve İngilizce karşılığı "**Management**" kelimeleri de kapsama dahil edilmiştir. İkinci aşamada, bütün bildirilerin özet bölümleri, **planlama ve yönetim metodolojisi** önerisi var-yok şeklinde taranmıştır. Üçüncü ve son aşamada ise bütün bildiriler bir **planlama değişkeni** önerip, önermediğine göre sorgulanmıştır.

Araştırmanın ikinci grup materyali, **302 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları** tebliğinden oluşmaktadır. Tebliğ içeriği, ODOÜ planlaması ve faydalanmanın sürekliliğiyle ilgili anlayış açısından sorgulanmış, hangi yöntemleri önerdiği, önerilen yöntemlerin uygulanabilir olup olmadığı, hazırlanan planlarla faydalanmanın sürekliliğinin izlenip denetlenmesine atlık olabilecek bir nitelikte olup olmadığı incelenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Sempozyum bildirilerinin içerik analizi bulguları

Son üç Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumunda sunulan toplam 282 adet bildirinin dağılımları ile yapılan tarama sonuçları, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumlarında Bildiri Dağılımları ve İçerik Bulguları

Toplantı Adı	Toplam bildiri sayısı		Anahtar kelimelerde				Özet bölümü içinde en az bir türe yönelik			
			Yönetim		Planlama		Planlama metodolojisi		İzleme değişkeni	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
I. Uluslararası ODOÜ Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon	110	39	11	10	4	3,6	7	6,4	24	21,8
II. Uluslararası ODOÜ Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta	48	17	1	2,1	1	2,1	5	10,4	17	35,4
III. Uluslararası ODOÜ Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014 Kahramanmaraş	124	44	4	3,2	6	4,8	7	5,6	33	26,6
Toplam	282	100	16	5,7	11	3,9	19	6,7	74	26,2

Sempozyum kitaplarında yer alan bildirimlerin özet bölümleri içerik analizine tabi tutulduğunda; en fazla (11 adet, % 10) birinci sempozyum bildirimlerinin anahtar kelimeleri arasında Yönetim ifadesi yer almaktadır. Birinci sempozyumda ilgilenilen yönetim alanlarına “Av ve Yaban Hayatı Yönetimi” (Şafak, 2006), “Sürdürülebilir Kaynak Yönetimi” (Açıkgöz, 2006), “Orman Amenajmanı” ve “Amenajman” (Baş ve Güler, 2006) şeklinde örnekler verilebilir. İkinci Uluslararası ODOU sempozyumunda sadece bir adet bildirim (Başkent ve Küçükler, 2011) anahtar kelimeleri arasında “Yönetim” kavramı yer almıştır. Üçüncü Sempozyumda, sunulan toplam bildiri sayısı artmasına rağmen, sadece dört adet (% 3,2) bildirimde (NazariRad vd., 2014; Karahalil vd., 2014; Şafak ve Başar, 2014; Küçükler ve Başkent, 2014) yönetim kavramına yer verilmiştir.

Yukarıdaki tarama analizi; “planlama” ve “planning” terimleri için tekrarlandığında, tüm bildirimler içerisinde planlamanın, Yönetim kavramından daha az (% 3,9) yer aldığı tespit edilmiştir. İkinci ODOU sempozyumunda da sadece bir adet bildirimde (Başkent ve Küçükler, 2011) planlama kavramı “Forest Management Planning” ifadesi ile anahtar kelimelerde yer bulmuştur. Bu bildiri aynı zamanda yönetim kelimesinin de kullanıldığı bildirimdir. Planlama ifadesini direkt anahtar kelime olarak kullanan bildirimler (Kiriş vd., 2006; Carus, 2014) olduğu gibi, “Çok Amaçlı Planlama” (Mısırdı vd., 2006), “Beş Yıllık Kalkınma Planları” (Türker, 2006a), “Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama” (Karahalil vd., 2014), “Peyzaj Planlama” (Altınçekiç vd., 2014), şeklinde kullanımlar da görülmektedir.

Anahtar kelime taramaları tamamlandıktan sonra, üç sempozyumda yayınlanan tüm bildirimlerin özet bölümleri ayrıca içerik analizine tutulmuştur. Çizelge 1’de görüldüğü gibi her sempozyumda, ortalama 6 adet bildirim özetinde, bir “Planlama ve Yönetim Metodolojisi önerisine” yer verilmiştir. Üç sempozyumda sunulan tüm bildirimler içerisinde planlama ve yönetim tekniği önerisi getirenlerin oranı ise % 6.7 gibi düşük bir orandadır.

Birinci sempozyumda; Av ve yaban hayatı yönetimi için çözüm önerisinde bulunan (Şafak, 2006), ihlamur türü özelinde envanter çalışması yapılmasını ve katılımcı yaklaşımla planlama gerekliliğini vurgulayan (Çiftçi ve Fırat, 2006), kestane ve fıstıkçami için mevcut amenajman planlarına entegre planlama ve yönetim gerekliliğini belirten (Kadioğulları vd., 2006), su üretiminin mevcut amenajman planlarına yansıtılması stratejilerine değinen (Keleş vd., 2006) çalışmalar saptanmıştır.

İkinci sempozyumda yer alan bildirimlerde; Kamerun için ODOU pazarlama bilgi yönetimi sistem modeli öneren (Samba ve Gertrude, 2011), OGM teşkilat organizasyon şemasında değişiklik ve ODOU Mühendisliği programlarının açılması gerekliliğini belirten (Demirci, 2011), Gümüşi İhlamur için sürdürülebilir kullanım önerisi getiren (Korkusuz ve Dirik, 2011), bitkisel ve hayvansal kökenli ODOU’nin envanter metodlarını aktaran (Başkent ve Küçükler, 2011), Şimşirde süsleme amaçlı sürgün kesiminde silvikültürel müdahale usulleri öneren (Çoban ve Özalp, 2011) çalışmalar, yönetim ve planlamaya katkılarıyla dikkat çekmektedir.

Üçüncü sempozyum bildirimlerinin taranması sonucunda; ODOU kapsamında bitki taksonu haritalandırması yaparak mevcut amenajman planlarına entegre edilmesi noktasında öneriler geliştiren (Karaköse ve Terzioğlu, 2014), zaman

serisi analizi ile ODOU talep projeksiyonuna bağlı yönetim önerisi sunan (Türkoğlu vd., 2014), kekiğin orman amenajman planlarına entegre edilmesi çalışması yapan (Karahalil vd., 2014) çalışmalar, planlama metodolojisi önerisi kapsamında görülebilecek bildirimlerdir.

Çizelge 1’den de görüldüğü gibi, birinci sempozyum bildirimlerinin özet bölümleri en az bir “planlama ve yönetim izleme değişkeni bulundurma” durumuna göre analiz edildiğinde, bu kapsama girebilen 24 yayın tespit edilmiştir. Bu bildirimler arasında çeşitli türlere ait yıllık üretim miktarı (Alkan vd., 2006; Bilgin vd., 2006; Türker vd., 2006b) ile hasat zamanlarını (Var, 2006) çalışan bildirimler dikkat çekicidir. Defne türünün daha iyi yönetiminde standart oluşturmaya katkı yapabilecek üç çalışma tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda; defnenin yaprak uçucu yağ ve meyve sabit yağının mevsimsel değişimi (Erden vd., 2006), yaprak verimi (Güler ve Baş, 2006), kurutma kayıp oranı (Yazıcı, 2006) konularında katkılar yapılmıştır. Her ne kadar, bir izleme değişkeni tanımlamak güç olsa da, mantar türleri için kullanım alanları (Lehtijärvi, 2006) ile yenebilme özellikleri ve yayılış alanları (Uzun, 2006) hakkında yapılmış çalışmalar vardır.

Sempozyum serilerinin ikincisinde; çeşitli türler için yıllık üretim miktarı (Ghanbari vd., 2011), dış ticaret değişkenleri (Kurt vd., 2011; Özçelik ve Koca, 2011) hakkında bildirimler görülmektedir. Fıstıkçamının yaşa bağlı verim değişimi (Karademir vd., 2011) ile çeşitli türler için kimyasal değişken olarak uçucu yağ oranı (Parlak, 2011; Özderin vd., 2011; Özkan vd., 2011), antioksidan aktivite düzeyi (Şahin ve Üner, 2011; Özmen vd., 2011), biyopestisit özellikleri (Kıtiş, 2011) hakkında yazılmış bildirimler, planlama ve yönetim alanında yapılması gerekenleri belirlemekte yön gösterici çalışmalarlardır.

Son sempozyumdaki bildirimler, bir planlama ve izleme değişkeni kapsamında içerik analizine tabi tutulduğunda, avcılarının harcama eğilimini (Aydın ve Bekiroğlu, 2014), kent ormanı kullanıcılarının memnuniyet (Kulözü vd., 2014) ve farkındalık düzeylerini (Özer vd., 2014) çalışan sosyal içerikli yayınlara rastlanmaktadır. Çeşitli türlerde verim değişkeni için yapılmış çalışmalar (Küçükler ve Başkent, 2014; Sözbir vd., 2014; Karık vd., 2014) bu sempozyumda da yer almıştır. Kimyasal özelliklere dayalı uçucu yağ bileşimi (Karaman vd., 2014) değişkeni çalışan yayınlara son sempozyumda da rastlanmıştır.

3.2. 302 Sayılı tebliğdeki bulgular

3.2.1. Tebliğin genel hükümleriyle ilgili bulgular

Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları isimli 302 sayılı tebliğin amacı “*başta sürdürülebilirlik ilkesi olmak üzere ormancılık ana ilkeleri doğrultusunda orman ekosistemlerinin odun hammaddesi dışında ürettiği odun dışı orman ürünlerinden yapılacak faydalanmaya ilişkin envanter, planlama, üretim, satış usul ve esaslarını belirlemektir*” olarak ifade edilmiştir (OGM, 2016). Gerçekten de böylesi bir amaca hizmet edebilecek bir düzenlemeye ihtiyaç vardır. Ancak, tebliğin hedeflediği amaca erişebilecek bir içeriğe sahip olup olmadığı, uygulamaya yön verip veremediği noktalarında bilim dünyası ve uygulayıcı birimlerce sorgulanmalıdır.

Odun dışı ürün yönetiminde envanter önemli bir aşamadır. 302 sayılı tebliğde Envanter “*Plan üniteleri sınırları içerisindeki ODOÜ’lerin durumlarını tespit etmek amacıyla uygun metotlar kullanılarak yapılan ölçüm, sayım ve değerlendirmelerin tümü, alan envanteri ve verim envanteri şeklinde uygulanır*” (OGM, 2016) şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanıma ek olarak alan envanteri ve verim envanteri hakkında açıklamalara da yer verilmişse de, yönetilecek türe ve ürüne göre hangi metodun uygun metot olacağı, ölçülecek veya sayılacak değişkenin ne olduğu açıklanmamıştır. Hazırlanacak yönetim planının gerektirdiği izleme ve değerlendirme değişkenleri ile envanterde ölçülecek değişkenlerin uyumu sağlanmamıştır.

302 sayılı tebliğde faydalanma miktarı: “*Bir ODOÜ’nün tüm yayılış alanında faydalanma yılına ait üretim zamanında toplanılacak miktarı*”, ifade eder şeklinde tanımlanmıştır, bu miktarı kararlaştıracak kişinin hangi sınırlar içerisinde kalması gerektiği belirtilmemiştir. Tebliğin içerdiği faydalanma oranı tanımında da bu bilgiyi görmek mümkün değildir. Tebliğe göre faydalanma oranı; “*Belirli bir yayılış alanında tespit edilerek envanter çalışmaları yapılan bir ODOÜ’nün popülasyonunun devamlılığı ve faydalanmanın sürdürülebilirliği açısından üretime konu edilecek miktarının verim miktarına olan yüzdesel oranını*” (OGM, 2016) ifade etmektedir. Ancak bu durumda da “sürdürülebilir” verim miktarı ne olmalıdır sorusu ortaya çıkmaktadır. Tebliğe göre verim miktarı; “*Hedef ODOÜ’nün örnek alan(lar) veya bu alan(lar) üzerinden hesaplanan tüm yayılış alanındaki sayısını ya da gram, kilogram, ton cinsinden ağırlığını*” (OGM, 2016) ifade etmektedir. Görüldüğü gibi, yukarıdaki tanım ve açıklamalardan yola çıkarak;

- Envanter yapılan varlığın ne kadarının toplanmasına izin verildiğinde süreklilik sağlanır? Hangi sınır aşırsa süreklilik tehlikeye düşer?
- Bütün türlerde ve yetişme ortamlarında faydalanma oranı aynı mıdır?
- Türe ait bir artım düzeyi ölçmeden, artımla ilişkilendirmeden, faydalanma miktarının sürdürülebilir olup olmadığı nasıl anlaşılabilir?

şeklindeki soruların yanıtlarını, 302 sayılı tebliğde bulmak olanaksızdır.

Bitki veya hayvan, canlı bir varlıktan yapılacak yararlanmanın zamanı ve sıklığı, süreklilik için önemli kararlardır. 302 sayılı tebliğde de, bu kavramlara, haklı olarak yer verilmiştir. Ancak, tebliğ faydalanma periyodunu; “*bir ODOÜ için aynı yayılış alanından ya da bir kısımdan yapılacak faydalanmanın yıl olarak dönüş süresi*” (OGM, 2016) olarak tanımlamaktadır. Tebliğ böylesi bir tanım yaparken bazı tür ve ürünlerde bir dönüş süresini belirtirken, tebliğde yer alan tüm türler, ürünler ve yetişme ortamları için uygulayıcıya ideal dönüş sürelerini söylememektedir. Faydalanma periyodunun ürüne göre mi, yoksa türün biyolojisine göre mi belirleneceğini de açıklamamaktadır.

Üretimin yapılacağı zaman konusunda da bir belirsizlik gözlenmektedir. Tebliğe göre üretim zamanı; “*Bir ODOÜ için; türün biyolojisi, yetişme ortamı koşulları, faydalanılacak kısımları ve bunun gibi farklı etkenler doğrultusunda belirlenen toplamın başlangıcı (dâhil) ile bitişi tarihi (dâhil) arasındaki süreyi*” (OGM, 2016) ifade

etmektedir. Ancak, tebliğde faydalanma periyodunda yapıldığı gibi, türden faydalanmanın yapılacağı yıl içi zaman, gün içi zaman, hava hallerine göre zaman, türe ve ürüne göre açıklanmadan, uygulayıcının bilgi ve deneyimine bırakılmıştır. Biyolojik varlığın ve ürünün sürekliliğinde önemli olan bu bilgilere tebliğde yer verilmezken, idari işlerin sürekliliği önemsenmiş ve “*üretim zamanı henüz geçmemiş, farklı gerekçeler ve statülerince koruma altına alınmamış ODOÜ’lerden üretim talebi bulunanların faydalanma planları verim kaybına neden olunmadan yıllık iş programına bağlı kalınmaksızın öncelikli olarak yapılır*” (OGM, 2016) şeklinde bir hükme yer verilerek, olası hasat fırsatları değerlendirilmek istenmiştir. Bu açıklama yapılırken, bir türün üretim zamanının geçip geçmediğinin neye göre anlaşılacağı, türün biyolojisinin, örneğin tohum dökme zamanının, üretim zamanını belirlemekte ne kadar ve nasıl etkili olacağı açıklanmamıştır.

Tebliğin “Envanter ve Planlama Heyetlerinin Oluşturulması” başlığı altında; “*Envanter ve Planlama Heyetleri biri ilgili İşletme Şefi, diğerleri Bölge Müdürünün görevlendireceği biri başkan en az üç teknik elemandan oluşur. Heyetlerde görevlendirilecek yeterli sayıda personel bulunmaması veya mevcut personelin ilgili konularda uzman olmaması gibi durumlarda hizmet alımı yapılabilir*” (OGM, 2016) denilmektedir. Bu iyi niyetli ifadelerle rağmen, bir OGM çalışanının odun dışı orman ürünü planlama konusunda uzman olduğunun kanıtına veya göstergesine tebliğde yer verilmemekte, hizmet alımı yapılacak kişinin bu alanda uzman olduğunun nasıl anlaşılacağı, uygulayıcıya açıklanmamaktadır.

302 sayılı tebliğe göre “*Verim envanteri, envantere konu ODOÜ’nün yaprak, sürgün, çiçek, meyve, kozalak, yumru, rizom, soğan gibi faydalanılan kısımlarının gerek nitelik gerekse nicelik bakımından toplanılmasının uygun olduğu üretim zamanlarında yapılır. Üretim zamanı, ODOÜ’nün biyolojisine önemli oranda bağlı olduğu kadar rakım, bakı, mikroklima gibi habitat özelliklerine de bağlıdır. Bu nedenle envanter çalışmalarının zamanlaması bölge ve yöreye göre değişkenlik gösterebileceğinden arazi çalışmaları bu husus göz önünde bulundurularak planlanır*” (OGM, 2016). Bu bilgilere katılmamak, gerçekten mümkün değildir. Ancak, örneğin Defne yaprağı için, Akdeniz, Ege veya Marmara bölgesinde ve farklı rakımlarda en uygun üretim zamanının ne olduğu veya İhlamur çiçeği veya Tavşan memesi (*Ruscus* spp.) rizomları için ideal envanter zamanının Türkiye’nin hangi bölgesinde hangi zamana denk geldiğini tebliğden öğrenmek mümkün değildir.

302 sayılı tebliğ zaman zaman bir ders kitabı içeriğinde detay bilgilere yer verse de, içeriklerinin yeterliliği sorgulanmaya muhtaçtır. Örneğin tebliğin “*Hedef ODOÜ yayılış alanı içerisinde homojen bir dağılım gösteriyorsa yayılış gösterdiği alanlarda sistematik; heterojen bir dağılım gösteriyorsa bilinçli tesadüfi örnekleme metodu tercih edilir. Bilinçli tesadüfi örnekleme metodunda subjektif bir değerlendirme söz konusu olacağından örnek alanlar yayılış alanını en iyi temsil edecek yerlerden özenle seçilmelidir. Envanter çalışmalarında alınacak örnek alan sayısı ve örnek alanların büyüklüğü hedef ODOÜ’nün bölmecek içindeki yayılışına göre belirlenir*” (OGM, 2016) şeklindeki ifadeleri “yeterlilik ve açıklık” açılarından incelemek yararlıdır. Uygulayıcının bir türün homojen veya heterojen yayıldığına karar verebilmesi için, bu konudaki ölçüyü bilmesi gereklidir. Bununla birlikte; homojenliğin ve heterojenliğin ölçüsü nedir? Bu ölçü türe göre değişir mi?

Bir örneklem hem bilinçli hem tesadüfi nasıl olabilir? Bir mühendis ne yaparsa “örnek alan seçiminde” özenli davranmış olur? Şeklindeki soruların yanıtlarını tebliğde bulmak olanaksızdır. Üstelik tebliğde geçen “bilinçli tesadüfi örnekleme” istatistik kitaplarında tanımlanan örnekleme tekniklerine uymamaktadır. Bununla birlikte, kolayda örnekleme veya olasılıksız örnekleme yöntemleri denilen örnekleme yöntemleriyle, tebliğde geçen bilinçli tesadüfi örnekleme yöntemini aynı anlamda kabul etsek dahi, bu örnekleme yöntemlerinin ana kütleyi temsil etme yeteneği en düşük yöntemler olduğu (Nakip, 2006) bilinmelidir. Tebliğde yer alan örnek alanların şekil ve büyüklükleri ile homojen ve heterojen yayılış halinde alınması gereken alanların ana kütleyi temsil kabiliyetleri çok şüphelidir ve bilimsel bulgulara, ilkelere dayandırılmadan idari bir karar ve anlayışla ortaya konduğu görülmektedir.

Diğer yandan, 302 numaralı Tebliğ’in 2.7.2 Faydalanmaya Konu Edilmeyecek Türler başlığı altında, “Bir yayılış alanındaki yayılışı braun blanquet skalasına göre nadir, serpili (münferit) ve örtme derecesi % 5’in altında olan türler ile ulusal mevzuatlarımız ya da taraf olduğumuz uluslararası anlaşmalarla mutlak koruma altına alınmış türler faydalanmaya konu edilmez” (OGM, 2016) denilmekte fakat envanteri braun blanquet anlayışıyla yapmadan, bir türün bu skalaya göre durumunun belirlenemeyeceği, karşılaştırılmayacağı unutulmaktadır.

302 sayılı tebliğ göre “Ölçümler yaş ağırlık üzerinden yapılır. Bu ölçümlerde hedef ODOÜ’nün üretim tekniğine kesinlikle uyulmalı ve uygun toplama araçları kullanılmalıdır. Hedef ODOÜ’nün birden fazla faydalanılan kısmı var ise her bir kısım ayrı ayrı üretilerek ayrı ayrı sayılır ve/veya ölçülür” (OGM, 2016). Tebliğde yer alan bu bilgileri, tebliğin ileri kısımlarında yer alan türe özgü açıklamalarla birlikte ele almak gereklidir. Böylesi bir karşılaştırma, birlikte değerlendirme yapıldığında, tebliğde hangi bir tür ve üründe üretim yapmak için en uygun tekniğin ne olduğunun sistematik bir biçimde ortaya konmadığı anlaşılmaktadır. Hangi araçların uygun toplama aracı olarak kabul edileceği belirsizdir. Örneğin Şimşir gibi, hem sürgünü hem odunu değerli olan türlerin yönetiminde nasıl hareket edileceği yeterince açıklanmamıştır.

302 Sayılı Tebliğde “Hedef ODOÜ’nün yayılış alanlarının kapsadığı orman fonksiyonları, transport olanakları, sağladığı ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik gibi diğer bileşenlerle birlikte bütüncül ve katılımcı bir yaklaşımla değerlendirilerek sürdürülebilir faydalanmanın yöntem, usul ve esasları belirlenir” (OGM, 2016) denmekte fakat bunun nasıl başarılacağı açıklanmamaktadır. Tebliğde, “hangi ODOÜ’den ne miktarda faydalanılacağına ya da ne kadarının doğaya bırakılacağına yapılan bilimsel araştırmalar ve uzman tavsiyeleri dikkate alınarak gözlemler sonucunda karar verilir. Türün biyolojisine göre yapılacak faydalanmalar dönüşümlü olarak planlanır. Örneğin defne sürgün faydalanmasının ardından 2-3 yıllık bir sürede kendisini yenileyebildiği için, üretimi 2-3 yılda bir yapılacak şekilde faydalanma bloklarına ayrılır” (OGM, 2016) denmektedir. Bu ifadeden anlaşılmaktadır ki, defnede aynı yaşlı bir yapı kurulmak istenmekte fakat tetar anlayışıyla mı yoksa ocaklar halinde oluşturulacak kök sürgünlerinden mi yararlanılacağı açıklanmamaktadır. Defneden söz edilmekte fakat örneğin Şimşir, Kocayemiş, Süpürge çalısı veya Ormangülü’nden söz edilmemektedir. Bu belirsizlikler

altında, tebliğde ifade edilen “yapılacak faydalanma sınırlı ve ekolojik süreçleri en az etkileyecek şekilde düzenlenmeli” ilkesinin nasıl hayat bulabileceği de belirsizleşmektedir. Oysa tebliğ hazırlayanların, uygulayıcıdan çok, bilimsel araştırmalar ve uzman tavsiyelerini dikkate alabilmeleri ve tebliğde yer vererek, bu bilgileri bir yönetim standardı veya kılavuzu halinde uygulayıcılara sunmaları beklenir.

302 sayılı Tebliğin Odun Dışı Ürünlerin Satış Usul ve Esasları bölümünün 4.1. Genel Usul ve Esaslar başlığı altında “Üretim işçiliği müşteriye ait olmak üzere açık artırmalı satış usulü odun dışı orman ürünlerinin üretimi, aynı zamanda üretilen ürününün üreticiye satışını sağlayan bir satış usulüdür. Üretim işçiliği müşteriye ait olmak üzere açık artırmalı satış; İdarenin üretim masrafı yapmadığı, zamanın verimli kullanıldığı, değer kayıplarının azaldığı ve ürünün pazarlama garantisinin sağlandığı satış yöntemidir. Söz konusu satış usulü üretim ve satış garantisini sağladığından mutlaka tercih edilmelidir” (OGM, 2016) denilmektedir. Bu ifade ile belirtilen aslında alivve satış tekniğidir. Odun hammaddesi satışlarında dikili satış olarak bilinen bu usulde, ormanın sahibi olmayan, pazarlamaya odaklanmış alıcının, oluşan ürünü alıp kalan meşçereye verebileceği olası zararlar sıklıkla sorgulanmaktadır (İlter ve Ok, 2012). ODOÜ’lerinde de hasada odaklanmış bir alıcının, kalan odun dışı ürün kaynaklarına zarar vermesi hiç olası değilmiş gibi, tebliğde “mutlaka tercih edilmesi” gerektiği belirtilmektedir.

302 sayılı tebliğin aynı başlığı altında; satışa konu ODOÜ’ler için “tartıya tabi yapraklı sürgünler dallarından ayrılıp yabancı maddelerden temizlendikten sonra demetler halinde balyalanarak, tartıya tabi çiçek, meyve, yaprak, kök ve soğan gibi ürünleri ise toprak ve yabancı maddelerden temizlenmesine müteakip orman içi istif yerlerinde veya kantarlarda yaş olarak kabul edip tartarak satışa müstenit ölçü tutanağı düzenlenecektir” (OGM, 2016) ifadesi yer almaktadır. Ancak, envantere olduğu gibi, hangi ürünlerin tartıya tabi olduğu belirsiz bırakılmıştır. Bu durum envanteri yapılan ile hasat edilene ve pazarlanana tartışmasız bir “ölçüt” ile izlemeye engeldir. Tebliğde geçen demet, balyalamak veya balya terimleri tanımsız “birimlerdir” ve bir kişi, bölge veya zamanın balyası veya demeti ile diğerlerini karşılaştırmayı, hatta toplamayı engelleyen bir düzenlemedir. Her ne kadar, demet veya balya olsun, sonuçta tartılarak “yaş ağırlık” temeline dönülse de, ODOÜ piyasasında yerleşik birimlerle OGM’nin kullandığı birimlerin örtüşmesi gerekmektedir. Örneğin süsleme amaçlı kullanılan sürgünlerde toplayıcılar balya veya demet birimini kullanırken, OGM ağırlık birimini kullanmakta, çiçek borsaları ve diğer araçlar ile çiçekçiler de balya veya demeti tercih etmektedir. Ok ve arkadaşlarının saptadığı gibi, ODOÜ yönetiminde sağlıklı bir takip, izleme ve değerlendirme yapabilmek için kullanılan birimler konusundaki belirsizliklerin giderilmesi gereklidir (Ok vd., 2012).

302 sayılı tebliğ içerisinde pek çok tekrar ve takdim - tehir hataları bulunmakla birlikte, Tebliğin, 4.6.Odun Dışı Ürünlerin Orman Kanunu 37 inci Maddesi Kapsamında Satış başlığı altında, esasen çok doğru fakat uygulayıcıya yol gösterme yeteneği tartışılabilir başkaca ifadelerle yer verilmiştir. Bu başlıkta yer alan işletme şefliği; “söküm ve toplama yapılacak sahaların bölme numaralarını, mevkiini, hudutlarını, satışa istinaden üretilecek ürünün ne olduğunu, ürünün özelliklerini, üretim zamanını ve tahmini miktarını içerecek şekilde Orman Kanunu 40. maddesi hükümleri

çerçevesinde üretim şartnamesi ile birlikte ilan eder” (OGM, 2016) denmektedir. Aynı başlık altında, “Devlet ormanlarında mevcut ağaç, ağaççık ve floradan elde oluncak odun dışı orman ürünleri üretimi ikinci bölümde ayrıntılı olarak anlatılan Faydalanma Planları çerçevesinde yapılacaktır. Yapılan plan hükümleri ve ürün veren türün ve ürünün özellikleri göz önünde bulundurularak şartnameler hazırlanacaktır” (OGM, 2016) hükmü yer almaktadır. Tebliğe göre “Faydalanma planına bağlanmamış hiç bir ürünün üretimine izin verilmeyecektir. Planlarda ve şartnamelerde belirtilen üretimlerle ilgili talimatlara uygun üretim takvimi, tekniği ve verim yüzdeleri uygulanacaktır. Büyümenin devam ettiği zamanlarda, olgunlaşmamış ve tohumlarını olgunlaştırılmamış ürünlerin toplanmasına, üretim tekniği uygun olmayan metotlarla üretim yapılmasına, uygun olmayan depolama işlemlerine katıyen müsaade edilmeyecektir” (OGM, 2016). Tebliğde yer alan fakat nasıl uygulanacağı açıklanmayan bu ifadelerin anlam kazanabilmesi için, 302 sayılı tebliğe ek talimatların çıkarılması gerektiği açıktır. Ancak bugüne kadar yayınlanan hangi ilgili talimatta ve hangi ürün için uygun üretim takvimi tanımlandığı, türe ve ürüne özgü en uygun üretim tekniğinin hangi düzenlemede gösterildiği, yetiştirme ortamı koşullarına göre verim yüzdesi değişimlerinin nasıl uygulamaya aktarılacağına ne zaman ortaya konduğu bilinmemektedir. ODOÜ yönetiminden sorumlu yerel yöneticilerin, hangi türde hangi üretim tekniğinin uygun olacağı konusunda karar verebilmesine yardımcı hangi yayınların veya talimatların bulunduğu merak konusudur. Bu durum depolama standartları veya uygunluğu için de geçerlidir. Bu nedenle, 302 sayılı tebliği destekleyecek talimatların biran önce hazırlanması gereklidir.

302 sayılı tebliğe göre “Odun Dışı Ürünlerinin Orman Kanunu Ek-12nci Maddesi Kapsamında Satışı” yapılabilmektedir. Bu kapsamda yapılan satışlarda sahalar; “öncelik sırasına göre köy tüzel kişiliklerine, tarımsal kalkınma kooperatiflerine, 5200 sayılı Kanunla kurulmuş üretici birlikleri ve birliklere ve/veya yöre halkına faydalanmayı talep ettikleri sahaların bakımlarını yapmaları koşulu ile tarife bedeli karşılığında” (OGM, 2016) verilebilmektedir. Bu işlem açıklanırken “Yönetim planı yapılan sahalarda tespit edilen odun dışı ürün veren tür veya türlerin biyolojisi, ekolojisi gibi hususlar göz önünde bulundurulmak sureti ile saha bakım şartnamesi hazırlanır” (OGM, 2016) denmektedir. Ancak bu noktada türe ve ürüne özgü bir bakım şartnamesi hazırlaması istenen uygulayıcıya, idarenin yayınladığı tebliğle, bilim dünyasının gerçekleştirdiği araştırma ve yayınlarla nasıl bir bilgi sağlanabildiği sorgulanmalıdır.

3.2.2. Tebliğin odun dışı ürünlere özel hükümleriyle ilgili bulgular

302 sayılı tebliğ yukarıdaki bilgilere ek olarak, bazı odun dışı orman ürünlerine özel hükümler de içermiştir. Bu ürünler tebliğdeki sırasıyla incelenmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Tebliğde faydalanma anlayışı en net açıklanan ürün, reçinedir. Tebliğe göre reçine üretiminde asit pasta metodu kullanılacaktır. Bilindiği gibi reçine üretiminin Mazek yöntemi, kabuk yontma ve asit tatbiki metodu, kapalı yara yöntemi gibi başkaca metotları da vardır (Bozkurt ve Göker, 1981) ve tebliğ bu metotlardan asit pasta yöntemini tercih etmiştir. Asit pasta yönteminin doğruluğu veya yanlışlığı

tartışılabilir fakat tebliğin olası yöntemler içerisinde hangisini tercih ettiğini açıkça ortaya koyması yerindedir.

Tebliğ reçine üretiminde “Kötü bonitetli sahalarda yapılmayacak” demektedir fakat örneğin kızılçamda kötü boniteti tanımlamamaktadır. Tebliğe göre; “10 cm yara genişliği, ağız ayarlanmış standart kızılçamda rendeleri, 12 cm eninde akıtma oluğu ve ağız genişliği 13 cm toplama kapları kullanılacak, üretimde %60’lık sülfürik asit (H₂SO₄), silika jel ve kaolinin çeşitli yüzdelere karıştırılması sonucu hazırlanan asit-pasta ve pasta sürülmesinde 50 cc’lik plastik enjektörler kullanılacak, yaptırılan asit-pastanın Ormancılık Araştırma Enstitülerinde kontrolü sağlanacaktır” (OGM, 2016). Tebliğin nicel değişkenlerle ve ayrıntılı bir şekilde üretim sürecini tanımlaması, izleme konusunda bir birimi görevlendirmesi doğrudur fakat sürekliliği kontrol edecek bir veya birden fazla değişkeni (yıllık üretim miktarı, üretime alınabilecek orman alanı düzeyi vb.) tanımlaması eksiklidir. İzleme ve değerlendirme değişkenleri tanımlamadan sürekliliği takip etme yaklaşımı ne yazık ki aşağıdaki tüm ürünlerde mevcuttur.

Sığla yağı: Reçine kadar net ifadeler taşımaya da, üretim tekniği uygulamaya yön verebilecek içerikte tanımlanmıştır. Yapılan açıklamaların 1d (20 cm ve daha yukarı çaplardaki ağaçlarda üretim yapılacağından) ve 3a (Üretim için seçilen sahada bizzat İşletme Şefi tarafından sağlıklı, gövde çapı 15 cm. den yukarı olan, yanma ve mantarlaşma görülmemiş ağaçlar işaretlenecektir) maddelerinin çelişmesi gibi mantıksal sınamalara ihtiyaç duyulsa da, sığla yağı ürününün elde edilmesine yön gösterebilecek bir düzenleme yapılmıştır.

Çıralı çam kök odunu: Tebliğe göre üretim alanı; “gençleştirme çalışması alanları ile erozyona maruz ve erozyon tehlikesi olan sahalardan dışında” seçilecektir. Ayrıca üretime başlama ve bitirme tarihlerinin bölgenin mevsim şartları ve diğer ormancılık faaliyetleri ile yapılacak işin kapasite ve şartlarına göre idare tarafından belirlenmesi öngörülmüştür (OGM, 2016). Tebliğde, üretim yeri tanımlanmaya çalışılmışsa da, üretim zamanı belirsiz bırakılmış ve sorumluluk uygulayıcıya aktarılmıştır.

Defne yaprağı: Tebliğe göre “Defne yaprağı üretiminde defne ağacının biyolojik yapısı dikkate alınarak tek tek yaprak toplanmayacak, 2-3 yaşındaki yapraklı sürgünler kesilerek uygulama yapılacaktır. Planlanan sahalarda üç kesim parseline ayrılarak dönüşümlü üretime konu edilecektir” (OGM, 2016). Bu açıklamalar aslında, odun hammaddesi yönetimi veya mera amenajmanında da kullanılan; dönüş süresi üç yıl olan maktalı işletme yönteminin uygulanacağını ifade etmektedir. Ancak, 2 veya 3 yaşındaki sürgünlerin kesilebileceğini öngören tebliğin, neden 3 kesim parseli oluştururken, (dönüş süresi alırken), bazı yerlerde neden 2. yaşta kesime izin verdiği belirsizdir. Tebliğde defnenin vejetasyon dönemi tamamlandıktan sonra hasat edileceği belirtilmekte, elde edilecek uçucu yağ miktarı ile hasat zamanı ilişkisine (Erden vd., 2006; Güler ve Baş, 2006; Yazıcı, 2006) değinmeden faydalanma zamanı sadece vejetasyona bağlanmaktadır.

Çam fıstığı: Fıstık çamının asli ürününün fıstık olduğunu belirten 302 sayılı tebliğ, bir orman ağacı olan bu türün, fıstık verimi açısından aynı yaşlı, seçme orman tiplerinden hangisine göre yönetileceği, aynı yaşlı işletilecekse idare sürelerinin ne olacağı konularında bilgi vermemektedir. Meyve verimi açısından “etkili olması için fazla ısı ve ıslak alacak kapalılık sağlanacak” denmekte fakat kapalılık sınıfı

veya düzeyi net bir şekilde belirtilmemektedir. Silvikültür mevzuatında belirtilen şekilde budamanın yapılacağı belirtilirken, “*Genç meşcerelerde gençlik ve sıklık bakımı yapılacaktır*” denilmekte fakat bunun nasıl yapılacağı açıklanmamaktadır. Yeni tesis edilecek fıstık çamu meşcereleri için uygun dikim aralıkları önerilmediği gibi, bu türle birlikte gerçekleştirilme olasılığı yüksek karma ormancılık veya silva pastoral sistemler uygulanmak istendiğinde, izlenecek yaklaşıma da yer verilmemektedir.

Şimşir sürgünü: Bilindiği gibi şimşirin hem sürgününden hem odunundan yararlanılmaktadır. Yüksek odun kalitesiyle el sanatlarının aranan hammadde kaynağı olan şimşir, 302 sayılı tebliğde sadece sürgün kaynağı olarak görülmüştür. Oysa sürgün faydalanmasına konu olan bir ağacın asimilasyon yüzeyi azalır ve odun artımı, üretimi de etkilenir. Bu nedenle, sürgün yararlanılması yapılan bir türün odun üretimini de etkilediği bilinmelidir. Tebliğde “*Şimşir sürgün üretimi yapılması planlanan sahalarda, beş ayrı kesim sahasına bölünür, beş yılda bir dönülmek kaydı ile her yıl bir kesim sahasında üretime müsaade edilir*” (OGM, 2016) denilerek, esasen beş yıl dönüş süreli, maktalı bir işletme şekli benimsenmiştir. Tebliğe göre, “*Sürgünler, kullanım amacına uygun olarak 15 cm boydan küçük olmayacaktır*”. Beş yıllık dönüş süresi ile 15 cm kısıtı birlikte değerlendirildiğinde, sürekli bir üretim için, bir sahanın hasat sonrasındaki beş yıl içerisinde yeniden 15 cm sürgün verebileceğinin varsayıldığı görülmektedir. Oysa Ok ve arkadaşlarının İstanbul piyasası ve Ağva ormanlarında yaptığı araştırmaya, çiçekçilerin 40-50 cm uzunluğunda sürgün talep ettiklerini, Ağva koşullarında bu sürgünün 7 yılda elde edilebildiğini göstermiştir (Ok vd., 2012). Tebliğde, şimşirlerin nasıl bir bitki örtüsü oluşturduğu, meşcere yapısı itibarıyla nasıl bir tablo göstermesi gerektiğine dair açıklamalar yoktur. Çoklukla dere kenarlarında ve alt tabakada yer alan ve tahrip görmüş şimşir sahalarnın, hangi tedbirlerle ideal sürgün ve odun üretim sahalarna dönüştürülebileceğine dair, uygulamaya yön gösterebilecek bilgiler yer almamaktadır.

Meşe mazısı: Tebliğe göre mazı üretim metodu “*mazıların elle veya bir sırık yardımıyla düşürülerek toplanması*” (OGM, 2016) şeklinde sade bir yöntemdir. Tebliğ açıklamalarında üretime mazıların olgunluğa eriştikleri 15 Ağustos'ta başlanacağı, üretim süresinin kısa tutulacağı ve Eylül ayının başında bitirileceği ifade edilmekte ve “*Eylül ayı içerisinde kurt mazıyı delerek dışarı çıkarmakta, yağın yağmurlardan mazıda kalite kaybına sebebiyet vermektedir*” (OGM, 2016) şeklinde bir uyarı yapılmaktadır. Ancak, söz edilen kurdun biyolojik devamlılığının bir sonucu olan mazı üretiminin, sürekli olarak, kurt yaşam evresini tamamlamadan yapıldığında bitebileceği unutulmuştur. Bu nedenle, tebliğin mazı sürekliliğini sağlayacak bir bakışla hazırlandığını söylemek, biyolojik açıdan olanaksızdır. Var olan mazıların bir kısmının hasat edilirken, bir kısmının bırakılarak, kelebek çıkmasına izin verilmesi ve ardından yumurtlayarak sonraki yılın mazılarını yaratacak böcek popülasyonu devamlılığının dikkate alınması gereklidir.

Meşe palamudu: 5-10 yaşındaki ağaçlarda palamut veriminin başladığı ve 2 yılda olgunlaşan meyvelerin, en bol olarak 25 yaşında meyve veriminin elde edildiği belirtilen 302 sayılı tebliğde, iyi bir palamut üretimi için nasıl bir meşe meşceresi kurmak gerektiği, aynı yaşlı veya seçme orman tiplerinden hangisinin uygun olduğu veya ideal bir idare süresinden söz edilip edilemeyeceği belirsiz

bırakılmıştır. Budama ve bakım konularında da bir öneri yer almamaktadır. Sepi maddesi zenginliğinin en bol olduğu Ağustos ayında üretimin yapılması istenmekte fakat 2 yılda olgunlaşan meyvelerden hangilerinin iki yıla geldiğine nasıl dikkat edileceği veya yaban hayatı açısından ne kadarının toplanmadan bırakılmasının “sürdürülebilir ekosistemler” açısından gerekli olduğu bildirilmemektedir. Bunlara hiç değinilmeden “üretim metodu” olarak ucu kancalı sırık kullanılması önerilmekte, diri örtü temizliği yapılmasına yönelik ifadelerle yetinilmektedir.

Ardıç meyvesi: Meşe palamudunda yapılan aksine, ardıç meyvesinde olgunlaşma süresinin dikkate alındığı görülmektedir. Tebliğde yer alan “*Ardıç ağacı üzerinde 1 ve 2 yıllık kozalaklar bulunduğu, 1 yıllık kozalakların ve sonbaharda meydana gelen erkek çiçeklerin tahrip edilmemesine özen gösterilecektir*” (OGM, 2016) ifadesinden biyolojik bir kısıdın dikkate alındığı anlaşılmaktadır. Ekim, Kasım aylarında olgunlaşma tamamlandıktan sonra toplamanın yapılması da ardıcın sürekliliği açısından doğrudur. Ancak ne kadar kozalağın yenilenme ve yaban hayatı açısından doğaya bırakılması gerektiği, tebliğde belirsizdir. Ardıç meşcerelerinin iyi bir kozalak verimi için nasıl bir yapıya eriştirilmesi gerektiği, ideal idare süreleri ve bakım çalışmalarına ise değinilmemiştir.

İhlamur çiçeği ve yaprağı: Tebliğ, İhlamur yaprak ve çiçeklerinin üretim metodunu açıklamak için “*İhlamur çiçek ve yapraklarının üretimleri ağaçlara çıkararak elle veya ağaçlara zarar vermeden küçük dal makaslarıyla kesilerek yapılacaktır. Dal kesimine müsaade olunmayacaktır*” (OGM, 2016) demeyi ve kurutma koşullarından söz etmeyi yeterli bulmuştur. Tebliğ, iyi bir çiçek verimi ile yaş, sıklık, kapalılık ilişkisinden veya tepe çatısının yapısı ile budama tekniklerinden söz etmediği gibi, ihlamur ağaçlarının bakım koşullarından da söz etmemektedir. İhlamur üretimiyle yaban hayatı ve bal üretimi ilişkisi dikkate alınmamış, çiçek hasatının bu alanlarda yapabileceği olumsuzluklar dışlanmıştır.

Huş üretimi: Yaprak kabuk ve ince dalları ilaç sanayinde kullanılan Huş'un üretim tekniği 302 sayılı tebliğde üç madde halinde açıklanmıştır. Bu açıklamalarda, üretimin yaprakların çıkmaya başladığı yaz başında ve iki ay içerisinde, elle yapılacağı, dallar için uygun kesici aletlerin kullanılacağı belirtilmektedir. Kabuk üretiminin orta yaşlı ve yaşlı ağaçlardan yapılacağı ifade edilmekte fakat hangi yaşların orta, hangilerinin yaşlı kabul edileceği belirsiz bırakılmaktadır. Benzer şekilde, daha yaz başında hasat edilen yaprakların ağacın hayatı üzerindeki etkilerinin dikkate alınmadığı ve “hasat edilebilir yaprak, dal ve kabuk” düzeyleri konusunda hiçbir üst sınır çizilmediği görülmektedir.

Okalıptüs yaprağı üretimi: Tebliğde üretim metodu tanımlanırken, Haziran ayı sonu ile Ağustos sonu arasında yaşlı ağaçlardan toplanması önerilen okalıptüs yaprakları konusunda da “yaşlı” ağaç niteliğinin alt yaş sınırının ve tek bir ağaçtan alınabilecek yaprak düzeyinin toplam yaprağa oranının belirsiz olduğu görülmektedir.

Keçiboynuzu meyvesi üretimi: Tebliğe göre ağaçlar 5 yaşında meyve vermeye başlamakta, ideal meyve verimi 20-25 yaş arasında elde edilmektedir. Meyvelerin sıklıkla veya elle toplanacağı belirtilmekte fakat keçiboynuzu içeren sahalarnın bakımı ve yönetimiyle ilgili bir öneri getirilmemektedir. Sürdürülebilir keçiboynuzu meyve üretim alanları oluşturmak üzere, mevcut sahalarnın yaş, çap

veya başkaca bir yaklaşıma göre planlanması konusunda açıklamalar mevcut değildir. Keçiboynuzu meyvesinin yaban hayatı ile ilişkisine yönelik uyarılar da bulunmamakta, doğaya terk edilmesi gereken meyve miktarı belirtilmemektedir.

Kestane üretimi: 302 sayılı tebliğ tek bir açıklama ile kestanede hem meyve, hem yaprak, hem de kabuk üretimini açıklamıştır. Aynı ağaçtan yapılacak kabuk ve yaprak üretiminin meyve üretimine olası olumsuz etkileri yok sayılmıştır. Kestane dal kanserine önlem olarak, sırkla vurarak düşürmek yasaklanmakta fakat kestane meşcerelerinde yapılacak bakım, budama gibi öneriler yapılmamaktadır. Kestane gibi sürekli ve oturmuş bir pazarı olan bir türle ilgili yapay meşcerelerin kurulmasına, var olanların desteklenmesine yönelik bir yaklaşım görülmemektedir.

Cehri üretimi: Tebliğde kurak ve taşlı yerlerde yetişen cehrilerin “meyvelerinin Temmuz ayından itibaren olgunlaşmaya başladığı, Eylül ayında siyah renge dönüştüğü ifade edilmekte ve meyvelerin henüz olgunlaşmadığı Haziran ayı sonu ve Temmuz ayı başlarında sanayide kullanım yönünden en uygun olduğu ifade edilerek toplama zamanı vurgulanmaktadır. *Belirtilen zamanın sanayi için uygun olduğu dikkate alınmakta fakat bitkinin sürekliliği açısından uygunluğu göz ardı edilmektedir.* Konu yaban hayatı açısından irdelenmediği gibi, kurak ve taşlı bir yetişme ortamında henüz olgunlaşmadan tüm meyveleri toplanmış bir türün devamlılığını nasıl sağlayacağı konusunda bir önlem önerilmemektedir.

Mahlep üretimi: Anadolu'nun özellikle kurak bölgelerinde yer alan ve meyvelerinden yararlanılan bir diğer türü olan mahlepte de sadece üretim zamanını dikkate alan bir düzenleme yapılmıştır. Tebliğde göre “*Haziran ayı sonlarında meyvelerin olgunlaşmış kuruyarak, renklerinin siyahımsı-kırmızıya döndükleri zaman üretimine başlanacaktır*” (OGM, 2016). Bu dönemde toplanacak meyve miktarı ile türün devamlılığı için doğaya ve yaban hayatına bırakılacak miktar konularında bir kısıtlama bulunmamaktadır. Mahlep çalı veya ağaçlarından ideal meyve verimini alabilmek için yapılması gereken bakım ve gençleştirme çalışmaları ile yeni mahlep alanları oluşturulması hakkında da öneriler yoktur.

Menengiç üretimi: Esasen menengiç üretimi aynı bitkiden üç ayrı ürünün (meyve, balzamik yağ ve mazı) alınabileceği karmaşık ve etkileşimli bir üretim sistemidir. Ancak tebliğde bu ürünler bir bütün olarak ele alınmış, balzamik yağ üretiminin meyve üretimine bir etkisinin olup olmayacağı irdelenmemiştir. Benzer şekilde, mazıların “*Pemphigus conniculatus Pass isimli böcek tarafından*” (OGM, 2016) oluşturulduğu belirtilmiş fakat bu böceğin biyolojisi ile yapılan üretim ilişkilendirilmemiştir. Nitekim mazı üretiminin de meyvelerin olgunlaştığı Ağustos-Eylül aylarında yapılması önerilmiştir.

Sumak üretimi: Tebliğde, piyasa isteklerinin dikkate alınıp, bitkinin sürekliliği için hasat zamanının uygunluğunun sorgulanmadığı bir başka ODOÜ, sumaktır. Yaprak ve meyvelerinden yararlanılan sumağın, tebliğde göre son iki yıl sürgünleri alınacak ve “*üretim, bitkideki yaprak sayısının ve yapraktaki tanen oranının azami seviyeye ulaştığı Haziran ayı sonu ve Temmuz ayı başı yapraklarda bulunan ana damar oluşumunun tamamlanmasıyla başlanacak, orta damarın kızarması ile (Eylül ayı) son verilecektir*” (OGM, 2016). Bu şekilde yararlanmanın tohumun olgunlaşma, dökülme ve yeni bitkileri oluşturma

açısından bir sakınca taşıyıp taşımadığı belirtilmemektedir. Ayrıca, toplanan meyvelerin yaban hayatı açısından bir önemine de atf yoktur. Sürekli son iki yıl sürgünü alınan bitki gövdelerinin nasıl bir hal alacağı dikkate alınmamıştır. Uzun dönem gençleştirme, tek bitki veya bitki örtüsü ölçeğinde bakım konularında öneriler bulunmamaktadır.

Erika üretimi: Köklerinden yararlanılan Erikaların tebliğde göre “*ana kök yan köklerden ayrılacak, üretimde sahanın tamamı köklenmeyecek, aralıklı ocaklar halinde kökler çıkarılacaktır*”. Bununla birlikte, tebliğ “*Ballı bitki niteliğinde olan Erika'nın gezginci arıcılar tarafından tercih ediliyor olması nedeni ile yayılış alanlarında arıcılık faaliyetleri de göz önünde bulundurularak üretim planlanmalı*” (OGM, 2016) hükmünü getirmektedir. Kestane ve Ihlamurda dikkate alınmayan ve süreklilik ve üretimin diğer sosyal kesimlerle ilişkisini dikkate almak bakımından olumlu olan bu ifadeler, ne yazık ki, belirsizdir. Bir alandaki Erikalardan ne kadarının kökletebileceği, aynı alanda hangi aralıklarla yararlanmaya izin verilebileceği ve kaç kovanlık bir koloni için en az ne kadarlık Erika bırakmanın doğru olacağı belirsizdir.

Sakız üretimi: Tebliğin önerdiği sakız üretim tekniği ağaç gövde ve dallarında yapılacak çizici ve bu çizikten elde edilecek balsamın toplanmasını açıklayan bir içeriktir. Çizicinin derinliği ve şekli verilmiş fakat bir ağacın toplam yüzeyinin ne kadarının çizilebileceği verilmemiştir. Benzer şekilde, ağaç yaşı ile sakız verimi ilişkisini dikkate alan öneriler yoktur. İdeal bir sakız verimi için bölgedeki Sakız ağaçlarının eriştirilmesi gereken en doğru meşcere yapısı, bu yapıyı koruyacak bakım önerileri bulunmamaktadır.

Kitre zamkı üretimi: Tebliğin, kısıtlamalar yaptığı üretim biçimlerinden biridir. Tebliğde göre “*gevenin toprak erozyonunu önleyici fonksiyonu yanında arıcılıkta tercih edilen ballı bitki oluşu da göz önünde bulundurulmalıdır. Meyil gurubunun çok düşük olduğu, su ve rüzgâr erozyonunun olmadığı alanlardan faydalanma yoluna gidilmelidir*” (OGM, 2016). Tebliğin önerileri haklı fakat uygulayıcıya yol gösterebilecek açıklıkta değildir. Toprak erozyonu artık niceliksel olarak sınıflandırılabilen bir sorundur. Meyil grubu çok düşük yerine % x şeklinde net verilmeli, arıcılık için hektarın hangi oranında yararlanma yapılabilirken, kaç aralık bir üretim için ne kadar geven bırakılması gerektiği açıklanmalıdır. Tebliğ “*Aynı köklerden 1 yıl ara vermek şartıyla tekrar üretim yapılabilir*” demekte fakat sahadan mekâna dayalı bir faydalanma – rotasyon planı önermemektedir.

Meyan kökü üretimi: Tebliğ meyan kökü üretiminin Ekim ve Kasım aylarında yapılmasını istemektedir. Tebliğde göre “*Üç yıllık bitkinin toprak üzeri kısımlarının kurumaya başlaması ile toprak altında bulunan kök ve rizomları, insan gücü veya riperli güçlü traktörlerden yararlanılarak topraktan çıkarılır. Toplama sırasında toprakta belli aralıklarla bitki kökleri ve rizomları toplanmadan bırakılarak, kalanlarla aynı sahada bitkinin yeniden üremesi sağlanacaktır*”. Bu ifadelerden bir süreklilik kaygısı izlenmekte fakat belli aralığın ne olduğu bilinmediği gibi, sahanın üç yıllık bir faydalanma planına göre maktalara ayrılıp, her yıl sadece bir bölümde yararlanmanın yapılmasına neden izin verilmediği anlaşılmamaktadır.

Fındık ve Ceviz Üretimi: Kültüre alınmış bu iki cins ile ilgili, özellikle meyve olgunlaşma zamanı ve toplama şekli hakkında ilgili Tebliğde açıklamalara yer verilmiştir. Tarımsal deneyimden yararlanarak bu bilgileri daha da geliştirmek mümkündür. Ancak, asıl yapılması gereken,

doğada tek tek veya meşçere vaziyetindeki yabancı cinslerin sürekliliği açısından yapılması gereken bakım çalışmaları, yararlanma ile yabancı hayatının ilişkisinin nasıl daha iyi sağlanacağı konularında uygulayıcıya yön gösteren açıklamalardır. Gerçekten de ayı gibi memelilerden, sincaplar gibi kemirgenlere ve kuşlara kadar uzanan geniş bir etkileşim ceviz ve fıncıkta görülmektedir. Bu nedenle, bu ürün ve cinslerle ilgili yönetim planlarının yabancı hayatına etkileri mutlaka dikkate alınmalıdır.

302 sayılı tebliğde “6.25.Ağaç, Ağaççık ve Çalı Formundaki Bazı Türlerin Toplama ve Üretiminde Uygulanacak Özet Bilgi Tablosu” (OGM, 2016) şeklinde bir değerlendirme de yer almaktadır. Bu tabloda yukarıdaki açıklamalarda yer almayan “andız kozalağı, frenk üzümü” gibi ürün ve türler ilk defa yer alırken, tebliğin önceki başlıklarında yer alan Cehri gibi ürünler bir defa daha yer bulmuştur. Bu nedenle, tebliğde önceki bilgilerin bir özeti mi yapıldığı veya ayrıntılı açıklanmayan ürün ve türler için, ek bilgi mi verilmek istendiği anlaşılamamıştır.

Tebliğde otsu bitkiler için de “üretimde ait temel prensipler tablosu” yer almaktadır. Bu tabloda bitkinin kullanılan kısmı, toplanma zamanı, toplanma şekli, temizlenme ve kurutma biçimine yönelik öz bilgilere yer verilmiştir. Toplanma zamanının ürün için ideal zaman mı yoksa bitkinin devamlılığı için en uygun zamanı mı gösterdiği belirtilmemiştir. Önceki açıklamalara benzer şekilde, daha sürdürülebilir üretim için bitki yetiştirme, doğal yolla gelmiş bitkiye bakım yapma noktalarında türe özgü öneriler yer almaktadır.

302 sayılı tebliğle açıklanan bir diğer önemli ODOÜ konusu, soğanlı bitkiler alanındadır. Tebliğ, bu konuda “Doğal Çiçek Soğanlarının Üretimi, Doğadan Toplanması ve İhracatına İlişkin Yönetmelik” hükümlerine de atıf yapmakta ve bu yönetmeliğe göre Bakanlık ve Üniversiteler ile Çevre kuruluşlarının iştirakinin sağlandığı Teknik Komitenin yararlanılacak türler listesini belirlediğini, kotalar koyduğunu, firmaları ve toplama yapacakları bölgeleri belirlediğini ifade etmekte ve “firmaların toplama planı” hazırladığını söylemektedir (OGM, 2016). Teknik komitenin kararları, hukuki olabilir fakat bilimsel dayanakları açıklanmadığı sürece, sürekliliği sağlayıp sağlamadığı tartışmalı kararlar olarak kalmaya mahkumdur. Bu türlerde toplama planını, toplama işinden kar bekleyen alıcı firmaların yapması ise belki de en çok tartışılması, sorgulanması gereken durumdur. Doğal kaynaklardan sorumlu idare, bu yetkisini terk etmiş, 302 sayılı Tebliğ de bu durumu hukukileştirmiştir. Soğanlı bitkilerin üretim tekniği diye tebliğde yer alan ifadeler çoklukla sökümlü ve depolamayı açıklamakta, “2 yıl üst üste sökümlü yapılan saha üçüncü yılında dinlendirilecek ve sökümlü yapılmayacaktır”, toplanma zamanı ve soğan çevresi gibi kısıtlamalar yapsa da, saha bütünlüğü içerisinde sürekliliği sağlayacak bir yönetim düzenini hedeflememektedir. Halbuki mera yönetiminde kullanılan münavebeli (dönüşümlü) otlatma mantığı içerisinde, soğanlı bitkilerde de bir ürün sürekliliği hedeflemek olanaklıdır.

302 sayılı Tebliğ mantarlara da yer vermiştir. Buraya kadar irdelenen ODOÜ’lerden farklı olarak mantarlarda “doğaya bırakılması gereken” miktarlardan söz edildiği görülmektedir. Nitekim tebliğde “Mantarlar ocaklar halinde bulunduğundan toplama yapılan her ocakta 2-3 adet mantar mutlaka toplanmadan bırakılmalıdır” şeklinde doğru bir ifade bulunmaktadır. Bütün dünyada mantarların ekolojik işlevleri, ne kadarının ürün, ne kadarının doğal

sermeye olarak bırakılması gerektiği tartışma konusudur. Bu nedenle, 2-3 adet mantar ifadesi mantarlar için ve yabancı hayatı için ayrı ayrı tartışma konusu yapılabilir de, bilimsel araştırmalarla ideal düzey belirlenebilecek durumdur ve tebliğin buna yer vermesi, şimdilik yeterli görülmelidir. Bununla birlikte, diğer ODOÜ’lerinde olduğu gibi, “doğanın verdiği en iyi şekilde almak” yaklaşımının mantarlara da yansıtıldığı, daha üst mantar üretim düzeylerine erişebilmek için bir ormancı olarak yapılabilecekler konularında önerilerin geliştirilemediği görülmektedir. Hatta mantar hasadı konusunda sadece kesme sökümlü noktalara odaklanıldığı, yağmur sonrası sahaya girmemek gibi iyi hasat yaklaşımlarına yer verilmediği anlaşılmaktadır.

4. Tartışma ve sonuç

Bilim dünyasının Türkiye’de gerçekleştirilen odun dışı orman ürünleri sempozyumlarında sunduğu bildirimlerin anahtar kelimeleriyle, özetlerinde yönetim veya planlama kelimelerine yer veren bildirimlerin oranı % 6,7 ise de bu orandaki bildirinin ne kadar yönetim modeli önerdiği tartışmaya açıktır. Sürdürülebilir bir yönetimin olmazsa olmazı olan izleme ve değerlendirme değişkeni önerileme durumları ile bu oran karşılaştırıldığında, aslında izleme ve değerlendirme değişkeni içerebilenlerin daha fazla (% 26,2) olduğu görülmektedir. Bu durum, odun dışı ürünlerin yönetim veya planlamasını çalışanlar ile bu ürünlerin biyolojisi veya kimyasını çalışanların birbirinden bağımsız çalışmalarının ve aslında yönetsel alana aktarılabilecek bilgilerin bağımsızca üretilmiş olmasının bir sonucudur. Gerçekten de, bir türün sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini sağlayacak planların, türün biyolojisine, üretim tekniğinin yapısına ve piyasanın isteklerine uygun izleme değerlendirme göstergelerine bağlanması gereklidir. Diğer yandan, elde edilen ürünlerden tatmin düzeyini veya başarı seviyesini belirlemek için, ürünlerin hasat zamanlarından içerdikleri aranan madde düzeylerine kadar farklı bilgileri, izleme-değerlendirme değişkenine dönüştürmek zorunludur.

Türkiye’de gözlenen tür ve ürün çeşitliliği, sürdürülebilir odun dışı orman ürünleri yönetiminin gerektirdiği farklı disiplinlerin bilgilerini tek bir ortak amaç doğrultusunda “bütünleştirme” ihtiyacını artırmaktadır.

302 sayılı tebliğin reçine gibi bilimsel bilgi üretimi yüksek alanlarda daha detaylı ve açıklayıcı ilkelere yer verebilirken, diğer önemli pek çok üründe, alternatif üretim tekniklerini nasıl dikkate aldığı bilinmeden, alışılmış üretim biçimini temel aldığı görülmektedir. Pek çok ürün için üretim tekniği diye tanımlanan bilginin, hasat etmekten ibaret bir içerikte olduğu açıktır. Ancak bu sonucu sadece tebliği hazırlayan birimlerin ilgi ve algısına bağlamak olanaksızdır. Reçinede alternatif üretim teknikleri geliştirilmişken, örneğin sığla yağında “geleneksel üretim biçimi” alternatifi olmayan bir şekilde uygulanmaya çalışılmaktadır. Odun dışı ürünlerin geleneksel üretim tekniklerine alternatif olabilecek teknikleri araştırarak bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır.

Ormancılık mesleği, dünyada ve ülkemizde odun üretiminin planlanması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda önemli bir birikime sahiptir. Odun üretiminin halen temel yöntemlerinden biri olan yaş sınıfları yaklaşımını odun dışı ürünlerin pek çoğunda uygulamak mümkündür. Odun üretiminde yıllarca başarıyla uygulanan

kısa idare süreli baltalık işletme biçiminin, defne yaprağı, funda kökü, tavşan memesi gibi yaş ve alana bağlanabilecek türlerin yönetimine ilham kaynağı olmaması ilginçtir. Benzer durum mera amenajmanı yöntemleri için de geçerlidir. Bu alanlardaki yöntem birikimlerinin hangi türlerde nasıl bir uyarlama ile üretim tekniği haline getirilebileceği tartışılmalıdır.

302 sayılı tebliğde, odun dışı ürün üretiminin hem ekolojik, hem ekonomik hem de teknik kısıtlarının bir bütün olarak tek bir üründe ele alınabildiği örneklerin azlığı dikkat çekmektedir. Hemen hemen tüm ürünlerde izleme ve değerlendirme ölçütü olabilecek değişkenlere tebliğde yer verilmemiştir. Tebliğde, öğüt vermek yaklaşımıyla bakıldığında doğru olan fakat uygulamaya yön gösteremeyen, kılavuzluk yapamayan bilgilerle yetinildiği söylenebilir. Böylesi bir tebliği hazırlama deneyim ve birikimine sahip olanların, belirsiz bıraktığı bilgilerin hem deneyim, hem iş yükü açısından sıkıntılı durumdaki uygulayıcı birimlerce kapatılmasını beklemek olanaksızdır. Son yirmi yılda, defne yaprağı yönetimine katkı yapabilecek (Baş ve Güler, 2006; Erden vd., 2006; Güler ve Baş, 2006; Yazıcı, 2006; Parlak, 2011) çalışmalar olduğu gibi, fıstıkçanı özelinde de çalışmalar (Kadioğulları vd., 2006; Karademir vd., 2011) bulunmaktadır. Bu çalışma bulgularının 302 sayılı tebliğe neden yansıtılmadığı, hem bilim hem uygulama dünyasında tartışılmalıdır. Uygulayıcının ne kadar bilimsel çalışmaların farkında olması gerekiyorsa, bilim dünyasının da o kadar uygulayıcının yanıt aradığı sorularda ve netlikte bilgi üretmesi gereklidir. Bu nedenle, sadece yönetim ve planlama çalışanlar ile uygulayıcı birimler arasında bir eşgüdüm yeterli olmamakta, daha sürdürülebilir bir düzen kurmak için odun dışı ürün araştırması yapan tüm bilim insanları arasında bir uyumun sağlanması gerekmektedir.

OGM'nin geçmiş tebliğlerinde yaptığı gibi, odun dışı orman ürünlerini hasat etmek isteyenlere verilecek izin ve satış işlemlerinden ibaret bir anlayışın 302 sayılı tebliğle, planlama ve yönetime doğru geliştirilmeye çalışılması olumlu bir değişimdir. Ancak, 302 sayılı tebliğde halen hasat odaklı bir bakışın egemen olduğu, hasat öncesi yönetim adına yapılması gerekenlerin neler olması gerektiğine yeterince önem verilemediği görülmektedir. Bu durumu anlamak için ıhlamur, keçiboynuzu veya kestane ile ilgili düzenlemeler yeniden incelenebilir. Tebliği hazırlayanlar, bu türleri yönetme sorumluluğunun sanki sadece ıhlamur çiçeği varsa ortaya çıktığını kabul ettikleri gibi bir yaklaşım sergilemiştir. Bu nedenle ülke odun dışı orman ürünü yönetimine **“doğanın verdiği hasat zamanında en iyi şekilde almak”** yaklaşımının yön verdiği söylenebilir. Tebliğde, doğal veya yapay yolla daha iyi meyve verebilen, örneğin keçiboynuzu meşcerelerinin nasıl kurulacağı, bakımlarının nasıl yapılacağı konularına hiç değinmeden **“yönetim”** biçimi tanımlamak yeterli görülmüştür. Bu nedenle, tebliğin kapsadığı tüm türlerin, yeryüzüne gelişlerinden başlayan ve yaşam döngülerinin her evresinde yapılması gerekenleri içeren bir düzenlemeyi esas almak, süreklilik için şarttır. Bu nedenle, **“doğanın verdiği en iyi şekilde almak”** yaklaşımının yerini, **“daha sürdürülebilir bir odun dışı orman ürünü üretimi için doğayı desteklemek”** anlayışı almalıdır. Bir başka değişle, **nasıl alımdan sürdürülebilirliği nasıl geliştiririm** felsefesine geçilmelidir. Bu kapsamda bir tebliği hazırlamak için çok sayıda bilimsel çalışmaya ihtiyaç olduğu açıktır. Yararlanılması düşünülen odun dışı ürünle ilgili **“hasat**

edilebilir düzeyi” belirlerken, yaban hayatı için bırakılması gereken ürün düzeyi ile türün kendi çoğalması için kalması gereken düzeyler hakkında bilimsel çalışmalar bir an önce tamamlanmalıdır.

302 sayılı tebliği sistematik açıdan da yeniden yapılandırmak gereklidir. Genel bilgiler ile türe veya ürüne özel bilgiler karışmamalıdır. Geven üretimin planının arıcılığa etkisini dikkate almak gerekiyorsa, arıcılığa ve/veya bal üretimine etki eden tüm türlerin üretiminde bu etkiyi ele almak gereklidir. Odun dışı orman ürünleri yönetimi ne tek başına biyolojik ne de iktisadi bir olaydır. Bu nedenle, cehri, sumak veya mazıda olduğu gibi, pazarın isteklerini kısıt haline getirip biyolojik değişkenlerin dışlanması mümkün değildir. Bununla birlikte, üretim maliyetlerini karşılamayan, pazarda alıcısı olmayan bir üretimin de gerçekleştirilmesi olanaklı değildir. Bu nedenle, bu ürün ve türlerin planlanmasında hangi değişkenlerin nasıl dikkate alınacağı açıkça ortaya konmalıdır. Bu görevin başarılabilmesinin, farklı bilim dallarının, merak ettiklerini değil, planlama ve yönetim için gerekli bilgiyi üretmesiyle mümkün olacağı açıktır. Bu nedenle, OGM üst yönetiminin 302 sayılı tebliği, çok disiplinli bir bakış açısıyla yeniden gözden geçirmesi, belirsizlikleri tamamlama sorumluluğunu yerel uygulayıcı birimlere bırakmaması, eksiklik duyduğu bilginin üretimini ülkenin tüm araştırma kurumlarıyla birlikte, eksik bilgileri giderici politikalar ve uygulama planları geliştirmesi gereklidir.

Açıklama

Bu çalışma; 04-06 Ekim 2018'de Bursa'da düzenlenen 4. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu'nda sözlü sunulmuş ve sadece özeti yayınlanmış bildirinin tam metnidir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, A.T., 2006. Odun dışı orman ürünleri ve sertifikasyon. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 167-173.
- Alkan, H., Tolunay, A., Korkmaz, M., 2006. Isparta ilinde kekik yetiştiriciliğinin geliştirilmesine ilişkin yapılan çalışmaların değerlendirilmesi. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 473- 487.
- Altınçekiç, H., Çınar, A.S., Kırca, S., 2014. Orman içi rekreasyon alanı peyzaj projesi: Bandırma ili örneği, 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 831-841.
- Aydın, Z.U., Bekiroğlu, S., 2014. Avcıların harcama eğilimleri (İstanbul ili örneği). 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 17-25.
- Baş, M.N., Güler, S., 2006. Defneliklerde alan ve servet envanter ile faydalanmanın düzenlenmesi. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 462-467.
- Başkent, E.Z., Küçüker, D.M., 2011. Inventory of non wood forest products. H. Fakir, Ed., 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 229-237.

- Bilgin, F., Şafak, İ., Kiracıoğlu, Ö., 2006. Ege bölgesinde defne üreticilerinin profili. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 60- 65.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma. İÜOF Yayın no: 2840, 432 sayfa, İstanbul.
- Carus, S., 2014. Biyometri ve odun dışı orman ürünleri envanteri. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 923-926.
- Çiftçi, M., Fırat, Y., 2006. Türkiye’de ıhlamur türleri ve faydalanma olanaklarının değerlendirilmesi. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 124-131.
- Çoban, S., Özalp, G., 2011. Silvicultural researches in boxwood areas used for ornamental shoots in Şile-Ağva Region. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 253-261.
- Demirci, A., 2011. Türkiye’de odun dışı orman ürünleri üretimi konusunda sorunlar ve çözüm önerileri. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 18-22.
- Erden, Ü., Şekeröğlu, N., Özgüven, M., 2006. Defne (*Laurus nobilis* L.) yaprak uçucu yağ ve meyve sabit yağının mevsimsel değişimi. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 195- 201.
- Ghanbari, S., Vaezin, S.M.H., Zobeiri, M., Shamekhi, T., Elahiyani, M.R., 2011. Financial evaluation of non-wood forest products in Arasbaran forests: A case study on cornelian cherry (*Cornus mas*) fruit in the forests of Kalaleh Village, Kalibar, Iran. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 1-6.
- Güler, S., Baş, M.N., 2006. Defne (*Laurus nobilis* L.) yaprak verimi tahmininde yeni bir yaklaşım. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.482- 487.
- İlter, E., Ok, K., 2012. Ormançılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi. Genişletilmiş ve Geliştirilmiş 3. Baskı, ISBN: 978-975-96967-5-7, 423 sayfa, Ankara.
- Kadioğulları, A.İ., Mumcu, D., Demir, M., Günlü, A., 2006. Başlıca odun dışı orman ürünlerinin (kestane, fıstıkçamu) miktar ve konumsal olarak dağılımının belirlenmesi. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 395-402.
- Karademir, H., Kocabaş, H., Özen, İ., Kaleyikan, F.K., Gediz, F., Yılmaz, F., 2011. Balıkesir ilindeki fıstıkçamu sahalarının durumu ve kırsal kalkınmadaki önemi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 41-49.
- Karahalil, U., Sivrikaya, F., Köse, S., Başkent, E.Z., 2014. Odun dışı bitkisel ürünlerden kekiğin orman amenajman planlarına entegre edilmesi: Köprülü Kanyon Milli Parki Örneği. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 275-285.
- Karaköse, M., Terzioğlu, S., 2014. Finike (Antalya) merkez orman planlama biriminin odun dışı bitkisel ürünleri. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 80-98.
- Karaman, Ş., Dıraz, E., Durdu, H., 2014. Kahramanmaraş-Göksun yöresinden toplanan *Orthurus Heterocarpus* (Boiss.) Juz. bitkisinin uçucu yağ bileşenlerinin tespiti. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 334-344.
- Karık, Ü., Tutar, M., Çiçek, F., Sarı, A.O., 2014. Ege ve Batı Akdeniz florasında yayılış gösteren anadolu adaçayı (*Salvia Fruticosa* Mill). populasyonlarının bazı morfolojik, verim ve kalite özellikleri. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 717-726.
- Keleş, S., Sivrikaya, F., Çakır, G., Başkent, E.Z., 2006. Orman ekosistemlerinin su üretim fonksiyonu ve orman amenajman planlarına yansıtılması stratejileri. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 488-497.
- Kiriş, R., Çağatay, A., Demir, M., Mumcu, D., Kadioğulları, A.İ., 2006. Odun dışı orman ürünlerinin planlanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s. 473-487.
- Kitiş, Y.E., 2011. Bazı orman bitkilerinin biyopestisit olarak değerlendirilmesi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 110-117.
- Korkusuz, E.E., Dirik, H., 2011. Gümüşü Ihlamur’un (*Tilia tomentosa* Moench) fenolojisi, çiçek özellikleri ve yararlanma esasları. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s. 201-208.
- Kulözü, N., Özer, S., Aklıbaşında, M., 2014. Kent ormanları konusunda kullanıcılarının farkındalık düzeylerinin saptanması: Erzurum kent ormanı örneği. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 746-755.
- Kurt, R., Çabuk, Y., Karayılmazlar, S., 2011. türkiye odun dışı orman ürünleri (baharat ve baharat türevleri) dış ticaret analizi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.23-31.
- Küçüker, D.M., Başkent, E.Z., 2014. The effects of stand, topographic and climatic characteristics on lactarius productivity in Kızılcasu planning unit. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s.107-115.
- Lehtijärvi, A.T., 2006. Finlandiya’da yenen mantarlar ve kullanım alanları. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.352- 357.
- Mısır, N., Mısır, M., Yavuz, H., 2006. Çok Amaçlı Orman Envanterinde Odun Dışı Parametreler. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.468-472.
- Nakip, M., 2006. Pazarlama Araştırmaları Teknikleri ve (SPSS Destekli) Uygulamalar. Seçkin Yayıncılık, ISBN: 975-02-0310-0, Ankara.
- NazariRad, M., Imangholiloo, M., Chehreghani, M., Abdia, S.H., Ghanbari, S., 2014. Forests of Iran and their non-timber forest products. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s. 178-182.
- OGM, 2016. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları, Tebliğ No 302, Ankara.

- Ok, K., Tengiz, Y. Z., 2018. Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin yönetimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 21 : 457-471 <http://dogadergi.ksu.edu.tr/issue/37038/428861>.
- Ok, K., Alagöz, G. Ö., Atıcı, E., Çoban, S., Şenyurt, M., 2012. Süsleme amaçlı kullanılan odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir yönetimi. TÜBİTAK 109O264 Proje Sonuç Raporu, DOI: 10.13140/RG.2.1.1019.9764, <https://www.researchgate.net/publication/282845134>.
- Özçelik, H., Koca, A., 2011. Türkiyede Kebere (*Capparis* L./ Capparaceae) cinsi ve ekonomik önemi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.32-40.
- Özderin, S., Fakir, H., Erbaş, S., 2011. Muğla-Ula yöresinde doğal yayılış yapan bazı *Hypericum* sp. türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.78-84.
- Özer, S., Kulözü, N., Aklıbaşında, M., 2014. Kent ormanları kullanıcılarının memnuniyet düzeylerinin ve beklentilerinin saptanması: Erzurum kent ormanı örneği. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s.756-774.
- Özkan, G., Fakir, H., Köylüoğlu, F., 2011. Seeds of *Biebersteinia orphanidis* Boiss. (Geraniaceae): Total phenolics and free radical scavenging activity of extract and oil composition. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.96-101.
- Özmen, İ., Çelikoğlu, U., Yazıcı, S.Ö., Özçelik, H., Genç, H., 2011. Bazı Nepeta türlerinden elde edilen ekstraktların antioksidan aktiviteleri. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.106-109.
- Parlak, S., 2011. Defne (*Laurus nobilis* L.) yaprağı uçucu yağ oranlarının yörelere göre değişimi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.74-77.
- Samba, L.E., Gertrude, A., 2011. Developing market place for non wood forest products in the North West Region of Cameroon. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.10-12.
- Sözbir, G.D., Beşikci, N., Alma, M.H., Bektaş, İ., Zülkadir, A., 2014. Kanserle karşı etkili *Lentinus Edodes* çürüklük mantarının kültürasyonu ve verim değerinin araştırılması. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s.383-390.
- Şafak, İ., 2006. Ege Bölgesinde av ve yaban hayatı yönetimindeki sorunlar ve çözüm önerileri. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.66-73.
- Şafak, İ., Başar, H., 2014. Avcı derneklerinin amaçlarını etkileyen faktörlerin ekonometrik analizi. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s.7-16.
- Şahin, Y., Üner, B., 2011. Sarıçam, Karaçam kozalaklarından elde edilen toplam fenolik, proanthocyanidins, flavonollerinin karşılaştırılması ve antioksidant özellikleri. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül 2011, Isparta, s.91-95.
- Türker, M.F., Yeni, F. A., Genç, C., 2006a. Türkiye’de odun dışı orman ürünleri yönetimi ve işletmeciliğinin beş yıllık kalkınma planları ve ulusal ormancılık programı kapsamında değerlendirilmesi. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.74-82.
- Türker, M.F., Pak, M., Öztürk, A., Durusoy, İ., 2006b. Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir işletmeciliği: Mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.83- 92.
- Türkoğlu, T., Büyüksakallı, H., Ulusoy, H., Yıldıztekin, M., 2014. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü odun dışı orman ürünleri üretiminin zaman serileri analizi ile öngörüsü. 3. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş, s.199-208.
- Uzun, Y., 2006. Ardahan yöresinin konifer ormanlarında belirlenen bazı yenen ve zehirli makrofunguslar. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.385- 392.
- Var, A.A., 2006. Söke/Aydın civarının orman tali ürünleri, mahalli adları ve potansiyel kullanım maksatları. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.213- 220.
- Yazıcı, H., 2006. Suni ve doğal yönetmelerle kurutulmuş defne yapraklarının sınıfsal özellikleri ve kayıp oranlarının tespiti. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006, Trabzon, s.591- 597.

Özel sektörün peyzaj mimarlığı lisans eğitiminden ve mezunlarından beklentileri

Işıl Kaymaz^{a,*}, Ecem Hoşgör^a

Özet: Bu çalışmada peyzaj mimarlığı mezunlarının önemli bir kısmının istihdam edildiği özel sektörde faaliyet gösteren firmaların yeni mezunlardan ve buna bağlı olarak lisans eğitiminden beklentileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında, peyzaj mimarlığı alanında farklı konularda faaliyet gösteren 77 özel sektör firmasına web tabanlı bir anket uygulanmıştır. Anket dokümanı firma profili, eğitim yeterliliği algısı ve sektörün mezunlardan ve eğitimden beklentileri olmak üzere üç başlık altında yapılandırılmıştır. Verilen yanıtlar IBM SPSS Statistics Base 22.0 programında frekans analizi, güvenilirlik analizi, faktör analizi ki-kare analizi ve sıralı regresyon analizleri aracılığıyla incelenmiştir. Açık uçlu soruda ise içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın en belirgin sonucu özel sektörün genel olarak verilen lisans eğitimini, özellikle uygulama açısından, yeterli bulmayışdır. Ayrıca, eğitimde kazanılan bilgi ve becerilerin, farklı faaliyet alanlarına göre farklı önemlere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Buna karşılık eğitim sektörü açısından en temel sorunlardan bir tanesi öğrenci sayısının her yıl artması; buna bağlı olarak üniversitelerde gerek personel gerekse fiziksel mekân koşullarının talebi karşılayamıyor olmasıdır. Bununla birlikte peyzaj mimarlığı çalışma alanlarının çeşitlilik göstermesi de eğitimin kalitesini zorlayıcı unsurlardan bir diğeridir. Ancak, meslek disiplininin sorunlarına ilişkin çözümlerin geliştirilmesinde her iki paydaşın da aynı sorumluluğa sahip olduğu ve ortak hareket etmenin peyzaj mimarlığı disiplini güçlendireceği unutulmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Peyzaj mimarlığı, Peyzaj mimarlığı eğitimi, Özel sektör

Private sector's expectations on landscape architecture undergraduate education and newly graduates

Abstract: This study investigates the private sector's expectations on landscape architecture undergraduate education and newly graduates in Turkey. Data was gathered through a web-based questionnaire survey, answered by 77 private sector firms in the field of landscape architecture. The questionnaire survey consisted of three parts; firm profile, sufficiency of the education and the private sector's expectations from the graduates and undergraduate education. Responses were analysed through frequency analysis, reliability analysis, factor analysis, chi square test and ordinal regression analysis using IBM SPSS Statistics Base 22.0 software. Content analysis was conducted to evaluate open-ended questions. The most outstanding outcome of the research is that undergraduate education, particularly practice component was found to be insufficient by the private sector. Moreover, evaluation of the acquired knowledge and abilities on different fields of landscape architecture differed for the firms which were specialized in different fields of landscape architecture. On the other hand, one of the basic problems for the education sector is the increasing number of students enrolled in landscape architecture programs and the insufficiency of both academic staff and the physical conditions required. Besides, the peculiar and diverse character of the different practice fields in landscape architecture also limits the quality of education. However, it should be noted that as stakeholders of landscape architecture discipline, both education and private sectors should work in co-operation with each other in order to overcome the problems faced and to enforce the discipline.

Keywords: Landscape architecture, Landscape architecture education, Private sector

1. Giriş

Peyzaj mimarlığı disiplini farklı ölçeklerde peyzajı biçimlendirmeye yönelik olarak; peyzajların çok yönlü doğasını ve insanla etkileşimi inceleyen bir disiplindir (Bruns vd., 2010; Fetzer, 2014). Bu nedenle peyzaj mimarlığı disiplini eş zamanlı olarak doğal bilimler ve sanatsal yaratıcılık alanlarında geniş erimli bilginin farkındalığını gerektiren alışılmamış bir karaktere sahiptir (Gazvoda, 2002). Bununla birlikte günümüz karmaşık çevre ve sosyal sorunlarına dar kapsamlı ve tek odaklı çözümler yetersiz kaldığından, peyzaj mimarlığı disiplini de çok

amaçlı (ekolojik, sosyo-ekonomik, politik vb.) yaklaşımlara doğru bir yönelim göstermektedir (Kaplan, 2009). Bu nedenle çalışma alanları da interdisipliner ve çoğu zaman da karmaşık süreçleri içerir.

Ülkemizde ilk defa Yüksek Ziraat Enstitüsü bünyesinde verilen "Bahçe Mimarisi Sanatı" ve "Bahçe Mimarisi Tarihi" dersleri ile adım alan peyzaj mimarlığı öğretimi, 1968 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde kurulan Türkiye'nin ilk peyzaj mimarlığı bölümü ile eğitim sürecine resmen başlatılmıştır. Bu doğrultuda peyzaj mimarlığı eğitimi veren bölümler ilk olarak Ziraat ve Orman Fakülteleri altında yapılmıştır. Bugün ise peyzaj

✉ ^a Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Dışkapı, Ankara

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): cakci@agri.ankara.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.12.2018



Citation (Atıf): Kaymaz, I., Hoşgör, E., 2018. Özel sektörün peyzaj mimarlığı lisans eğitiminden ve mezunlarından beklentileri. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 403-412. DOI: [10.18182/tjf.489812](https://doi.org/10.18182/tjf.489812)

mimarlığı lisans eğitimi Türkiye’de “Mimarlık”, “Ziraat”, “Orman”, “Güzel Sanatlar ve Tasarım” gibi çok farklı fakülteler altında verilmektedir. Buna ek olarak bölüm adları da bazı üniversitelerde farklılık göstermekte; “Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mimarisi/Mimarlığı” ismi altında peyzaj mimarlığı eğitimi veren programlar da bulunmaktadır (Çizelge 1). Ancak her iki bölümden mezun olanlar da ‘peyzaj mimarı’ ünvanı almaktadır.

Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) verilerine göre 2017’de lisans öğrencisi alan peyzaj mimarlığı bölümü sayısı 32 iken, bu sayı 2018’de 40’a yükselmiştir. Çizelge 1’de 2017 ve 2018 yıllarında peyzaj mimarlığı bölümlerine yerleştirilen öğrenci sayıları (ek kontenjanlar dahil) ile birlikte eğitim veren üniversiteler ve programların bağlı olduğu fakülteler görülmektedir. Buna göre peyzaj mimarlığı lisans programlarının %30’u Mimarlık Fakülteleri kapsamında, %27’si ise Ziraat ve Orman Fakülteleri altında yapılanmaktadır (Çizelge 2).

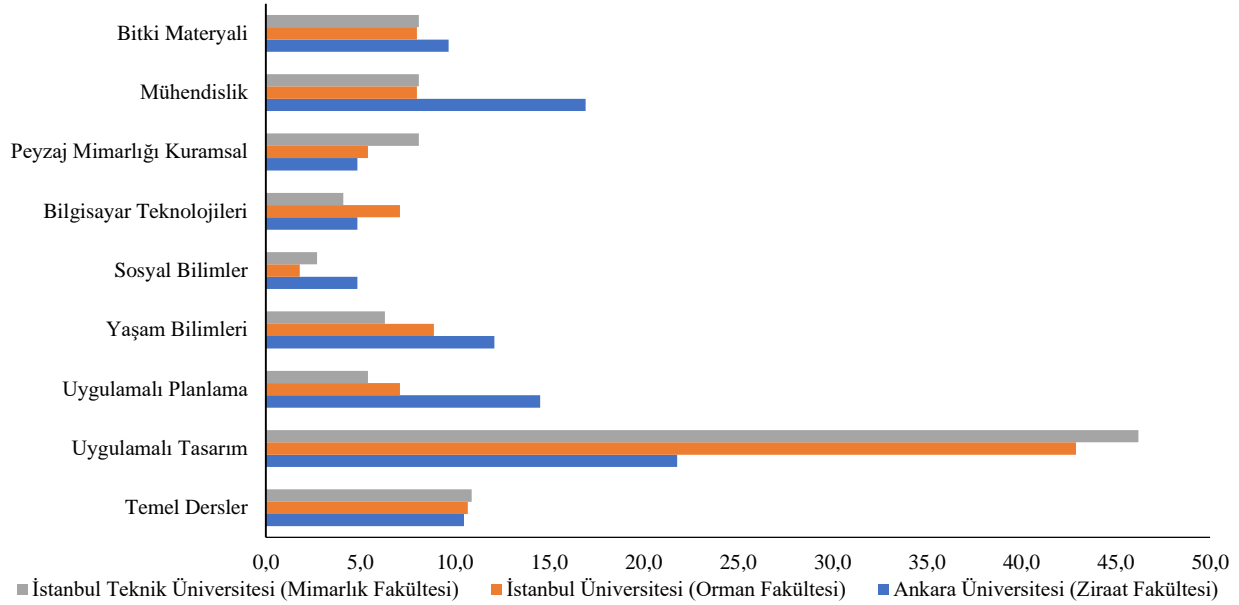
2018 yılında Türkiye de peyzaj mimarlığı eğitimi 50. yılını doldurmuştur. Bu süreç içerisinde hem ulusal hem uluslararası ölçekte peyzaj mimarlığının ne olduğu ve kapsamı tartışmaya açıklığını koruduğu gibi, eğitim de kaçınılmaz olarak bu tartışmanın önemli bir ayağını oluşturmaktadır. Peyzaj mimarlığının içsel karmaşasına ek olarak; eğitimin Türkiye’deki yapılanması da bölümler arası farklılık göstermektedir. Örneğin İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nde uygulamalı tasarım derslerinin toplam ulusal kredi içindeki payı %46 iken; İstanbul Üniversitesi (İÜ) Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nde %43, Ankara Üniversitesi (AÜ) Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nde ise %22’dir (Şekil 1). Ankara Üniversitesi’nde ise mühendislik içerikli derslerin diğer iki bölüme oranla daha fazla paya sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. 2017 ve 2018 yıllarında üniversitelerin peyzaj mimarlığı bölümlerine yerleşen öğrenci sayıları (ÖSYM, 2017; ÖSYM, 2018a; ÖSYM, 2018b)

Üniversite adı	Fakülte adı	Yerleşen öğrenci sayısı - 2017	Yerleşen öğrenci sayısı - 2018
Peyzaj Mimarlığı Bölümü			
Adnan Menderes Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	52	68
Akdeniz Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	47	62
Ankara Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	68	78
Artvin Çoruh Üniversitesi	Sanat ve Tasarım Fakültesi	16	20
Atatürk Üniversitesi	Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	62	67
Bartın Üniversitesi	Orman Fakültesi	31	23
Bursa Teknik Üniversitesi	Orman Fakültesi	-	24
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	62	65
Çankırı Karatekin Üniversitesi	Orman Fakültesi	26	8
Çukurova Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	62	67
Düzce Üniversitesi	Orman Fakültesi	62	42
Ege Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	65	69
Lefke Avrupa Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	0	1
Iğdır Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	-	3
İnönü Üniversitesi	Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi	57	46
İskenderun Teknik Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	-	12
İstanbul Teknik Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	50	66
İstanbul Üniversitesi	Orman Fakültesi	77	72
İzmir Demokrasi Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	-	66
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Orman Fakültesi	30	25
Karadeniz Teknik Üniversitesi	Orman Fakültesi	62	63
Kastamonu Üniversitesi	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi	52	30
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi	36	38
Mustafa Kemal Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	30	28
Namık Kemal Üniversitesi	Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi	52	68
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi	41	26
Ordu Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	31	32
Pamukkale Üniversitesi	Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	-	64
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi	36	27
Selçuk Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	52	67
Siirt Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	-	5
Süleyman Demirel Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	52	66
Trakya Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	62	62
Uludağ Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	-	22
Van 100. Yıl Üniversitesi	Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	-	18
Yakın Doğu Üniversitesi (KKTC)	Mimarlık Fakültesi	3	1
Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mimarlığı/Mimarisi Bölümü			
Amasya Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	42	36
Bilkent Üniversitesi	Güzel sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi	30	40
Yeditepe Üniversitesi	Mimarlık Fakültesi	7	8
İstanbul Medipol Üniversitesi	Güzel sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi	13	12
Toplam:		1368	1597

Çizelge 2. 2018 yılı lisans öğrencisi alan peyzaj mimarlığı programlarının bağlı oldukları fakültereye göre dağılımı

Fakülte adı	Bölüm sayısı	Yüzde (%)
Ziraat Fakültesi	8	20
Mimarlık Fakültesi	12	30
Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	3	7,5
Sanat ve Tasarım Fakültesi	1	2,5
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi	4	10
Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi	1	2,5
Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi	4	10
Orman Fakültesi	7	17,5
Toplam:	40	100



Şekil 1. Farklı fakültereye bağlı peyzaj mimarlığı lisans programlarında derslerin konulara göre dağılımı (%: Dağılım belirlenirken ulusal krediler ve zorunlu dersler temel alınmıştır; seçmeli dersler ve yabancı dil dersleri göz ardı edilmiştir. Temel Dersler ise Yükseköğretim Kurulu tarafından tüm bölümler için okutulması zorunlu olan Fizik, Kimya, Türk Dili vb. dersleri kapsamaktadır.) (Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Anonim, 2018c)

Buna ek olarak eğitimdeki kalitenin bir göstergesi olan akreditasyon süreci de yükseköğretim programlarının eğitim boyutunu yakından ilgilendirmektedir. Ülkemizde henüz ulusal olarak peyzaj mimarlığı bölümlerini akredite eden bir kurum ya da kuruluş bulunmamaktadır. Ancak İTÜ Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 2017'de Uluslararası Peyzaj Mimarlığı Federasyonu (IFLA) tarafından 2017'de tam akredite edilmiştir (Anonim, 2017). IFLA/UNESCO Peyzaj Mimarlığı Eğitimi Belgesi (2012)'ne göre peyzaj mimarlığı; mimari, sanatsal, ekolojik, mühendislik ve bilimsel ilkeleri bütünleştirir ve dolayısıyla peyzaj mimarlığı eğitimi de kavramlaştırma, koordine etme ve insan gelenekleri ile doğal ve kültürel sistemleri temel alan tamamlayıcı tasarımları gerçekleştirme kapasitesini desteklemelidir.

Yukarıda verilen güncel durum doğrultusunda, farklı üniversitelerin peyzaj mimarlığı bölümlerinden mezunların peyzaj mimarlığı alanında bilgi ve becerileri ile bunların peyzaj mimarlığı pratiği içindeki yeri de sorgulamaya açık hale gelmektedir. Özellikle artan öğrenci ve buna bağlı mezun sayıları gerek eğitim gerekse sektörel istihdam açısından kaygı vericidir. Tüm bu karmaşık yapı içinde peyzaj mimarlığı disiplininin eğitim ve sektörel ayakları arasındaki ilişkinin sorgulanması gerekmektedir. TMMOB Peyzaj Mimarı Odası (PMO)'ndan elde edilen ve yazılı

olmayan verilere göre; toplam üye sayısı 2018 yılı ilk yarısında 5881 kişi olup; ilk kayıt verilerine göre 1357'si (%23) özel sektörde, 1629'u (%28) kamu sektöründe istihdam edilmektedir. Bu sayılar güncel olmamakla birlikte, her mezunun meslek odasına kaydı da söz konusu değildir. Buna ek olarak peyzaj mimarlarının kamuda istihdamında kadro ünvanı ve kadro sayısı konusunda farklı sorunlar da bulunmaktadır. Örneğin, Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı (YÖK), 2107 yılında aldığı bir kararla mezunlarının mimarlık eğitimine eşdeğer bir eğitim almadıkları gerekçesiyle, peyzaj mimarlarının ve iç mimarların kamu kurum ve kuruluşlarında "mimar" kadrosuna atanmalarının uygun olmadığını belirtmiştir (PMO, 2018). Dolayısıyla peyzaj mimarlığı disiplini ve buna bağlı olarak eğitimi ulusal ölçekte farklı sorunlara yönelik mücadele eylemleri ve çözümleri üretmek durumundadır. Peyzaj mimarlığı eğitim sektörü de bu arayışın kaçınılmaz bir parçasıdır.

Gül vd. (2011)'nin de belirttiği üzere peyzaj mimarlığı eğitim ve öğretim ihtiyaçlarının belirlenebilmesi için günümüz şartlarının ve mevcut paydaşların talep ve eğilimlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada da peyzaj mimarlığı özel sektörü hedef paydaş olarak belirlenmiştir. Her ne kadar Peyzaj Mimarlığı Bölüm Başkanları Konseyi (PEMKON) tarafından ilki 2014'te

Antalya’da, ikincisi ise 2018’de Düzce’de gerçekleştirilen “Peyzaj Mimarlığı Eğitim-Öğretim” çalışmaları kapsamında peyzaj mimarlığı eğitiminin farklı boyutları tartışılmış olsa da ulusal literatürde özel sektörün peyzaj mimarlığı mezunlarından beklentilerine yönelik ayrıntılı bir bilimsel çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma; peyzaj mimarlığı mezunlarının önemli bir kısmının istihdam edildiği özel sektörde faaliyet gösteren firmaların yeni mezunlardan ve buna bağlı olarak lisans eğitiminden beklentilerini irdelemektedir. Çalışma sonucunda özel sektörün bilgi ve beceri konusunda mezunlardan beklentileri ve eleştirileri doğrultusunda peyzaj mimarlığı lisans programları üzerinde eleştirel bir irdeleme yapılmıştır. Ulusal ve uluslararası eğitim hedeflerinin ortaya konmasında paydaşların görüşlerinin de dikkate alınması gerekliliğinden yola çıkarak, çalışma sonuçlarının peyzaj mimarlığı eğitim programlarının yeniden yapılanmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada peyzaj mimarlığı alanında farklı konularda faaliyet gösteren özel sektör firmalarının yeni mezunlardan beklentileri, IFLA akreditasyon belgesi kapsamında ifade edilen peyzaj mimarlığı eğitim programlarında hedeflenmesi gereken bilgi ve beceriler temel alınarak irdelenmiştir. Bu bilgi ve beceriler aşağıdaki gibidir (IFLA, 2012):

- Kültürel formun tarihi ve tasarımın bir sosyal sanat olarak idrak edilmesi,
- Sosyal, politik, ekonomik ve doğal sistemler,
- Jeoloji, biyoloji vb. doğa bilimleri,
- Bitki materyali ve bitki üretimi uygulamaları,
- Arazi mühendisliği,
- Tasarım, planlama ve araştırma kuramı ve yöntemleri,
- Peyzaj tasarımı, yönetimi, planlaması ve bilimi (tüm ölçeklerde),
- Ekolojik çalışmalar ve sürdürülebilirlik ilkeleri,
- Bilgi teknolojisi ve bilgisayar uygulamaları,
- Kamu politikaları,
- İletişim,
- Etik değerler.

Bu amaçla özel sektörde faaliyet gösteren firmalarla internet üzerinden bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Peyzaj mimarlığı sektörünün önde gelen temsilcilerine ulaşmak amacıyla 2018 yılında TMMOB PMO’ndan büro tescil belgesi alan firmaların ve Süs Bitkileri Üreticileri Alt Birliği 2018 yılı üye listesinden, özellikle bitkisel üretim ve uygulama alanında, ilgili meslek odasına kayıtlı olmayan firmaların e-posta adreslerine, web tabanlı hazırlanan ankete davet gönderilmiştir. Şubat-Mart 2018 tarihleri arasında elektronik ortamda gerçekleştirilen anket çalışmasına, davet gönderilen 760 firmadan 77 tanesi (%10) yanıt vermiştir.

Anket dökümanı; firma profili, eğitim yeterliliği ve sektör beklentileri olmak üzere üç başlık altında yapılandırılmıştır. Toplam 16 soru içeren ankette; likert tipi, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulara yer verilmiştir. Verilen yanıtlar IBM SPSS Statistics Base 22.0 programında frekans analizi, güvenilirlik analizi, faktör analizi, ki-kare analizi ve regresyon analizleri aracılığıyla incelenmiştir. Açık uçlu soruda ise içerik analizi gerçekleştirilmiştir.

Likert tipi ve çoktan seçmeli soruların güvenilirlik testinde Cronbach alfa katsayısı kullanılmış ve 0.913 değerinde yüksek güvenilirlik düzeyinde saptanmıştır. Güvenilir bulunan verilerin faktör analizi için uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ile incelenmiştir. Tüm veriler için KMO katsayısı 0.5’ten büyük olarak saptanmış ve faktör analizi için geçerli kabul edilmiştir. Faktör analizinde dik (varimax) rotasyon kullanılmış ve öz değeri (eigenvalue) 1’in üzerinde olan faktörler anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Farklı sorular ile elde edilen veriler arasındaki ilişkilerin anlamlılığının belirlenmesinde ilk aşamada ki-kare testi (Pearson’s Chi-square Test) uygulanmış ve %95 güven aralığı kullanılmıştır. Ancak ki-kare testi değişkenler arası ilişkinin gücü ve yönü konusunda bilgi sağlamamaktadır. Bu nedenle değişkenler arası ilişkinin daha ayrıntılı irdelenmesi amacıyla, bağımlı değişkenler sıralı (ordinal) veri karakterinde olduğu için, sıralı regresyon analizi kullanılmıştır. Sıralı regresyon analizinin sonuçlarının değerlendirilmesinde ilk olarak paralellik varsayımı ve modelin uyum iyiliği test edilmiştir. Gerek paralellik varsayımı gerekse uyum iyiliği olasılıkları (p) 0.05’ten büyük olan veriler modelle uyumlu olarak kabul edilmiş ve değerlendirmeye alınmıştır. İlişkilerin yorumlanmasında parametre değerlerinin hesaplanan “odds oranı” (“e üssü” değerleri) (OR) kullanılmıştır. Sıralı regresyon analizinin yorumlanmasında bağımsız değişkene ilişkin OR değerlendirmeye alındığı için, bağımlı değişkene ait parametre değerleri ilgili Çizelgelerde belirtilmemiştir.

Açık uçlu sorunun değerlendirilmesinde kullanılan içerik analizi kapsamında katılımcılar tarafından yazılan metinlerin her biri ele alınarak, katılımcıların vurgu yaptıkları kavramlar belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada bu kavramların farklı katılımcılar tarafından ne kadar sıklıkla tekrar edildiği incelenerek sınıflandırılmıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde anketlerden elde edilen verilere ilişkin değerlendirmeler, anket formunda olduğu gibi üç temel başlık altında irdelenmiştir.

3.1. Firma profili

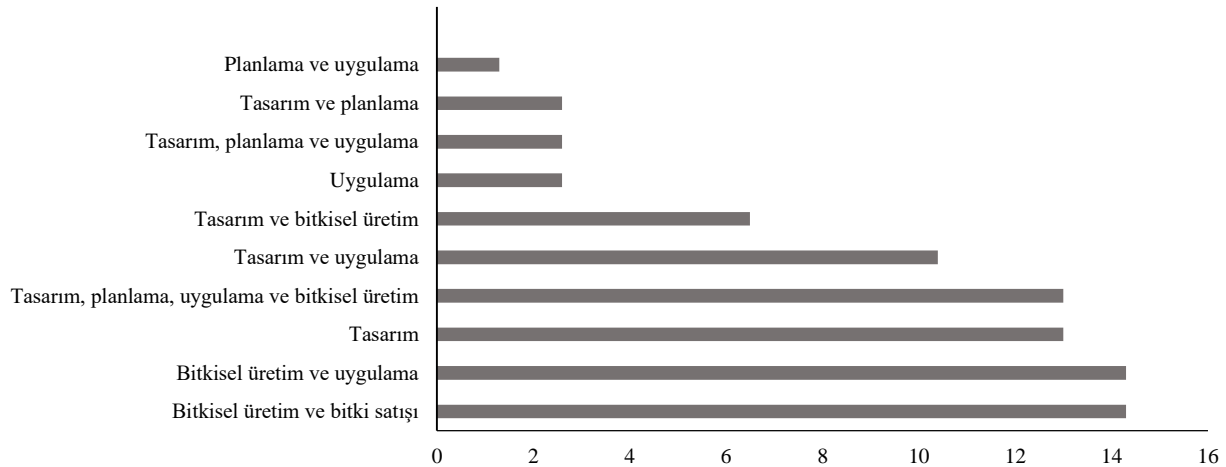
Anketin firma profilini belirlemeye yönelik hazırlanmış bu bölümünde; firmaların faaliyet alanlarına, faaliyet sürelerine ve personel sayılarına ilişkin sorular yer almıştır. Bulgulara göre ankete yanıt veren firmalar arasında en fazla pay (%20) hem tasarım hem uygulama hem de bitkisel üretim alanında faaliyet gösterenlere ait iken, yalnızca planlama alanında faaliyet gösteren firma bulunmamaktadır (Şekil 2). Firmaların büyük çoğunluğu (%69) birden fazla faaliyet alanına sahiptir. Bu faaliyet alanları içerisinde bitkisel üretim ve bitki satışı ile uygulama (müteahhitlik hizmetleri) alanları öne çıkmaktadır. Firmaların %52’si 15 yıldan uzun süredir alanlarında faaliyet göstermektedir. Firmaların istihdam ettiği peyzaj mimarı sayısı ise 0-10 arasında değişkenlik göstermektedir. Firmaların %27’si 1; %22’si 2; %14’ü 3 ve %23’ü 3’ten fazla peyzaj mimarlığı lisans programı mezunu eleman istihdam ederken %14 oranında firmada peyzaj mimarlığı lisans programı mezunu bulunmamaktadır.

3.2. Eğitim yeterliliği

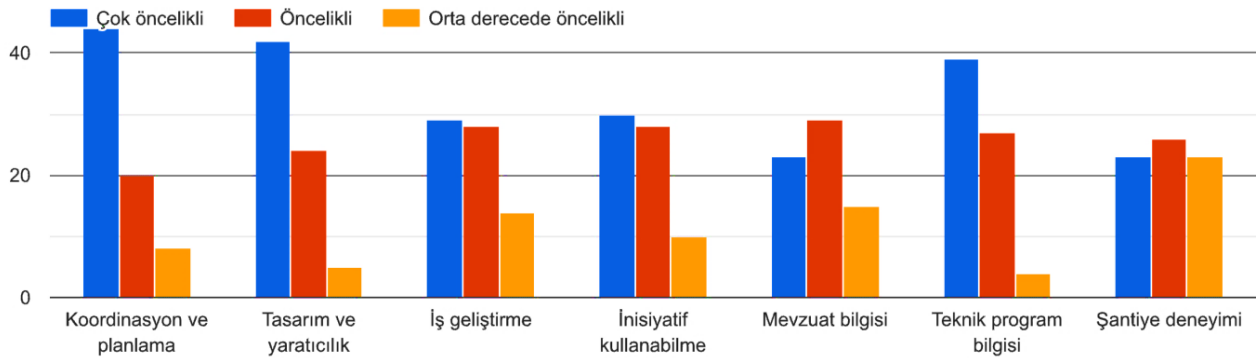
Katılımcı firmaların istihdam ettikleri peyzaj mimarlarından beklendikleri niteliklerden en öncelikli olanlar sırasıyla; (i) koordinasyon ve planlama becerisi, (ii) tasarım ve yaratıcılık yeteneği ve (iii) teknik program bilgisidir (Şekil 3). İş geliştirme ve inisiyatif kullanabilme becerileri de en az uygulama konusunda deneyim kadar önemli bulunmaktadır. Bununla birlikte firmaların %39'u üniversiteler tarafından verilen eğitimin sektörün beklentilerini karşılama konusunda yetersiz; %25'i ise kısmen yeterli olduğunu belirtmiştir.

Firmaların faaliyet alanı ve istihdam edilen peyzaj mimarlarından beklenen niteliklerin öncelikleri hakkındaki değerlendirmeleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığının anlaşılması için öncelikle ki-kare testi uygulanmıştır. Ancak ki-kare testi sonucunda değişkenler arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır ($p=0.57$). Ki-kare testi sonucuna rağmen sıralı regresyon analizi gerçekleştirilmiş; bu analiz sonucunda mezunların şantiye deneyimi ile firma faaliyet alanı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Çizelge 3). Bu analiz sürecinde, firma profilinde ortaya konan 10 farklı faaliyet alanı yeniden

sınıflandırılmış ve (i) yalnızca bitkisel üretim ve uygulama yapan firmalar, (ii) yalnızca tasarım ve planlama konularında proje hizmeti veren firmalar ve (iii) iki ve/veya daha çok alanda hem proje hem uygulama hizmeti veren firmalar olmak üzere 3 kategoriye indirgenmiştir. Sıralı regresyon analizi için referans kategori, belirli bir uzmanlık alanına/bilgiye/beceriye yönelik yanıtların olasılığı diğer gruplara oranla daha düşük olduğu için, çoklu faaliyet alanına sahip firma tipleri olarak belirlenmiştir. Çizelge 3'te tasarım ve planlama alanlarında yalnızca proje hizmeti sunan firmaların, mezunlardan şantiye deneyimi konusunda düşük beklentiye sahip olma olasılıkları, çoklu faaliyet alanına sahip firmalara göre 4 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Bu beklenen bir sonuç olmakla birlikte Türkiye genelinde yalnızca proje hizmeti veren firmaların, oransal olarak, daha az sayıda olmalarından dolayı uygulamaya ilişkin deneyim, aranan bir nitelik olmaya devam edecektir. Nitelik firmaların büyük bir kısmı (%79) işe aldıkları yeni mezun peyzaj mimarları için alıştırma sürecine ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bu durumun yeni mezunların, işveren tarafından meslek pratiğinde yetersiz bulunmaları olarak yorumlanabilir.



Şekil 2. Ankete katılan firmaların faaliyet alanlarının dağılımları (%)



Şekil 3. Katılımcı firmaların peyzaj mimarlarından beklendikleri niteliklerin öncelik sıralaması

Çizelge 3. Firma faaliyet alanına göre mezunlardan şantiye deneyimi beklentileri

Bağımlı değişken: Şantiye deneyimi niteliğinin önceliği	β	Wald	OR (e^{β})	p
Bağımsız değişken: Firma faaliyet alanı				
Bitkisel üretim ve uygulama	-485	0.918		0.338
Tasarım ve Planlama	1.465	4.866	4.327543	0.027
Çoklu faaliyet alanı	0 ^a	.	.	.

Peyzaj mimarlığı lisans eğitiminin, sektörel beklentileri karşılama konusunda, üniversitelere göre farklılık gösterdiğini ifade eden firma sayısı 17 (%22) iken; 10 firma (%13) eğitim niteliğinin faaliyet alanlarına göre (tasarım, planlama, uygulama vb.) farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Buna karşılık bölümlerin bağlı oldukları fakültenin, eğitimi etkilediğini belirten firma sayısı çoğunluktadır (%75). Bununla birlikte eğitimde, programın ana bilim dallarına ayrılmasını gerekli gören katılımcı firma oranı %52 iken, %43'ü anabilim dalı yapılanmasını gerekli bulmamaktadır. Firmaların %5'i ise kararsızdır. Halihazırda peyzaj mimarlığı lisans programlarının anabilim dallarına ilişkin yapılanması da üniversitelere göre farklılık göstermektedir. Ancak 2013 yılında gerçekleştirilen 7. PEMKON toplantısı 4 no'lu kararına göre "bölümlerden gelen görüşler doğrultusunda, yeni kurulacak ve yeniden yapılandırılacak Peyzaj Mimarlığı Bölümlerinde; "Peyzaj Planlama", "Peyzaj Tasarımı" ve "Bitki Materyali" başlıkları altında asgari üç anabilim dalının yer alması, fakülte yapıları ve akademik gelişmeler dikkate alınarak, ihtiyaç duyulacak yeni anabilim dallarının açılmasının uygun olacağına" oybirliği ile karar verilmiştir (PEMKON, 2018). Bununla birlikte PEMKON'un gönüllülük esasına dayalı bir yapılanma olduğu ve ulusal eğitim programları üzerinde bir yaptırım gücü bulunmadığı da göz önüne alınmalıdır.

Katılımcı firmaların mevcut durumda lisans eğitimi ve yeni mezunların eğitim yeterliliklerine ilişkin görüşleri ise Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'te yer alan ifadeler için gerçekleştirilen faktör analizi sonucunda, toplam varyansı açıklayan birbirinden bağımsız üç faktör tanımlanmıştır; (i) kişisel beceri ve gelişim, (ii) eğitim yeterliliği ve (iii) meslek pratiğine yönelik faaliyetler. Nitekim Çizelge 4'te verilen yüzde dağılımları incelendiğinde; (i) derslerin uygulama ağırlıklı yürütülmesi, (ii) staj sürelerinin daha uzun olması gerekliliği, (iii) kişisel gelişime yönelik girişimler, (iv) eğitimcilerin özel sektörle iletişim halinde olmaları ve (v) yeni mezunların güncel sektörel gelişmeler konusunda farkındalıklarının artırılması öne çıkmaktadır. Bu bulgulara dayanarak, özellikle eğitim sektörü ve özel sektör arasında bir etkileşim ve iletişim eksikliği olduğu varsayılabilir. Ayrıca, derslerin daha fazla uygulamaya yönelik olması ve staj süresi konularının vurgulanması; daha önce de belirtilen yeni mezunların uygulamaya yönelik faaliyet alanlarında yeterli bulunmadığı bulgusunu da desteklemektedir.

3.3. Sektör beklentileri

Bu bölümde katılımcı firmalardan ulusal düzeyde özel sektör beklentilerini karşılama kapsamında; (i) yeni mezunların sahip olması gereken bilgi ve beceriler konusundaki düşünceleri ve (ii) mevcut durumu değerlendirmeleri istenmiştir.

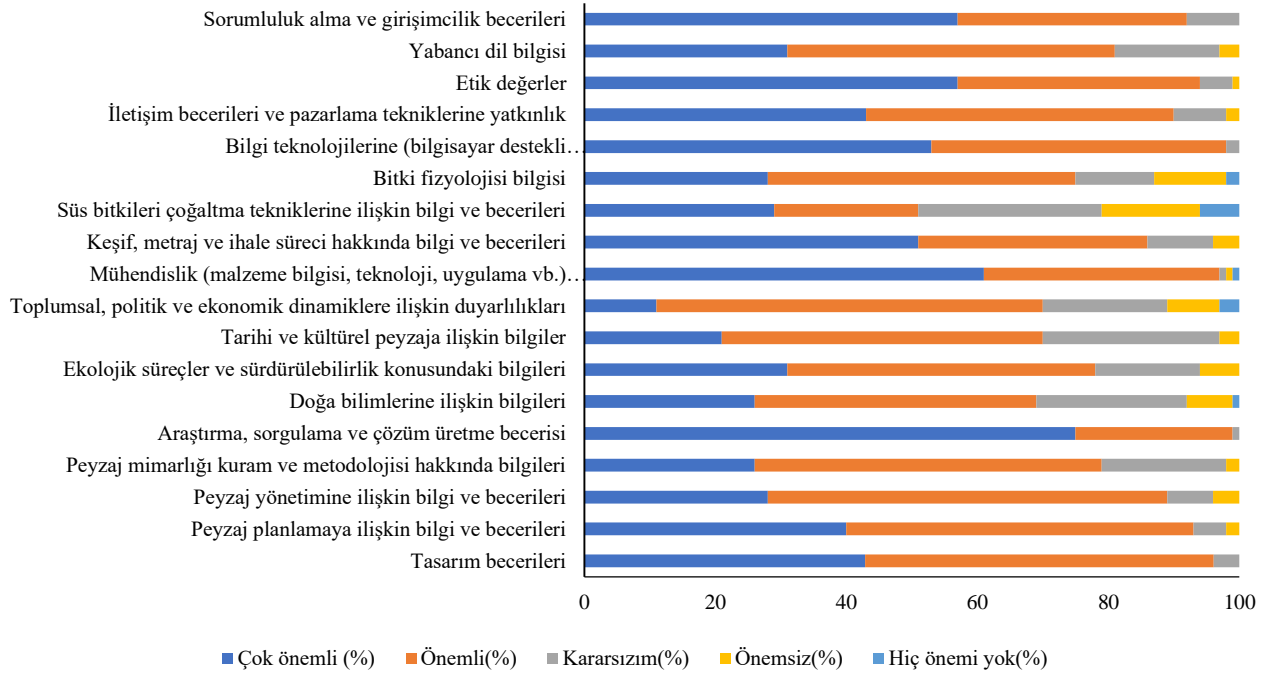
Peyzaj mimarlığı lisans eğitiminin sektör beklentilerini karşılama kapsamında yeni mezunların sahip olması gereken bilgi ve beceriler, faktör analizi sonucunda 5 grupta toplanmıştır. Bunlar sırasıyla; (i) doğal ve kültürel peyzaja ilişkin bilgi, (ii) peyzaj mimarlığı kuramı ve bitki bilgisi ile peyzaj planlama, tasarımı ve yönetimine ilişkin beceriler, (iii) mühendislik ve uygulama süreci bilgi ve becerileri, (iv) kişisel beceriler (sorumluluk alma gibi), (v) analitik düşünmeye yönelik beceriler ve yabancı dil bilgisidir. Frekans dağılımları incelendiğinde ise analitik düşünme becerisinin belirgin biçimde çok önemli (%75) ve önemli (%24) olarak değerlendirildiği görülmektedir (Şekil 4).

Bununla birlikte sorumluluk alma, yabancı dil bilgisi ve etik değerlere ilişkin bilgi ve beceriler gibi kişisel özelliklere ve gelişime bağlı konuların katılımcılar tarafından önemli bulunduğu anlaşılmaktadır. Mesleki bilgi anlamında ise mühendislik konularında bilgi ve beceriler; tasarım, planlama, bitki bilgisi ve yönetim konularına göre daha öncelikli öneme sahip olarak belirlenmiştir.

Firmaların faaliyet alanı ve ulusal düzeyde peyzaj mimarlığı sektör beklentilerini karşılama kapsamında yeni mezunların sahip olması gereken bilgi ve beceriler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığına ilişkin anlaşılması için uygulanan Ki-kare testi sonuçlarına göre, firma faaliyet alanı ile "süs bitkileri çoğaltma tekniklerine ilişkin bilgi ve beceriler" ve "bitki fizyolojisi bilgisi" arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır (sırasıyla $p=0.006$; $p=0.000$). Sıralı regresyon analizi sonuçlarına göre; bitkisel üretim alanında faaliyet gösteren firmalar, çoklu alanda faaliyet gösteren firmalara göre süs bitkileri çoğaltma tekniğine ve bitki fizyolojisine verdiği önem (sırasıyla $1/1.872=0.534$; $1/1.281=0.780$) belirgin bir farklılık göstermemekle birlikte; tasarım ve planlama alanlarında proje hizmeti veren firmalar özellikle bitki fizyolojisi konusundaki bilgiyi diğer firmalara göre belirgin bir biçimde (10 kat) daha az önemli bulmaktadır (Çizelge 5). Bu bulguya dayanarak eğitimde kazanılan bilgi ve becerilerin, farklı faaliyet alanlarına göre farklı önemlere sahip olabildikleri ileri sürülebilir.

Çizelge 4. Eğitimin yeterliliği konusunda katılımcıların değerlendirmeleri.

Yeterlilik ifadeleri	Çok katılıyorum (%)	Katılıyorum (%)	Kararsızım (%)	Katılmıyorum (%)	Kesinlikle katılmıyorum (%)	Fikrim yok
Mezun olan öğrencilerin aldıkları eğitimi özel sektörde iş bulma açısından yeterli görüyorum.	5	12	12	39	32	-
Derslerin daha fazla uygulamalı olarak yürütülmesi gerektiğine inanıyorum.	68	31	1	-	-	-
Staj sürelerinin uzatılması gerektiğini düşünüyorum.	46	39	8	7	-	-
Mesleki bilginin yanı sıra kişisel gelişime ilişkin çabaları gerekli görüyorum.	61	32	5	1	-	-
Lisansüstü eğitimin bilgi ve becerilerin gelişmesi için gerekli olduğunu düşünüyorum.	12	24	23	32	8	1
Eğitimde görev alanların sektörle daha fazla işbirliği içinde olmaları gerektiğini düşünüyorum.	70	27	3	-	-	-
Yeni mezunların ulusal ve uluslararası düzeyde yeni arayışlara ve teknolojilere ilişkin bilgi ve fikir sahibi olmasının gerekli olduğunu düşünüyorum.	65	29	5	-	1	-



Şekil 4. Yeni mezunların sahip olması gereken bilgi ve beceriler konusundaki düşünceler

Çizelge 5. Firma faaliyet alanına göre süs bitkileri çoğaltma tekniğine ilişkin bilgi ve becerilerin önemi

Bağımlı değişken: Süs bitkileri çoğaltma tekniğine ilişkin bilgi ve becerilerin önemi	β	Wald	OR (e^{β})	p
Bağımsız değişken: Firma faaliyet alanı				
Bitkisel üretim ve uygulama	-1.872	12.808	0.153816	0.000
Tasarım ve Planlama	0.462	0.615	1.587245	0.0433
Çoklu faaliyet alanı	0 ^a	.	.	.
Bağımlı değişken: Bitki fizyolojisine ilişkin bilginin önemi				
Bağımsız değişken: Firma faaliyet alanı				
Bitkisel üretim ve uygulama	-1.281	5.787	0.277759	0.016
Tasarım ve Planlama	2.307	11.983	10.04425	0.001
Çoklu faaliyet alanı	0 ^a	.	.	.

Yeni mezunların sahip olması gereken bilgi ve becerileri önem derecelerine göre değerlendirmelerinin ardından, katılımcı firmalardan güncel durumu değerlendirmeleri istenmiş ve bu amaçla yeni mezun öğrencilerin bilgi ve beceri düzeyleri hakkındaki değerlendirmeleri almak üzere aynı konu başlıkları sunulmuştur. Bulgular, eğitim yeterliliği bölümünde belirtildiği üzere üniversitelerde verilen lisans eğitiminin özel sektöre yeterli bulunmadığı sonucunu desteklemektedir (Şekil 5). Özellikle mühendislik, keşif-metraj, süs bitkileri çoğaltma ve peyzaj planlama konularında yeni mezunlar özel sektör tarafından yetersiz görülmektedir. Mühendislik alanında yeni mezunları yeterli ve çok yeterli olarak değerlendiren firmaların oranı yalnızca %19 iken; peyzaj planlamaya ilişkin bilgi ve becerileri yeterli ve çok yeterli gören firmaların oranı ise %16'dır. Bu konular, daha önce belirtilen uygulamaya yönelik eğitimin yetersizliği bulgusu ile de doğrudan ilişkilidir. Benzer şekilde peyzaj mimarlığı bölümü mezunları da kendilerini uygulama ve malzeme bilgisi konularında yetersiz görmektedirler (Gül vd.,2011).

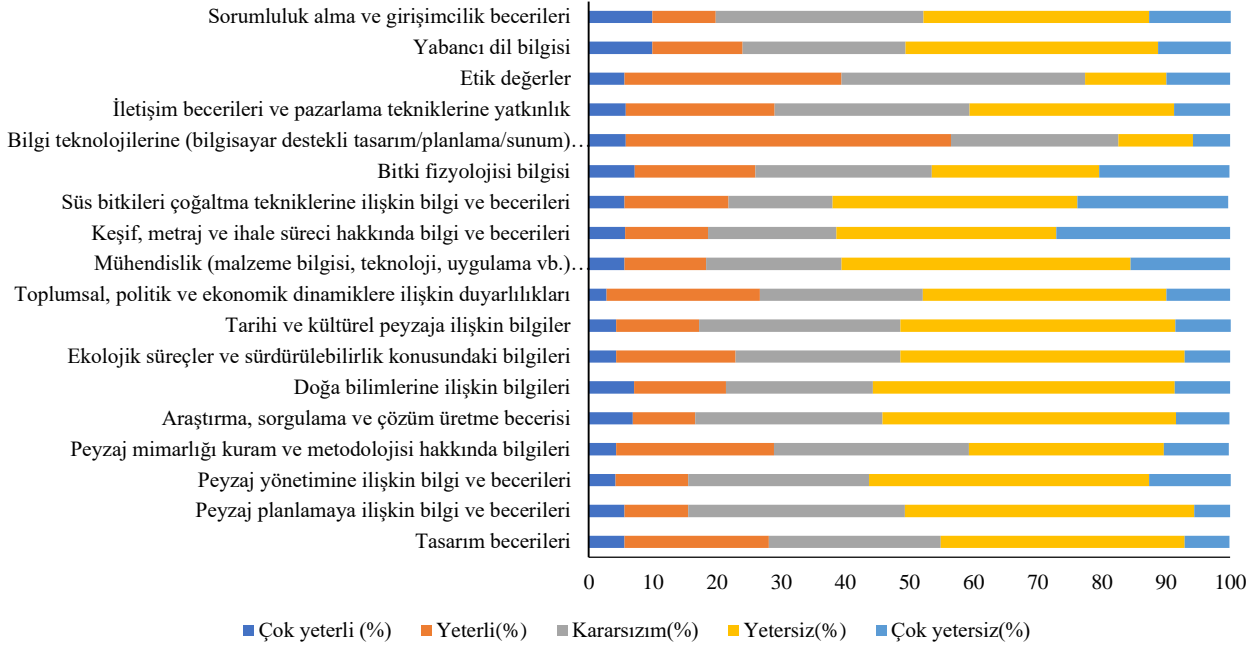
Yeterlilik konusunda ise bilgi teknolojilerine ilişkin bilgi ve beceriler; %51 yeterli ve %6 çok yeterli olmak üzere değerlendirilmiştir. Bu bulgu Gül vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen araştırmanın bulguları ile çelişmektedir. Araştırmada mezunların %75'i "bilgisayar destekli

planlama, tasarım ve modelleme" konusunda verilen eğitimi yetersiz bulmuşlardır. İki araştırma arasında geçen 7 yıl içerisinde bu konuda eğitim yeterliliğinin artış gösterdiğini, artan öğrenci sayısı ve bölümlerin kısıtlı olanakları çerçevesinde varsaymak olanaklı gözükmemekle birlikte; bu iki çalışmanın hedef kitlelerinin eğitim yeterliliklerini farklı açılardan ve farklı ilkelerle değerlendirdikleri öne sürülebilir.

Son olarak katılımcılardan, işveren olarak peyzaj mimarlığı mesleki eğitimi konusunda eğitimcilere ve öğrencilere yönelik görüşlerini ve eleştirilerini yazmaları istenmiş; metin uzunluğuna ya da içeriğine herhangi bir kısıtlama getirilmemiştir. Bu soruyu katılımcıların yalnızca %60'ı cevaplamıştır. Tüm metinler, dikkatlice okunarak katılımcılar tarafından vurgu yapılan kavramlar belirlenmiştir. Birbiri ile ilişkili kavramlar dikkate alınarak bir sınıflandırma gerçekleştirilmiş; kavramların metinlerde tekrar ediş sıklıkları takip edilmiştir. Sonuç olarak görüşler ve eleştiriler 12 maddede toplanarak, tüm metinlerde tekrar edişlerine bağlı olarak hesaplanan frekans dağılımları ile birlikte Çizelge 6'da verilmiştir. Daha önceki bulguları destekleyecek biçimde, eğitimde uygulamaya yönelik faaliyetlerin artırılması en çok ifade edilen görüş olmuştur. Yine, mühendislik ve staj konularına ilişkin olarak iyileştirmelerin ve zenginleştirmelerin talep edilmesi elde

edilen bulgularla tutarlılık göstermektedir. Katılımcıların eğitim sisteminin yapılmasına yönelik önerileri arasında en çok dikkat çekenleri ise bölümlerin yetenek sınavı ile öğrenci alması ve eğitimin 5 ya da 6 yıla çıkarılmasıdır. Özel sektörün, eğitim sektöründe çalışan peyzaj mimarlarına karşı en belirgin eleştirileri ise, eğitimcilerin meslek profesyonelleri ile ilişkide olmayıp; meslek pratiğinden habersiz oluşlarıdır. Peyzaj mimarlığı çalışma alanları kapsamında en önemli konulardan biri olan insan ve toplum

davranışını inceleyen sosyal bilim dallarında eğitimin yetersiz oluşu ise, az sayıda katılımcı firma tarafından dile getirilmiştir. Oysa kamusal açık alanlara sosyal değerlerin katılması, sosyal sürdürülebilirliğin desteklenmesi ve dezavantajlı gruplara kamusal alanda eşitlik getirecek çözümlerin üretilmesi IFLA/UNESCO Peyzaj Mimarlığı Eğitim Belgesi'nde eğitimin toplumların farklı ihtiyaçlarına cevap vermek üzere kurgulanan eğitim nitelikleri olarak vurgulanmaktadır (IFLA, 2012).



Şekil 5. Yeni mezunların sahip oldukları bilgi ve beceri düzeyleri hakkındaki değerlendirmeler

Çizelge 6. Katılımcıların eğitime yönelik görüşleri ve eleştirileri

Görüş ve eleştiriler	Frekans dağılımı (%)
Eğitimin uygulamaya yönelik olarak gerçekleştirilmesi.	%20
Malzeme ve mühendislik bilgisinin geliştirilmesi.	%16
Stajların daha uzun süreli ve/veya daha fazla sayıda gerçekleştirilmesi.	%13
Eğitimcilerin sektörle iletişimini koparmaması ve eğitim sürecinde meslek profesyonellerinden destek alınması.	%13
Öğrencilerin kişisel beceri ve yeteneklerini geliştirmeye yönelik çaba sarf etmesi.	%10
Lisans eğitiminin yeniden yapılandırılması gerekliliği.	%6
Eğitim programlarında tasarıma daha fazla yer verilmesi, yaratıcılığın desteklenmesi ve tasarım ürünlerinde dil birliğinin sağlanması.	%6
Keşif-metraj ve uygulama projesi hazırlama konusundaki yetersizlikler.	%4
Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerin takip edilmesi ve görselleştirme teknolojisinin daha iyi kullanılması.	%4
Eğitim sektöründeki peyzaj mimarlarının, peyzaj mimarlığı pratiği hakkında fikir sahibi olmaması.	%3
Mezunların mesleği benimsemiyor ve sahiplenmiyor oluşu.	%3
İnsan psikolojisi ve sosyoloji konularının eğitimde yeterli seviyede verilmiyor oluşu.	%1

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma; peyzaj mimarlığı disiplini çalışma alanlarında faaliyet gösteren özel sektör firmalarının ulusal peyzaj mimarlığı lisans eğitimine bakışını ve mezunlardan, dolayısıyla eğitimden, beklentilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın en belirgin sonucu özel sektörün genel olarak verilen lisans eğitimini, özellikle uygulama açısından, yeterli bulmayışıdır. Öte yandan farklı fakülteler altında yapılan; farklı konularda ve farklı oranlarda içeriklerle ders programlarının yürütüldüğü peyzaj mimarlığı bölümlerinin, mevcut karmaşa içerisinde, farklı paydaşların beklentilerine ne kadar yanıt verilebileceği tartışma konusudur. Eğitim sektörü açısından en temel sorunlardan biri de, öğrenci sayısının her yıl artması; buna bağlı olarak üniversitelerde gerek personel gerekse fiziksel mekân koşullarının talebi karşılayamıyor olmasıdır.

Bununla birlikte peyzaj mimarlığı çalışma alanlarının çeşitlilik göstermesi de eğitimin kalitesini zorlayıcı unsurlardan bir diğeridir. Bulgularda verildiği üzere firmaların çoğu; tasarım, planlama, bitkisel üretim, uygulama konularından en az iki tanesi üzerine faaliyet göstermektedir. Bu konularının her birinin lisans eğitiminde, üstelik uygulamalı olarak, ele alınması için eğitim sisteminin yeniden yapılması gerekmektedir. Bu anlamda eğitim süresinin, eğitimin ilk yıllarında olduğu gibi yeniden 5 yıla çıkarılması bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

Bir başka tartışma konusu olan peyzaj mimarlığı bölümlerinin hangi fakülte altında yapılması gerekliliği de, farklı faaliyet alanlarında eğitim kalitesinin iyileştirilmesi yönünden ele alınabilir. Her ne kadar mevcut eğilim peyzaj mimarlığı bölümlerinin mimarlık fakülteleri altında yapılması yönünde de, farklı fakülteler altında verilen peyzaj mimarlığı eğitimi, farklı faaliyet alanlarında uzmanlaşmaya yönelik eğitim ve araştırma çeşitliliğinin artması açısından bir olanak olarak değerlendirilebilir. Ancak mevcut durumda, farklı konulardaki teorik ve uygulamalı ders yükü dağılımları ve akademik personelin araştırma alanları ile bölümlerin yer aldıkları fakültelerin öncelikli çalışma konuları her zaman örtüşmemektedir. Bu gibi durumlarda disiplinler arası etkileşim olanakları kısıtlanmakta; eğitim ve araştırma niteliği de olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca farklı fakülteler altında peyzaj mimarlığı bölümlerinin yapılması, mezunların özellikle kamuda istihdamı konusunda sorunlara neden olabilmektedir. Tüm peyzaj mimarlığı bölümleri mezunları, “peyzaj mimarı” unvanını almakta; ancak eğitim aldıkları programın içeriği ve kapsamı birbirinden farklılık göstermektedir. Bunun sonucunda YÖK Yürütme Kurulu’nun daha önce bahsedilen kararı gibi farklı gerekçelerle mezunların istihdam olanaklarının kısıtlanması söz konusudur.

Katılımcı firmalar tarafından uygulamalı eğitimin desteklenmesine yönelik olarak ifade edilen staj süresinin uzatılması ve staj sayısının artırılması ile ilgili olarak iki temel konu söz konusudur: uzun dönemli ve çok sayıda stajyeri bünyesinde çalıştırabilecek nitelikli firma sayısı ve çeşitliliği ile stajyerlerin verimli olarak çalışmasının sağlanması. Öğrencilerin belirli bir deneyimi ve gerek fiziksel gerekse personel kapasitesi olan firmalarda staj sürelerini etkin geçirmeleri sağlanmalıdır. Bu nedenle staj yapılacak firmaya ilişkin ve staj süresince öğrencinin performansını ölçmeye ilişkin ilkeler ve prosedür tanımlı

olmalıdır. Aksi takdirde staj süresinin uzun olması, bu süreçte yapılan işin niteliğini iyileştirmeyecektir.

Peyzaj mimarlığı eğitiminin desteklemede yetersiz kaldığı ifade edilen öğrencilerin analitik düşünme, inisiyatif alabilme, iletişim kurabilme gibi becerileri ise daha kolaylıkla çözümlenebilecek bir konudur. Bu konuda öğretim elemanlarının, özellikle uygulamalı derslerde öğrencinin aktif olarak yer aldığı öğretim metodolojilerini uygulaması faydalı olacaktır. Stüdyo eğitimleri ile, ölçme ve değerlendirme yöntemi olarak proje/ödev jürileri yoluyla öğrencinin kendini ifade etme, grup ve bireysel olarak çalışabilme, tartışmaya katılma, eleştirileri cevaplama gibi eylemlerde bulunması teşvik edilecektir. Ancak bu kapsamda, öğrenci sayısının fazla olması ve öğrenci başına düşen öğretim elemanı sayısının her zaman yeterli olmayışı yine temel sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Konuyla ilgili olarak, 2 Kasım 2018’de yürürlüğe giren ve YÖK tarafından hazırlanan “Norm Kadro Yönetmeliği” ile yeni açılan üniversitelerdeki peyzaj mimarlığı bölümlerine kısa vadede öğretim elemanı kadrosu temini kolaylaşmış olmakla birlikte, eğitim veren bölüm sayısındaki artışın eğitimin niteliği üzerindeki etkileri de ayrıca irdelenmesi gereken bir konudur (Anonim, 2018d).

Bu çalışmada önemli bulunan konulardan biri de eğitim sektöründe yer alan öğretim elemanlarının, meslek profesyonelleri ve pratiği ile ilişkilerinin zayıf olduğu yönündeki değerlendirmelerdir. Kuram, bilgi ve uygulama arasındaki denge kurulmasının her iki taraf için faydalı olacağı açıktır. Malzeme ve uygulama teknolojisinin çok hızlı geliştiği bu dönemde, meslek profesyonellerinin eğitim programları içerisinde etkinliklere dahil edilmesinin hem öğrencinin hem de akademik personelin meslek pratiğinde günceli yakalamasında faydalı olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda pratikte proje ve uygulama süreçlerinin nasıl işlediği, temel sorunların neler olduğu ve mevzuatın peyzaj mimarlığı faaliyetleri üzerindeki etkisi konularında özel sektörün deneyimlerinin paylaşılması önemlidir. Ayrıca, meslek disiplininin sorunlarına ilişkin çözümlerin geliştirilmesinde her iki paydaşın da aynı sorumluluğa sahip olduğu ve ortak hareket etmenin peyzaj mimarlığı disiplini güçlendireceği unutulmamalıdır.

Son olarak, bulgu ve değerlendirmelerin daha sonraki araştırmalarda kullanımının etkinliği açısından çalışmanın kısıtlarını ortaya koymak gerekmektedir. Bu çalışmada karşılaşılan en temel sorun, özel sektörde peyzaj mimarlığı çalışma alanlarında faaliyet gösteren firma sayısını ve iletişim bilgilerini temin etmek olmuştur. Bu konuda gerek TMMOB PMO gerekse eğitim kurumlarının veri tabanları yetersizdir. Meslek odası verileri ise ilk kayıt verisinde dayanmaktadır; güncel değildir. Ayrıca tüm firmalar meslek odasına kayıtlı değildir. Dolayısıyla örneklem sayısının belirlenebileceği evrene ait bir veri bulunmamaktadır. Mezun sayıları bile tahmini olarak hesaplanabilmektedir. IFLA tarafından eğitimin akreditasyonu için gerekli olan mezun veri tabanlarının da bölümler tarafından ivedilikle oluşturulması gerekmektedir. Veri olmadan paydaşlara yönelik değerlendirmelerin yapılmasının ve eğitim sektörü olarak disiplinin diğer paydaşlarından bağımsız bir yol izlemenin mesleğin gelişimi açısından yararlı olmayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2017. İTÜ Peyzaj mimarlığı bölümümüzde uluslararası akreditasyon. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, <http://www.itu.edu.tr/haberler/2017/05/11/peyzaj-mimarligi-bolumumuze-uluslararası-akreditasyon>, Erişim: 27.11.2018.
- Anonim, 2018a. İstanbul Teknik Üniversitesi öğrenci işleri daire başkanlığı peyzaj mimarlığı lisans ders planı. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, <http://www.sis.itu.edu.tr/tr/dersplan/plan/PEM/000000.html>, Erişim: 18.11.2018.
- Anonim, 2018b. İstanbul Üniversitesi eğitim bilgi sistemi peyzaj mimarlığı lisans ders programı. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, <http://ebs.istanbul.edu.tr/home/dersprogram/?id=1135&yil=2016>, Erişim: 18.11.2018.
- Anonim, 2018c. Ankara Üniversitesi bologna bilgi sistemi peyzaj mimarlığı lisans ders programı ve AKTS kredileri. Ankara Üniversitesi, Ankara, http://bbs.ankara.edu.tr/Ders_Planı.aspx?bno=1830&bot=427, Erişim: 18.11.2018.
- Anonim, 2018d. Devlet yükseköğretim kurumlarında öğretim elemanı norm kadrolarının belirlenmesine ve kullanılmasına ilişkin yönetmelik. Mevzuat Bilgi Sistemi, Ankara, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/3.5.20146459.pdf>, Erişim: 03.11.2018.
- Bruns, D., Ortaçşme, V., Stiles, R., de Vries, J., Holden, R., Jorgensen, K., 2010. ECLAS Guidance on landscape architecture education. The Tuning Project ECLAS - LE:NOTRE. Tuning Landscape Architecture Education in Europe, Report, Version 26. European Council of Landscape Architecture Schools, http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Summary_of_outcomes_TN/ECLAS_Guidance_on_Landscape_Architecture_Education.pdf, Erişim: 11.11.2018.
- Fetzer, E., 2014. Knowledge Building in Landscape Architecture. Kassel University Press, Kassel.
- Gazvoda, D., 2002. Characteristics of modern landscape architecture and its education. Landscape and Urban Planning, 60: 117-133.
- Gül, A., Örucü, Ö.K., Eraslan, Ş., 2011. Mezun peyzaj mimarlarının eğitim ve öğretimden beklentileri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 12: 131-140.
- IFLA, 2012. IFLA/UNESCO charter for landscape architectural education, <http://iflaonline.org/wp-content/uploads/2014/11/IFLA-Charter-for-Landscape-Architectural-Education-Revised-2012.pdf>, Erişim: 12.01.2017.
- Kaplan, A., 2009. Landscape architecture's commitment to landscape concept: a missing link?. Journal of Landscape Architecture, 4(1): 56-65.
- ÖSYM, 2017. Merkezi yerleştirme ile öğrenci alan yükseköğretim lisans programları. Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi, Ankara, https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2017/OSYS/YER/Tablo-4_12082017.pdf, Erişim: 24.11.2018.
- ÖSYM, 2018a. Merkezi yerleştirme ile öğrenci alan yükseköğretim lisans programları. Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi, Ankara, https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2018/YKS/YER/Tablo4MinMax_31082018.pdf, Erişim: 24.11.2018.
- ÖSYM, 2018b. Ek yerleştirme ile öğrenci alan yükseköğretim lisans programları. Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi, Ankara, https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2018/YKS/EK/TABLO-4_28092018.pdf, Erişim: 24.11.2018.
- PEMKON, 2018. PEMKON kararları. Peyzaj Mimarlığı Eğitim ve Bilim Derneği, Antalya, <http://pemder.org.tr/kararlar/>, Erişim: 29.11.2018
- PMO, 2018. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı'nın kararına karşı dava süreci başlatıldı. Peyzaj Mimarları Odası, Ankara, http://www.peyzaj.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=7847&tipi=1&sube=0, Erişim: 28.11.2018.

Effect of density and propagation length on ultrasonic longitudinal wave velocity in some important wood species grown in Turkey

Tuğba Yılmaz Aydın^{a,*}, Murat Aydın^b

Abstract: In solids, density is an important factor that determines lots of properties such as mechanic behavior. Mechanic properties of materials can be determined by static and dynamic tests. Ultrasonic measurements are one of the non-destructive test methods and are being applied to lots of field for determination of wide range of properties. When literature in wood science reviewed, it's seen that researches did not make a consensus on the effect of density on ultrasonic wave velocity. Also, propagation length is another issue that has close relations with ultrasonic waves. From this point of view, effects of density and propagation length on ultrasonic longitudinal wave in Oriental beech, Scots pine, Black pine and Turkish red pine woods were investigated in this study. 20x20 cross-cut and 20, 30 and 40mm L direction samples were used to perform measurements. All samples acclimatized at 20±1 °C temperature and 65% relative humidity. Then, ultrasonic measurements performed using OLYMPUS EPOCH 650 flaw detector and 2.25MHz contact type transducers. According to the results, MC of the samples were calculated around 12% and up to 25.49% increase in velocity observed when sample length increased from 20mm to 40mm. Coefficients of determination between density and velocity were ranged from 0.78 to 0.94. Therefore, it's concluded that both propagation length and density have positive effect on ultrasonic wave velocity in these woods.

Keywords: Ultrasonic, Oriental beech, Scots pine, Black pine, Turkish red pine, Density, Propagation length

Türkiye’de yetişen bazı önemli ağaç türlerinde yoğunluk ve yayılım uzunluğunun ultrasonik dalga hızına etkisi

Özet: Yoğunluk, katılarda mekanik davranış gibi birçok özelliği belirleyen önemli bir etkidir. Malzemelerin mekanik özellikleri statik ve dinamik testlerle belirlenebilir. Ultrasonik ölçümler, tahribatsız test yöntemlerinden biridir ve birçok alanda birçok özelliğin belirlenmesinde uygulanmaktadır. Ahşap bilimindeki literatür incelendiğinde, ultrasonik dalga hızı üzerine yoğunluğun etkisi hakkında araştırmacıların ortak bir fikir ortaya koymadığı görülmektedir. Ayrıca, yayılım uzunluğu ultrasonik dalgalar ile yakından ilişki içinde olan bir diğer konudur. Bu bakış açısıyla, bu çalışmada yoğunluk ve yayılım uzunluğunun Doğu kayını, sarıçam, kızılçam ve karaçam odunlarındaki boyuna ultrasonik dalgaya etkisi araştırılmıştır. 20x20mm enine kesit ve L yönündeki uzunlukları 20, 30 ve 40mm olan örnekler ölçümlerin gerçekleştirilmesinde kullanılmıştır. Tüm örnekler, 20±1°C sıcaklık ve %65 bağıl nemde iklimlendirilmiştir. Sonrasında ultrasonik ölçümler, OLYMPUS EPOCH 650 hata detektörü ve 2.25MHz frekanslı temaslı tip transdüserler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, örneklerin rutubet içerikleri yaklaşık %12 olarak hesaplanmıştır ve dalga hızında örnek boyu 20mm’den 40mm’e çıktığında %25.49’luk bir artış gözlenmiştir. Yoğunluk ile hız arasındaki belirleme katsayıları 0.78 ile 0.94 değerlerinde sıralanmıştır. Dolayısıyla, hem yayılım uzunluğu hem de yoğunluğun bu ağaçlardaki ultrasonik dalga hızına olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ultrasonik, Doğu kayını, Sarıçam, Karaçam, Kızılçam, Yoğunluk, Yayılım uzunluğu

1. Introduction

Discovery of the piezoelectricity in 19th century can be assumed as a milestone for the future developments on material testing. And, at the beginning of the 20th century, measurement tools such as SONAR (Sound Navigation and Ranging) were unveiled as one of the very first applications of the tools uses the echo-ranging technique. This technique based on receiving the echoes of the transmitted sound signal to acoustic locating the underwater. By the development of technologies, non-destructive characterization of materials by sound transeiving can be used almost all fields. Ultrasonic method is one of the most common used non-destructive testing methods. And,

according to Vun et al. (2006) not only sample preparation is not required for tests and applications is safe but also ease of use in terms of application time, attenuation, radio-frequency and domains provide wide area usage of ultrasonic testing.

Basic wave types which used to determine wood material properties were mass (longitudinal and transverse) or surface (Rayleigh, Lamb and Love) waves (Bucur, 2006). And, according to Björnberg (2014) longitudinal and transverse waves were most common used wave types which used in ultrasonic testing. Ultrasonic waves which used in industrial non-destructive testing and evaluation travels through a structural material or component and focuses to detect the flaws or discontinuities such as cracks

✉ ^a Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, 32260, Isparta, Turkey

^b Isparta University of Applied Sciences, Keçiborlu Vocational School, Department of Furniture and Decoration, 32700, Isparta, Turkey

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): tugbayilmaz@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.09.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.11.2018



Citation (Atıf): Aydın, T.Y., Aydın, M., 2018. Effect of density and propagation length on ultrasonic longitudinal wave velocity in some important wood species grown in Turkey. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 413-418. DOI: [10.18182/tjf.459005](https://doi.org/10.18182/tjf.459005)

(Schmerr, 2007). According to Berke (2000) radiography and ultrasonic tests were some of the most common used methods for detection of invisible inner flaws. Ultrasonic techniques were one of the most suitable methods for determination of all elastic properties of any material (Musgrave, 1970; Hearmon, 1961; Dahmen et al., 2010). And, it's simple and very fast to perform measurements (Halachan et al., 2017).

Ultrasonic measurements can be performed by different propagation methods and according to UNI EN 14579 (2004) and Carcangiu et al. (2015) through transmission and pulse-echo were the most common used methods in ultrasonic testing, respectively. Some properties of these methods were expressed by Senalik et al. (2014) and they stated that locating the depth of a defect is possible in pulse-echo mode but impossible in through transmission mode. According to Aziz et al. (2013) through transmission method was more suitable than pulse-echo method for ultrasonic testing of the materials which are porous and have rough fiber such as wood. But, many features of pulse-echo signals can be correlated with visible wood anatomical features (Berndt and Johnson, 1995). Lots of studies conducted to determine different properties of wood or wood based products using ultrasound but bonding test on plywood by Czerlinsky (1943) was assumed as one of the very first practices of ultrasonic testing (Krautkraemer and Krautkraemer, 1990).

Evaluation of ultrasonic measurements depends on some factors such as wood species and/or structure, testing parameters, propagation method and direction, environmental conditions, etc. Calegari et al. (2011) reported that moisture content and density are the main and second factors that affect the ultrasonic wave velocity, respectively. Gerhards (1982), Bucur (1983) and Mishiro (1996a) stated that effect of density on acoustic wave depends on species, structure and propagation direction. Effects of these factors were partially studied by different researchers. And no common idea about density effect on velocity was reported by researchers as followings. Baradit and Niemz (2011), Baar et al. (2012), Oliveira et al. (2005a-b), Oliveira and Sales (2006) and Brandner et al. (2007) reported positive relations while Bucur and Chivers (1991) was negative. Besides, Mishiro (1996b), Oliveira et al. (2002), Ilic (2003) and Teles et al. (2011) reported neither positive nor negative relations between them. Also, Beall (2002) reported that effect of wood density on signal attenuation not clearly expressed. According to the Schmerr and Song (2007) reason of the attenuation of ultrasonic signal is so complex and amplitude of the signal decreases through the propagation path. Attenuation occurs with the distance and rises straightly with frequency (Cochran, 2012). Besides, moisture content, structure of the solid or tested material are some of the other influencing factors. In wood, attenuation generally occurs because of absorption (Krautkraemer and Krautkraemer, 1990).

Wood is a unique building material due to not only its environmental friendly characteristic such as being fully renewable and naturally grown properties (Menges et al., 2017) but also its unrivalled mechanic characteristics. Density is the key parameter which describes the mechanic characteristic of a material. In the direction of all the facts mentioned above, this study aimed to figure out the effects

of density and propagation length on ultrasonic longitudinal wave in wood.

2. Material and method

2.1. Material

Three softwoods, Scots pine, Black pine and Turkish red pine and one hardwood, Oriental beech, species were used in this study. Defect-free, 20x20mm cross-cut and 20, 30 and 40mm L direction test samples were prepared from the sapwood section of these woods. 20 samples for each propagation lengths of each species, totally 240 samples, were prepared.

2.2. Method

Samples were stored in a climate chamber which operated at 20 ± 1 °C temperature and 65% relative humidity to reach around 12% moisture content (MC). At the end of about 8th weeks, samples weight became constant and therefore acclimation ended. MC and density of samples were calculated according to TS 2471 (2005) and TS 2472 (2005), respectively. EPOCH 650 (Olympus, USA) ultrasonic flaw detector and contact type transducers (seen in Figure 1) which propagate 2.25MHz longitudinal wave were used to conduct measurements. Through transmission method, uses one transmitting and one receiving transducers, was chosen to obtain time values between transmitted and received signals. In this method, waves travel across the tested materials. Velocity of the ultrasonic wave was calculated using velocity-time relation as seen in equation (1).

$$V = L/T \text{ (m/s)} \quad (1)$$

where; V is ultrasonic velocity, L and T are specimen length and measured time-of-flight values, respectively.

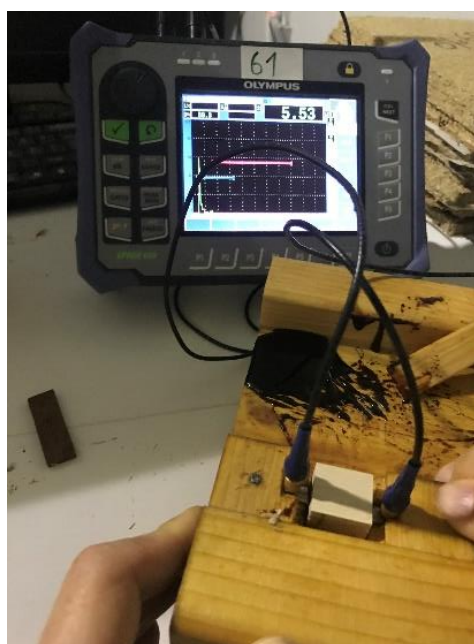


Figure 1. ToF measurements of ultrasonic longitudinal wave

3. Results and discussion

In terms of propagation length, minimum, maximum, average and coefficient of variation (V) values of the species moisture content, density and velocity were presented in Table 1. MC values of all test samples were ranged from 12.1% to 12.8%. Coefficients of variation of all investigated properties were as low as possible. According to results, it's seen that velocities increased with the increase in propagation length. Densities were almost the same within the species in terms of length. Density values of

the species were in accordance with the literature. Ultrasonic wave velocities of Scotch pine, Red pine, Black pine and Oriental beech wood were 14.21%, 14.1%, 25.49% and 12.70% increased when sample length increased from 20mm to 40mm, respectively. In general increase amount of the velocity was around equal for all species expect Black pine. And, as seen in table maximum increase in velocity was observed for Black pine wood. Difference between Black pine and other softwoods is interesting and the reason of this differentiation should be clarified with further investigations.

Table 1. Moisture content, density and velocity values of samples

	Propagation length (mm)	M.C. (%)	Density (g/cm ³)				Velocity (m/s)			
			\bar{x}	Min.	Max.	V(%)	\bar{x}	Min.	Max.	V(%)
Scotch pine	20	12.1	0.51	0.48	0.55	4.24	3784.19	3652.71	3973.88	2.38
	30	12.2	0.51	0.47	0.56	5.26	4180.78	3956.13	4346.97	2.98
	40	12.4	0.51	0.47	0.56	6.29	4322.25	4154.96	4466.52	2.13
Red pine	20	12.6	0.55	0.53	0.58	2.44	3656.95	3593.75	3719.93	0.94
	30	12.3	0.54	0.52	0.56	2.42	3914.60	3799.24	4015.91	1.63
	40	12.8	0.54	0.53	0.56	1.75	4172.69	4062.63	4314.38	1.53
Black pine	20	12.2	0.56	0.54	0.57	1.60	3652.40	3559.38	3759.79	1.47
	30	12.4	0.54	0.50	0.59	5.69	4410.60	4009.20	5054.09	7.92
	40	12.1	0.54	0.50	0.57	4.21	4583.76	4372.27	4838.55	3.16
Oriental beech	20	12.5	0.73	0.70	0.74	1.56	3780.99	3651.49	3869.72	1.64
	30	12.3	0.73	0.71	0.77	2.15	4239.46	4021.05	4610.45	3.98
	40	12.7	0.72	0.71	0.75	1.58	4261.22	4083.08	4488.89	3.12

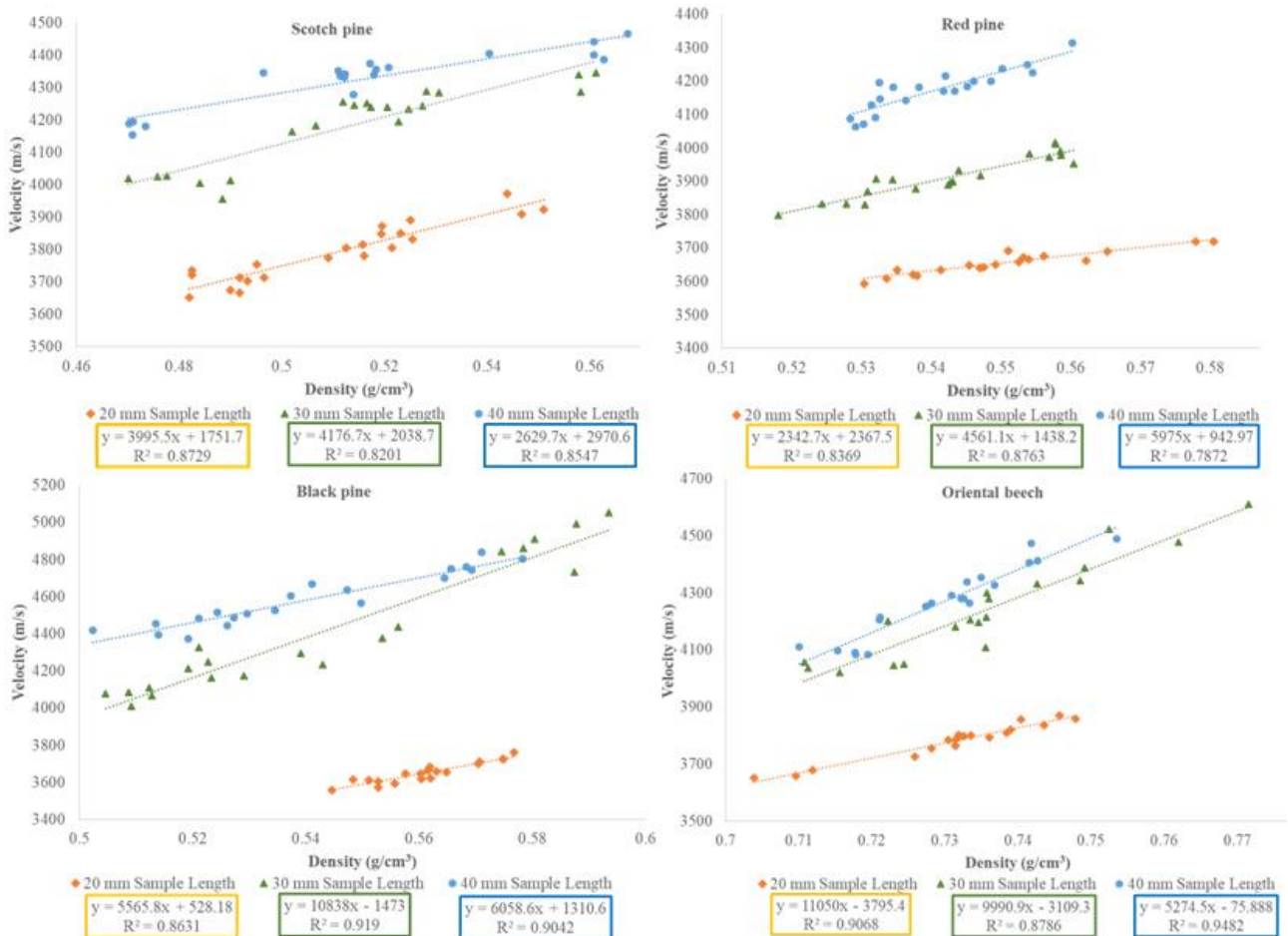


Figure 2. Relationships between ultrasonic velocity and density

Relationships between density and velocity were presented in Figure 2. As seen in figure, there are positive relations between density and velocity for each propagation length groups of all species. And, slopes of the lines of all propagation length are different and upstream.

Correlations between density or propagation length and velocity were presented in Table 2. As seen in table, there are statistically significant relations between all variables. Minimum coefficient (r) value (0.830) obtained between velocity and propagation length in Black pine wood. Coefficient values ranged from 0.830 to 0.975.

High frequency waves were used to evaluate the theory based correlation between wave velocity and density (Hearmon, 1965). Acoustic velocity and density are not independent from each other (Baar et al., 2012). And, according to Tomppo (2013) ultrasonic wave velocity in a solid primarily is affected by density and elasticity. Oliveira and Sales (2006) stated that ultrasonic wave velocity increased with the increase in density. Yılmaz Aydın and Aydın (2018) reported approx. 9.97% and 13.47% increase in velocity in Cedar wood (around 12% MC) when sample length increased from 20mm to 30 and 40mm, respectively. And, variance analysis results proved that there was a statistically significant relation between propagation length and calculated velocity. They also reported a statistically significant correlation between density and velocity. Therefore, it's obvious that results of this study well agreed with aforementioned studies. On the contrary some studies reported opposing conclusions. Red pine, Mongolian pine and four other wood species were investigated by Hui et al. (2016). They obtained less than 0.24 coefficient of determination values and reported that longitudinal ultrasound velocity were independent on oven-dried density. In this study, R² values within the species were ranged from 0.78 to 0.94 as seen in Figure 2. Therefore, as Palacios et al. (2011) stated, uniform, knot-free and un-interlocked grain test samples provided directly density dependent velocity values. Mishiro (1996b) and Ilic (2003) noted that density has not any effect on velocity. But according to Baar et al. (2012) suppression of the positive effect of density on velocity may be done by some factors such as macro and micro structure of the material. Calculated ultrasonic

velocity values can be correlated to lots of factors such as MC, density, growth ring angle, hardness, and strength as Miettinen and others (2005) did with using pine specimens. In this study just density and propagation length effects on velocity were evaluated. And, small and clear test samples were used. Íñiguez et al. (2007) used longer test samples prepared using *Pinus sylvestris* L. wood and reported that each 1 meter increase in sample length resulted 68 m/s decrease in velocity in clear wood. In this sense, another study which investigates the effects of longer sample lengths up to meter is underway. Transmission or propagation of a wave in solids or materials depends on lots of factors such as chosen frequency, method, transducer type, set-ups of detector or signal generator, attenuation of signal, environmental conditions, material type and its structure, etc. Attenuation which is related to used frequency, propagation method of transducers and structure of test object is an important parameter in ultrasonic measurements (Berke, 2000). Therefore, matter of interpretation about measured values is getting a complex issue and due to these reasons skilled user required for ultrasonic testing and evaluation.

4. Conclusion

Properties of wood material depend on cellular anatomy of the wood structure. In this study longitudinal ultrasonic wave properties measured through the longitudinal direction of samples. L direction ultrasonic wave velocities calculated to evaluate wave-material interaction in terms of density and propagation length. Results showed that both density and propagation length had positive effects on velocity. Increase rate of velocity ranged from 12.7% to 25.49% in terms of sample length. In a same manner, increase in velocity observed when density of samples increased. Consequently, both density and sample length have positive relations to ultrasonic wave velocity in Scotch pine, Red pine, Black pine and Oriental beech wood. As an offer, a supplementary study which uses samples in a meter or longer dimensions should be evaluated to figure out whether there will be the similar results or not.

Table 2. Pearson correlation coefficients (r) between variables (Density, Velocity and Sample Length)

Species		Density			Length
		2cm Samples	3cm Samples	4cm Samples	
Scots pine	Velocity	0.949**	0.895**	0.925**	0.880**
Red pine		0.910**	0.938**	0.849**	0.968**
Black pine		0.920**	0.964**	0.947**	0.830**
Beech		0.975**	0.953**	0.953**	0.873**

References

- Aziz, S.H., Shaari, A., Hafzan, S., Ahmad, M.N., Ibrahim, A., Abidin, I.M.Z., 2013. Elastic studies of tropical wood by using non-destructive ultrasonic technique. Proceedings of Malaysia International NDT Conference and Exhibition, 16-18 June 2013, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 1.
- Baar, J., Tippner, J., Gryc, V., 2012. The influence of wood density on longitudinal wave velocity determined by the ultrasound method in comparison to the resonance longitudinal method. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(5): 767-769.
- Baradit, E., Niemz, P., 2011. Selected physical and mechanical properties of Chilean wood species Tepa, Olivillo, Laurel, Lengua, Alerce and Manio. Proceedings of 17th Symposium Nondestructive Testing of Wood, 14-16 September 2011, Sopron, Hungary, pp. 395-401.
- Beall, F.C., 2002. Overview of the use of ultrasonic technologies in research on wood properties. *Wood Sci. Technol.*, 36: 197-212.
- Berke, M., 2000. Nondestructive material testing with ultrasonics. <https://www.ndt.net/article/v05n09/berke/berke1.htm>, Accessed: 06.02.2017.
- Berndt, H., Johnson, G.C., 1995. Examination of wave propagation in wood from a microstructural perspective. In: Thompson, D.O., Chimenti, D.E., (Eds), *Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation Volume 14*, Plenum Press, New York, USA, pp 1661-1668.
- Björnberg, J., 2014. Comparison of non-destructive techniques to discover defect finger joints in furniture. BSc thesis, Linnaeus University, Växjö, Sweden.
- Brandner, R., Gehri, E., Bogensperger, T., Schickhofer, G., 2007. Determination of modulus of shear and elasticity of glued laminated timber and related examinations. Proceedings of International Council for Research and Innovation in Building and Construction Working Commission W18, August 2007, Bled, Slovenia, pp. 40-12-2.
- Bucur, V., 1983. An ultrasonic method for measuring the elastic constants of wood increment cores bored from living trees. *Ultrasonics*, 21: 116-126.
- Bucur, V., 2006. *Acoustics of Wood*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
- Bucur, V., Chivers, R.C., 1991. Acoustic properties and anisotropy of some Australian wood species. *Acta Acustica united with Acustica*, 75(1): 69-74.
- Calegari, L., Gatto, D., Stangerlin, D., 2011. Influence of moisture content, specific gravity and specimen geometry on the ultrasonic pulse velocity in *Eucalyptus grandis* hill ex maiden wood. *Ciência da Madeira*, 2(2): 64-74.
- Carcangiu, S., Montisci, A., Usai, M., 2015. Modeling ultrasounds for nondestructive testing applications. In: Burrascano, S. Callegari, A. Montisci, M. Ricci, and V. Mario, P., (Eds), *Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems: Industrial Application Issues*, Springer International, Switzerland, pp. 47-82.
- Cochran, S., 2012. Piezoelectricity and basic configurations for piezoelectric ultrasonic transducers, In: Nakamura, K., (Ed), *Ultrasonic Transducers: Materials and Design for Sensors, Actuators and Medical Applications*. Woodhead Publishing, Cambridge, England, pp. 3-35.
- Czerlinsky, E., 1943. Non-destructive plywood testing with ultrasound. Dt. Luftfahrtforschung, Deutschland, Unters. u. Mitt. Nr. 1042.
- Dahmen, S., Ketata, H., Ben Ghazlen, M.H., Hosten, B., 2010. Elastic constants measurement of anisotropic Olivier wood plates using air-coupled transducers generated Lamb wave and ultrasonic bulk wave. *Ultrasonics*, 50(4-5): 502-507.
- Gerhards, C.C., 1982. Longitudinal stress waves for lumber stress grading: factors affecting applications: state of art. *Forest Products Journal*, 32: 20-25.
- Halachan, P., Babiak, M., Spišiak, D., Chubinsky, A.N., Tambi, A.A., Chauzov, K.V., 2017. Physico-acoustic characteristics of spruce and larch wood. *Wood Research*. 62: 235-242.
- Hearmon, R.F.S., 1961. *An Introduction to Applied Anisotropic Elasticity*. Oxford University Press, Oxford, England.
- Hearmon, R.F.S., 1965. The assessment of wood properties by vibrations and high frequency acoustic waves. Proceedings of 2nd Symposium Nondestructive Testing of Wood. April 1965, Pullman, WA. pp. 49-65.
- Hui, P., Jiali, J., Tianyi, Z., Jianxiong, L., 2016. Influence of density and moisture content on ultrasound velocities along the longitudinal direction in wood. *Scientia Silvae Sinicae*, 52(10): 117-124.
- Ilic, J., 2003. Dynamic MOE of 55 species using small wood beams. *Holz als Roh und Werkstoff*, 61(3): 167-172.
- Íñiguez, G., Esteban, M., Arriaga, F., Bobadilla, I., and Gil, M., 2007. Influence of specimen length on ultrasound wave velocity. Proceedings of 15th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, 10-12 September 2007, Duluth, USA, pp. 155-159.
- Krautkraemer, J., Krautkraemer, H., 1990. *Ultrasonic Testing of Materials*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Menges, A., Schwinn, T., Krieg, D., 2017. Advancing wood architecture: an introduction. In: Achim, M., Tobias, S., Oliver, D.K., (Eds.), *Advancing Wood Architecture A computational approach*, Routledge, N.Y., U.S.A., pp.1-9.
- Miettinen, P., Tiitta, M., Lappalainen, R., 2005. Electrical and ultrasonic analysis of heat-treated wood. Proceedings of 14th Symposium Nondestructive Testing of Wood. 2-4 May 2005, Eberswalde, Germany. pp. 265-274.
- Mishiro, A., 1996a. Effects of grain and ring angles on ultrasonic velocity in wood. *Mokuzai Gakkaishi*, 42: 211-215.
- Mishiro, A., 1996b. Effect of density on ultrasonic velocity in wood. *Mokuzai Gakkaishi*, 42(9): 887-894.
- Musgrave, M.J., 1970. *Crystal Acoustics: Introduction to The Study of Elastic Waves and Vibrations in Crystals*. Acoustical Society of America, San Francisco, U.S.A.
- Oliveira, F.G.R., de Campos, J.A., Pletz, E., Sales, A., 2002. Nondestructive evaluation of wood using ultrasonic techniques. *Maderas Ciencia y Tecnología*, 4: 133-139.

- Oliveira, F.G.R., Candian, M., Lucchette, F.F., Salgon J.L., Sales, A., 2005a. A technical note on the relationship between ultrasonic velocity and moisture content of Brazilian hardwood (*Goupia glabra*). *Building and Environment*, 40(2): 297-300.
- Oliveira, F.G.R., Candian, M., Lucchette, F.F., Salgon, J.L., Sales, A., 2005b. Moisture content effect on ultrasonic velocity in *Goupia Glabra*. *Materials Research*, 8(1): 11-14.
- Oliveira, F.G.R., Sales, A., 2006. Relationship between density and ultrasonic velocity in Brazilian tropical woods. *Bioresource Technology*, 97(18): 2443-2446.
- Palacios, P.I.C., Yoza, L.Y., Mallque, M.A., 2011. Elasticity modulus in Peruvian tropical woods using nondestructive techniques-preliminary study. *Proceedings of 17th Symposium Nondestructive Testing of Wood*, Vol. 2. 14-16 September 2011, Sopron, Hungary. pp. 469-475.
- Schmerr, L., 2007. Fundamental models and measurements for ultrasonic nondestructive evaluation systems. In: Chen, C., (Ed), *Ultrasonic and Advanced Methods for Nondestructive Testing and Material Characterization*, World Scientific Publishing, Singapore, pp. 684.
- Schmerr, L., Song, S., 2007. *Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems Models and Measurements*. Springer-Verlag, New York, U.S.A.
- Senalik, C., Schueneman, G., Ross, R., 2014. Ultrasonic-based nondestructive evaluation methods for wood a primer and historical review. https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr235.pdf, Accessed: 16.05.2018
- Teles, F., Del Menezzi, C., de Souza, F., Souza, M., 2011. Nondestructive evaluation of a tropical hardwood: Interrelationship between methods and physical-acoustical variables. *Ciência da Madeira*, 2(1): 1-14.
- Tomppo, L., 2013. Novel applications of electrical impedance and ultrasound methods for wood quality assessment. Ph.D. dissertation, University of Eastern Finland, Kuopio, Finland.
- TS 2471, 2005. Wood-Determination of moisture content for physical and mechanical tests. Turkish Standards Institution, Ankara.
- TS 2472, 2005. Wood-Determination of density for physical and mechanical tests. Turkish Standards Institution, Ankara.
- UNI EN 14579, 2004. Natural stone test methods-determination of sound speed propagation. International Organization for Standardization, Geneva.
- Vun, R.Y., Eischeid, T., Bhardwaj, M.C., 2006. Quantitative non-contact ultrasound testing and analysis of materials for process and quality control. European Conference on NDT, <https://www.ndt.net/article/ecndt2006/doc/Th.3.7.2.pdf>, Accessed: 06.03.2018.
- Yılmaz Aydın, T., Aydın, M., 2018. Relationship between density or propagation length and ultrasonic wave velocity in cedar (*Cedrus libani*) wood. *Proceedings of International Science and Technology Conference*, 18-20 July 2018, Paris, France, pp. 118.

Dijital görüntü korelasyon yöntemi ile farklı mobilya birleştirmelerin mekanik davranışlarının belirlenmesi

Timuçin Bardak^{a,*}, Eser Sözen^b, Kadir Kayahan^a, Selahattin Bardak^c , Deniz Aydemir^b , Hüseyin Peker^d 

Özet: Küresel rekabetin yoğunlaşması ile bütün endüstrilerde araştırma ve geliştirme çalışmaları kritik bir konu haline dönüşmüştür. Mobilya endüstrisinde dayanıklı ve kaliteli üretim için birleştirmelerin deformasyon davranışlarını anlamak önemlidir. Mekanik biliminde optik yöntemler temasız olarak katı malzemeler hakkında hızlı ve doğru bilgi verir. Bu çalışmada, dijital görüntü korelasyon yöntemi (DIC) kullanılarak basma ve çekme yükleri altında farklı mobilya birleştirmelerinin mekanik özellikleri ve deformasyonu analiz edilmiştir. Analiz için kutu konstrüksiyonlu mobilyada yaygın olarak kullanılan kelebek, tırnaklı trapez, minifixli birleştirme metotları seçilmiştir. Mobilya Birleştirmelerinin oluşturulmasında orta yoğunluklu lif levha (MDF), yonga levha (YL) ve lamine kaplı yonga levha (LY) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda birleştirme türünün ve malzeme tipinin gerilme ve yer değiştirme (deformasyon) miktarını etkilediği saptanmıştır. Deney sonuçlarına göre, malzeme türünde en yüksek basma ve çekme direncini Lif levha vermiştir. Birleştirme çeşidinde kelebek bağlantı en iyi sonucu vermiştir. DIC yönteminin mobilya tasarımında birleştirmelerin optimizasyonu için yararlı bir araç olarak kullanılabilceği bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Görüntü analizi, Mobilya birleştirme elemanları, Deformasyon analizi, Diyagonal çekme ve basma direnci

Determination of mechanical behaviors of different furniture assemblies by digital image correlation method

Abstract: Research and development work has become a critical issue in all industries, with the intensification of global competition. It is important for the furniture industry to understand the deformation behavior of joints for durable and quality production. Optical methods in mechanical science provide quick and accurate information about solid materials without contact. In this study, the mechanical properties and deformation behaviors on different furniture joint were analyzed under bending and tensile loads using digital image correlation method (DIC). The commonly used butterfly, nailed trapeze and minifix joining methods have been chosen for analyses in the boxed construction furniture. Medium density fiberboard (MDF), particleboard (YL) and laminar coated particleboard (LY) were used to form the furniture joints. As a result of the study, it was determined that the joint and material types affected the amount of strain and displacement. According to the results of the experiment, the highest tensile and tensile strength of the material type is given by the Fibreboard. The butterfly joint in the joint type has the best result. It has been found that the DIC method can be used as a useful tool for the optimization of joints in the furniture design.

Keywords: Image analysis, Furniture joining elements, Deformation analysis, Diagonal tension and compression strength

1. Giriş

Mobilya imalatında tüketilen odun kökenli malzemeleri; masif ağaç malzeme ve levha ürünleri olarak iki sınıfta toplanabilir. Levha ürünleri; yonga levha, lif levha, kontrplak ve kontratabla olarak literatürde açıklanmaktadır. Bunun yanında, kaplama levhalarının üst yüzeylerinde de tüketildiği bildirilmektedir. Mobilya imalatı için levha ürünleri son derece önemlidir (Kurtoğlu vd., 1990). Ülkemiz yonga levha üretiminin takribi %75'nin mobilya endüstrisinde tüketildiği açıklanmaktadır (Gümüşkaya, 1982). Lif levhalar ise ikinci sırada bulunmaktadır.

Mutfak masa ve sandalyelerinde, kalite olarak daha düşük olduğu için suntalam tercih edilmemektedir (İçel vd., 2017).

Mobilya ürünleri kullanım yerine göre direk ya da dolaylı olarak farklı zorlamaların etkisi altında kalmaktadır. Bu zorlamalar, mobilyayı meydana getiren elemanlar üzerinde çeşitli deformasyonlar oluşturabilmektedir (Güray vd., 2002). Yükün etkisine bağlı olarak mobilya köşe birleştirme yerlerinde veya elemanlarında açılma, eğilme ya da kırılma gibi deformasyonlar meydana gelebilmektedir (Efe ve Kasal, 2000; Taştekin ve Özyurt, 2001). Mobilya ürününde oluşan bu deformasyonların minimuma indirebilmek için, dizayn ve imalat işlemlerinde farklı konstrüksiyonlar kullanılmaktadır (Efe ve Kasal, 2000).

Mekanik bağlantılar, demonte dolaplarda, ünitelerini birbirine tutturmakta ve aynı zamanda ayak-kayıt birleştirmelerde kullanılmaktadır. Bu bağlantılar mobilyada kullanıldıkları yere, konuma veya şekillerine göre farklılık gösterir (Efe, 1994).

✉ ^a Mobilya ve Dekorasyon Programı, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bartın, Türkiye

^b Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye

^c Endüstri Mühendisliği, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Sinop, Türkiye

^d Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Fakültesi, Artvin, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): timucinb@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.05.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.11.2018



Citation (Atıf): Bardak, T., Sözen, E., Kayahan, K., Bardak, S., Aydemir, D., Peker, H., 2018. Dijital görüntü korelasyon yöntemi ile farklı mobilya birleştirmelerin mekanik davranışlarının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 419-427.
DOI: [10.18182/tjf.426005](https://doi.org/10.18182/tjf.426005)

Dijital Görüntü Korelasyonu, bir nesnenin yüzeyinin dijital görüntülerini yakalayabilen ve daha sonra tam alan deformasyonu ve ölçümleri elde etmek için görüntü analizi gerçekleştiren temassız, optik bir yöntemdir (Pan vd., 2009). Literatürde görüntülerin elde edilmesinde ve analizinde çeşitli yazılımların ve kameraların kullanıldığı bildirilmektedir (Güller ve Fakir, 2009). Dijital görüntü korelasyonu yöntemi, deneysel dünyanın önemli bir parçası olmuştur ve birçok dijital görüntü korelasyonu yöntemi geliştirilmiştir (Matsumoto vd., 2013; Tasdemir, 2015). Dijital görüntü korelasyonu analizini, deformasyonu ölçen diğer yöntemlerden ayıran özellik kameranın kullanılmasıdır (Berfield vd., 2007; McCormick ve Lord, 2010). Dijital görüntü korelasyonu deforme olmuş yüzeylerin görüntülerini kaydetme yeteneğine sahip olmasının yanında yük altında gerilen malzemenin doğru analizini yapabilir. Elde edilen sonuçların kalitesi esas olarak iki faktöre bağlıdır: kameranın çözünürlüğü ve numunedeki leke deseninin kalitesidir (Pan vd., 2009; Berfield vd., 2007; McCormick ve Lord, 2010). Çalışmada Dijital görüntü korelasyon yönteminden faydalanarak en yaygın olarak kullanılan farklı birleştirmeler (minifix, trapez, kelebek) ve malzemelerden (orta yoğunlukta lif levha, yonga levha, kaplamalı yonga levha) oluşturulmuş mobilya birleştirmelerinin deformasyon davranışları analiz edilmiştir. Aynı zamandan birleştirmelerin mekanik özellikleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında ham yonga levha (sunta) kaplamalı yonga levha ve ham MDF (medium density fiberboard) ahşap kompozit levhalar kullanılmıştır. Ahşap kompozitler plakalar halinde (183x366x1,8 cm boyutlarında) temin edilmiş ve köşe birleştirmelerinin ölçüleri olan 270x150 mm ve 270x132 mm boyutlarına getirilmiştir. Üç farklı köşe birleştirme elemanı kullanılarak köşe birleştirmeler gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de çalışmada kullanılan köşe birleştirme elemanları gösterilmiştir.

Çalışmada üç farklı malzeme (ham yonga levha, kaplamalı yonga levha ve MDF) ve üç farklı birleştirme türü (kelebek, tırnaklı trapez ve minifix) kullanılarak iki farklı test (diyagonal çekme ve diyagonal basma) için on adet örnek üretilmiş ve toplamda (3x3x2x10=180) 180 adet birleştirme yapılmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Diyagonal basma direnci testi

Diyagonal basma testlerinde uygulanan kuvvet malzemeleri sıkıştırmaya yöneliktir. Bu yüzden çekme testinden farklı olarak bu testte tabanda bulunan mesnet sabittir. Çekme direnci testinde olduğu gibi Universal test makinesinde 2 mm/dak hızla gerçekleştirilen testler basma direnci testlerine de uygulanmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) ve mesnetler arası mesafe, diğer bir deyişle kuvvet kolu (db=106) dotaları kullanılarak dış moment taşıma kapasiteleri (Mb) aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak hesaplanmıştır (Denklem 1). Şekil 2'de

çalışmalarda kullanılan diyagonal basma direnci test konfigürasyonu gösterilmiştir.

$$M_b = (F_{max}) \times db \quad (N.m) \quad (1)$$

Çekme direnci testlerinde mesnetlerin ikisi de hareketli olup, deney sırasında bir birinden uzaklaşmaktadır. Testler, Universal test makinesinde 2 mm/dak hızla gerçekleştirilmiştir. Yüklemeler zamana bağlı olarak kaydedilmiş ve kırılma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) ve mesnetler arasındaki mesafe (dç) kullanılarak dış moment taşıma kapasiteleri (Mç) aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Denklem 2).

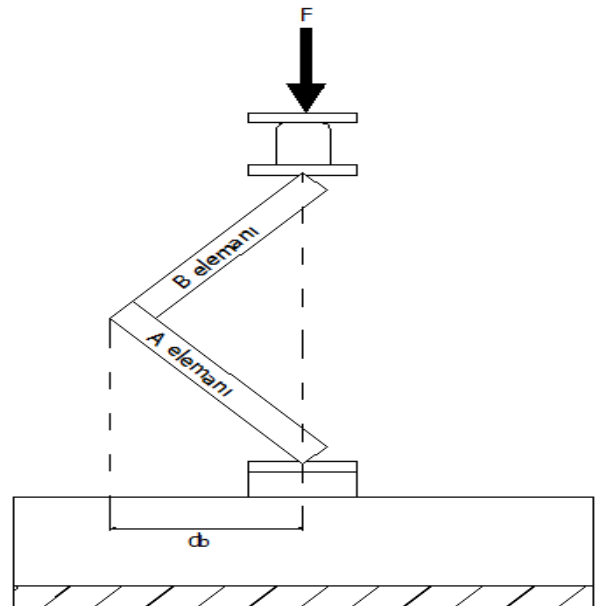
$$M_{\check{c}} = (F_{max}/2) \times (d_{\check{c}}) \quad (N.m) \quad (2)$$

2.2.2. Diyagonal çekme direnci testi

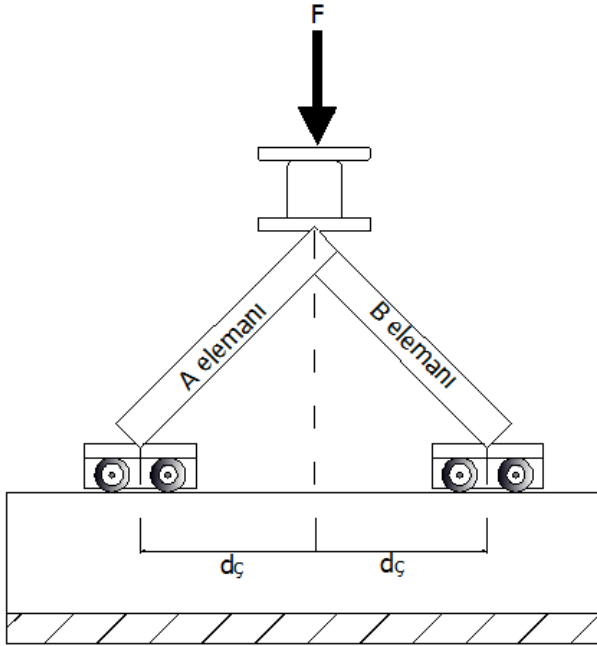
Diyagonal çekme direnci testi, adını test esnasında malzemede oluşan çekme kuvvetinden almaktadır. Diyagonal (diagonal=köşegen) kelimesi ise uygulanan kuvvetin köşelerden olmasından dolayıdır. Şekil 3'te çalışmalarda kullanılan diyagonal çekme direnci test konfigürasyonu gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan köşe birleştirme elemanları; (a) kelebek, (b) tırnaklı trapez (çektirmeli), (c) minifix (çektirmeli)



Şekil 2. Diyagonal basma direnci test konfigürasyonu

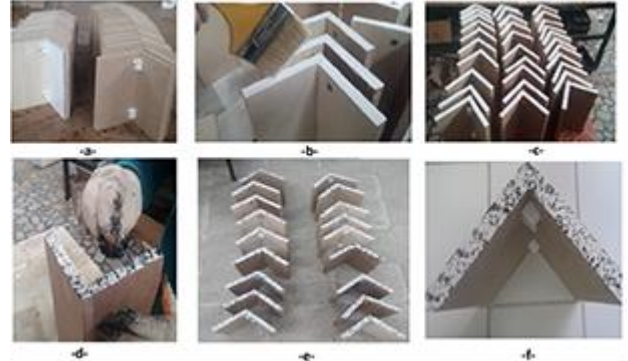


Şekil 3. Diyagonal çekme direnci test konfigurasyonu

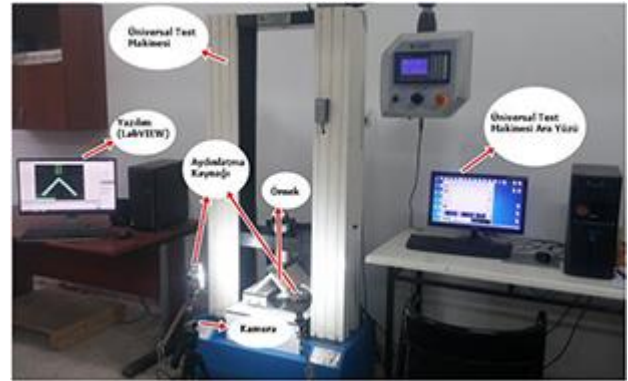
2.2.3. Görüntü analizi örneklerinin hazırlanması

Diyagonal çekme ve basma testlerinde örneklerde meydana gelen deformasyonlar dijital kamera (Basler ace camera, renkli, 1624 x 1234 mega piksel, 20 fps) ile kaydedilmiş ve Labview yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir (Bardak vd., 2017). Görüntü analizi uygulanacak örneklerin (Şekil 4-a) üzerinde ilk olarak deformasyonun belirleneceği yüzey beyaz bir alçı, macun veya boya ile kaplanır. Bu çalışmada lake macunu tercih edilmiş ve fırça yardımıyla (Şekil 4-b) deformasyonun belirleneceği yüzeylere uygulanmıştır. Lake macunları sürülen örnekler kuruması için oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir (Şekil 4-c). Daha sonra boyalı alanlar yumuşak tel kullanılarak siyah yağlı boyaya bastırılarak boyalı alan üzerinde rast gele desenler oluşturulmuştur (Şekil 4-d). Görüntü analizi kamerası, zıt renkler üzerine (siyah-beyaz) yapılan bu desenleri algılayarak test esnasında yer değiştirme mesafelerini ölçerek deformasyonun belirlenmesini sağlamaktadır. Siyah yağlı boya ile oluşturulan desenler tekrar oda sıcaklığı ortamında 2 saat kurumaya bırakılmış (Şekil 4-e) ve görüntü analizinde kullanılacak örnekler elde edilmiştir (Şekil 4-f). Görüntü analizi için örnek hazırlama aşamaları Şekil 4'de gösterilmiştir.

Görüntü analizi sistemi Üniversal test makinesine entegre olarak çalışmaktadır. Test sırasında meydana gelen değişimler kamera ile takip edilerek anlık kareler olarak kaydedilir. Şekil 5'de görüldüğü gibi analizin gerçekleştirilmesi için birçok ana ve yardımcı eleman bulunmaktadır. Üniversal test makinesi; direnç dayanımını sayısal olarak ölçmeye yarar. Aydınlatma kaynağı olarak kullanılan ışıklar ise zıt renkler üzerinde daha net görüntü almasını sağlar.



Şekil 4. Görüntü analizi için örnek hazırlama aşamaları



Şekil 5. Görüntü analizi sistemi ve elemanları

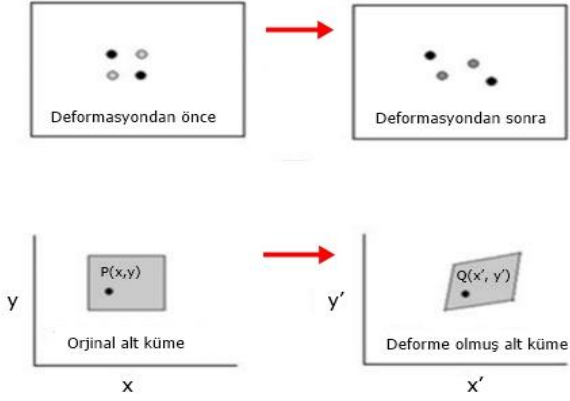
LabVIEW Vision Builder yazılımı ile elde edilen görüntüler Matlab tabanlı Ncorr yazılımı kullanılarak yer değiştirme ve gerilme alanları belirlenmiştir. Ncorr yazılımı yüzeyinde rastgele desen bulunan herhangi bir malzemede kullanılabilir (Blaber vd., 2015; Ghani vd., 2016). DIC yöntemi malzeme üzerinde oluşturulan rastgele desenlerin takibine dayanmaktadır. Deney başlangıcındaki desenin konumu ile deney sonucu desenin konumunun karşılaştırılması ile malzemelerin deformasyon davranışları belirlenir.

DIC yönteminde bir yük uygulanmadan önce takip edilecek koordinatlar (x_p , y_p) ve yüklenmeden sonra yeni pozisyonlar (x_p' , y_p') olarak gösterilebilir (Ab Ghani vd., 2016). Şekil 6'da deformasyon oluşmadan önce referans alt küme ve yüklenmeden sonra hedef alt kümesini gösterilmiştir.

Deformasyondan önceki koordinatlarla ilişkili yer değiştirme pozisyonlarını hesaplamak için korelasyon algoritmalarının arkasındaki denklemler aşağıda gösterilmiştir:

$$\begin{aligned} x_q' &= x_q + u_p = \frac{\partial u_p}{\partial x} \Delta x_q + \frac{\partial u_p}{\partial y} \Delta y_q \\ y_q' &= y_q + v_p = \frac{\partial v_p}{\partial y} \Delta y_q + \frac{\partial v_p}{\partial x} \Delta x_q \end{aligned} \quad (3)$$

Denklemden u_p ve v_p , yer değiştirme vektör noktası P'nin x ve y bileşenleridir. Bu duruma göre, x_q ve y_q , yüklenmeden önce Q'nün koordinatlarıdır (Berfield vd., 2007).



Şekil 6. Dijital görüntü korelasyonu deformasyon çalışma prensibi (Pan vd., 2009).

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Basınç ve çekme testi

Yonga levha, lamine kaplı yonga levha ve orta yoğunlukta lif levhadan hazırlanmış 18 mm kalınlığındaki L-tipi birleştirmelere uygulanan diyagonal çekme ve basınç

deneyleri sonucunda elde edilen ortalama moment taşıma değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Malzeme tipinin ve birleştirme türünün mobilya birleştirmelerin basınç direnci üzerine etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çoklu varyans analizleri sonuçlarına göre malzeme tipinin ve birleştirme türünün mobilya birleştirmelerin basınç direnci üzerindeki etkisi 0,05 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türü faktörünün basınç direnci üzerindeki etkilerine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Basınç testinde birleştirme türü açısından sonuçlar değerlendirildiğinde gruplar arasında fark anlamlı çıkmıştır. Malzeme tipinin basınç direnci üzerindeki etkilere ait Duncan testi sonuçları Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Basınç testinde malzeme tipi açısından sonuçlar değerlendirildiğinde gruplar arasında fark anlamlı çıkmıştır. Malzeme tipinin ve birleştirme türünün mobilya birleştirmelerin çekme direnci üzerine etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 1. Diyagonal çekme ve basınç deneyleri sonucunda elde edilen ortalama moment taşıma değerleri

Köşe birleştirme elemanları	Örnek kodları	Yoğunluk (gr/cm ³)	Çekme direnci		Basınç direnci	
			(N.m)	S (±)	(N.m)	S (±)
Melamin kaplı yonga levha(Lamine)-Trapez birleştirme	LT	0,61	46,53	7,93	18,63	1,49
Melamin kaplı yonga levha(Lamine)-Minifix birleştirme	LM		15,26	1,85	12,92	1,06
Melamin kaplı yonga levha(Lamine)-Kelebek birleştirme	LK		49,34	4,42	19,19	2,59
MDF- Trapez birleştirme	MT	0,72	57,99	9,54	27,46	1,63
MDF- Minifix birleştirme	MM		23,17	2,60	17,36	1,48
MDF- Kelebek birleştirme	MK		83,68	12,58	28,17	2,53
Yonga levha - Trapez birleştirme	YT	0,59	52,67	7,93	16,59	1,30
Yonga levha - Minifix birleştirme	YM		15,26	1,84	9,58	1,25
Yonga levha - Kelebek birleştirme	YK		49,34	4,42	20,83	2,85

Çizelge 2. Malzeme tipinin ve birleştirme türünün mobilya birleştirmelerin basınç direnci üzerine etkilerine ait çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem düzeyi
Corrected model	2934,946 ^a	8	366,868	101,073	,000
Intercept	32393,172	1	32393,172	8,924E3	,000
Birleştirme türü	1503,662	2	751,831	207,131	,000
Malzeme tipi	1317,605	2	658,802	181,501	,000
Birleştirme * malzeme	113,680	4	28,420	7,830	,000
Error	294,009	81	3,630		
Total	35622,127	90			
Corrected Total	3228,955	89			

a. R Squared = ,909 (Adjusted R Squared = ,900)

Çizelge 3. Basınç direncinde birleştirme türüne ait Duncan sonuçları.

Birleştirme türü	Ortalama basınç direnci (N.m)	Duncan testi
Minifix	13,25	A
Tırnaklı trapez	20,90	B
Kelebek	22,73	C

Çizelge 4. Basınç testinde malzeme tipine ait Duncan sonuçları.

Malzeme tipi	Ortalama basınç direnci (N.m)	Duncan testi
Yonga Levha	15,67	A
Kaplamalı Yonga Levha	16,91	B
Orta Yoğunluklu Lif Levha	24,33	C

Çizelge 5. Malzeme tipinin ve birleştirme türünün mobilya birleştirmelerin çekme direnci üzerine etkilerine ait çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem düzeyi
Corrected Model	41468,050 ^a	8	5183,506	112,154	,000
Intercept	173738,761	1	173738,761	3,759E3	,000
Birleştirme türü	33205,048	2	16602,524	359,223	,000
Malzeme tipi	5571,794	2	2785,897	60,277	,000
Birleştirme * Malzeme	2691,207	4	672,802	14,557	,000
Error	3743,648	81	46,218		
Total	218950,458	90			
Corrected Total	45211,697	89			

a. R Squared = ,917 (Adjusted R Squared = ,909)

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre malzeme tipinin ve birleştirme türünün mobilya birleştirmelerin çekme direnci üzerindeki etkisi 0,05 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İkili etkileşimlerden malzeme tipi ve birleştirme türü etkileşimi çekme direnci üzerine istatistikî olarak anlamlı bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türü faktörünün çekme direnci üzerindeki etkileri ait Duncan testi sonuçları Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Basınç testinde malzeme tipi açısından sonuçlar değerlendirildiğinde gruplar arasında fark anlamlı çıkmıştır. Malzeme tipinin çekme direnci üzerindeki etkileri ait Duncan testi sonuçları Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çekme testinde malzeme tipi açısından sonuçlar değerlendirildiğinde gruplar arasında fark anlamlı çıkmıştır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek basınç ve çekme direnci değerleri Kelebek birleştirmelerde, en düşük ise minifix birleştirmelerde görülmüştür. Bu durum minifixli birleştirmede kuvvete direnç gösteren alanın soket-vida dış yüzeyi ile sınırlı olmasının bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülebilir (Efe vd., 2012). Yapılan bir çalışmada basınç ve çekme testinde trapez+kavala ile üretilen birleştirmelerin kavala+minifiks ile üretilenlere göre daha dayanıklı olduğu vurgulanmıştır (Demirci vd., 2011). Gerçekleştirilen çalışmada orta yoğunlukta lif levha ile üretilen birleştirmelerin çekme ve basınç direnci değerleri yonga levha ve lamine kaplı yonga levhalardan üretilenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum lif levha yoğunluğunun yonga levha yoğunluğuna göre fazla olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Efe ve İmirzi, 2008).

Çizelge 6. Çekme direncinde birleştirme türüne ait Duncan sonuçları.

Birleştirme türü	Ortalama basınç direnci (N.m)	Duncan testi
Minifix	17,35	A
Tırnaklı trapez	52,39	B
Kelebek	62,06	C

Çizelge 7. Çekme testinde malzeme tipine ait Duncan sonuçları.

Malzeme tipi	Ortalama basınç direnci (N.m)	Duncan testi
Yonga levha	37,0	A
Kaplamalı yonga levha	39,82	A
Orta yoğunlukta lif levha	54,95	B

Literatürde birleştirmelerde orta yoğunlukta lif levhadan elde edilen çekme ve basınç direnci değerleri, yonga levhaya göre daha yüksek olduğu açıklanmıştır (Malkoçoğlu ve Yerlikaya, 2014). Buna göre; çalışma literatür sonuçları ile uyumaktadır.

3.2. DIC (Digital Image Correlation) yöntemine dayalı yer değiştirme ve gerinim alanları

Bu bölümde, farklı bağlantı elemanı ve malzeme konfigürasyonlarından oluşan mobilya birleştirmelerinin çekme ve basınç testlerinden elde edilen DIC yöntemine dayalı yer değiştirme ve gerinim alanları sunulmaktadır.

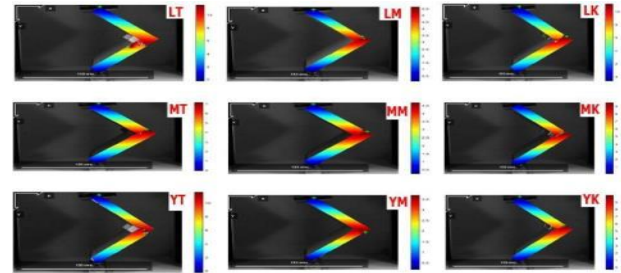
Şekil 7'de, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen x yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler gösterilmiştir.

Şekil 8'de, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen x yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler gösterilmiştir.

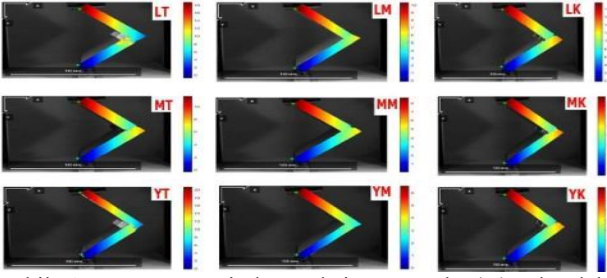
Şekil 9'da, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen E_{xx} (x yönünde) gerilim dağılımı gösterilmiştir.

Şekil 10'da, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen E_{xy} (kesme) gerilim dağılımı gösterilmiştir.

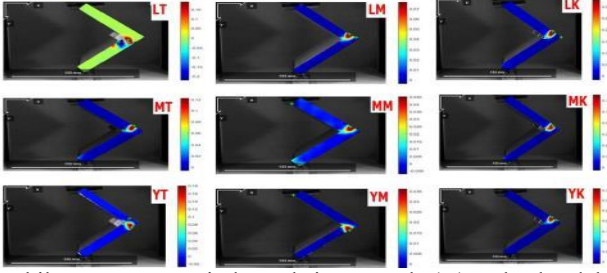
Şekil 11'de, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen E_{yy} (y yönünde) gerilim dağılımı gösterilmiştir.



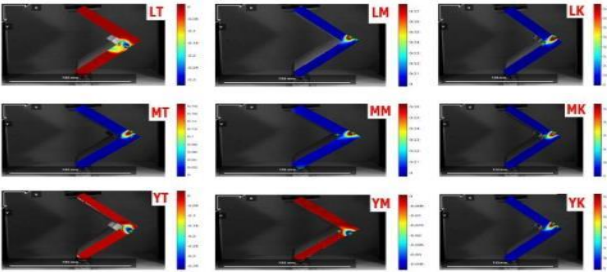
Şekil 7. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen x yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler.



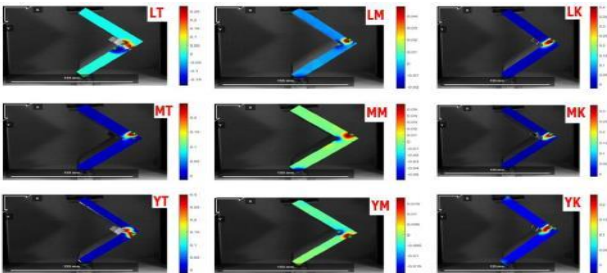
Şekil 8. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen y yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler.



Şekil 9. Basınç testinde maksimum yük (N) yük altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde) gerilim dağılımı.



Şekil 10. Basınç testinde maksimum yük (N) yük altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xy} (kesme) gerilim dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 11. Basınç testinde maksimum yük (N) yük altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 8'de, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen y ve x yönü boyunca yer değiştirme değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 9'da, basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde), ϵ_{xy} (kesme) ve ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim değerleri gösterilmiştir.

Şekil 12'de çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen x yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler gösterilmiştir.

Şekil 13'de çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen x yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler gösterilmiştir.

Şekil 14'te çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde) gerilim dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 8. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen y ve x yönü boyunca yer değiştirme değerleri

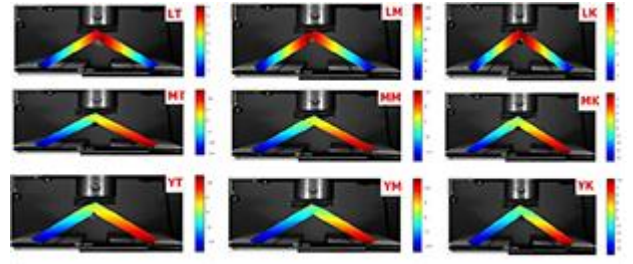
Örnek Kodu	Yer Değiştirme (mm)			
	x yönü		y yönü	
	Mak	Min	Mak	Min
LT	10,00	0,00	18,00	0,00
LM	5,50	0,50	10,00	0,00
LK	10,00	0,00	18,00	0,00
MT	7,00	0,00	10,00	0,00
MM	4,50	0,50	8,00	1,00
MK	9,00	1,00	16,00	0,00
YT	10,00	0,00	20,00	0,00
YM	3,50	0,50	6,00	0,00
YK	9,00	0,00	16,00	0,00

Mak=Maksimum Min=Minimum

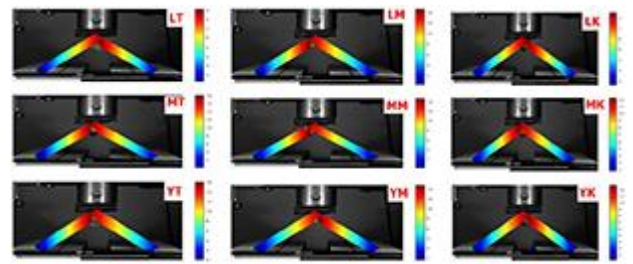
Çizelge 9. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde), ϵ_{xy} (kesme) ve ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim değerleri

Örnek kodu	Gerilim dağılımı					
	ϵ_{xx}		ϵ_{xy}		ϵ_{yy}	
	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min
LT	0,15	-0,20	0,00	-0,30	0,25	-0,15
LM	0,07	0,00	0,07	0,00	0,04	-0,02
LK	0,30	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00
MT	0,12	0,00	0,18	0,00	0,20	0,00
MM	0,05	-0,01	0,06	0,00	0,05	-0,05
MK	0,12	0,00	0,25	0,00	0,30	0,00
YT	0,18	-0,02	0,00	-0,35	0,30	0,00
YM	0,04	0,00	0,00	-0,04	0,02	-0,02
YK	0,35	0,00	0,35	0,00	0,20	0,00

Mak=Maksimum Min=Minimum



Şekil 12. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen x yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler.



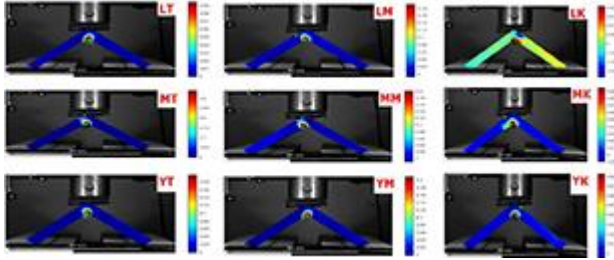
Şekil 13. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen y yönü [mm] boyunca yer değiştirmeler.

Şekil 15'de çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xy} (kesme) gerilim dağılımı gösterilmiştir.

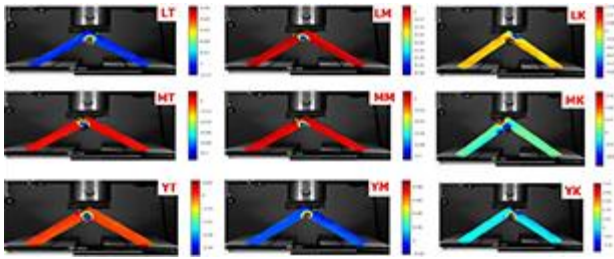
Şekil 16'da çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 10'da, çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen y ve x yönü boyunca yer değiştirme değerleri gösterilmiştir.

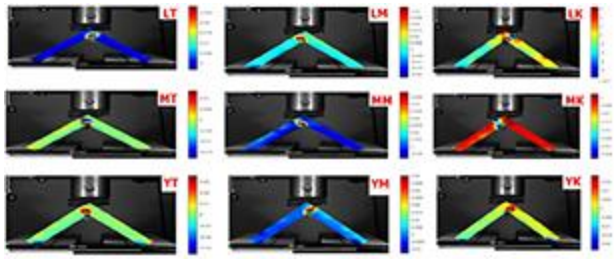
Çizelge 11'de, çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde), ϵ_{xy} (kesme) ve ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim değerleri gösterilmiştir.



Şekil 14. Çekme testinde maksimum yük (N) yük altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde) gerilim dağılımı.



Şekil 15. Çekme testinde maksimum yük (N) yük altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xy} (kesme) gerilim dağılımı.



Şekil 16. Çekme testinde maksimum yük (N) yük altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim dağılımı.

Çizelge 10. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen y ve x yönü boyunca yer değiştirme değerleri

Örnek kodu	Yer değiştirme (mm)			
	x yönü		y yönü	
	Mak	Min	Mak	Min
LT	9,00	2,00	9,00	2,00
LM	14,00	2,00	14,00	2,00
LK	8,00	2,00	8,00	2,00
MT	10,00	-15,00	18,00	2,00
MM	10,00	-10,00	14,00	2,00
MK	8,00	-8,00	12,00	2,00
YT	10,00	-10,00	16,00	0,00
YM	10,00	-10,00	14,00	0,00
YK	10,00	-8,00	12,00	2,00

Mak=Maksimum Min=Minimum

Çizelge 11. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde), ϵ_{xy} (kesme) ve ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim değerleri

Örnek kodu	Gerilim dağılımı					
	ϵ_{xx}		ϵ_{xy}		ϵ_{yy}	
	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min
LT	0,09	0,00	0,05	-0,01	0,03	0,00
LM	0,18	0,00	0,00	-0,08	0,03	-0,02
LK	0,02	-0,02	0,02	-0,03	0,01	-0,01
MT	0,30	0,00	0,00	-0,10	0,01	-0,02
MM	0,20	0,00	0,00	-0,10	0,04	-0,01
MK	0,09	-0,01	0,03	-0,02	0,00	-0,04
YT	0,18	0,00	0,02	-0,08	0,03	-0,03
YM	0,20	0,00	0,08	-0,02	0,04	-0,01
YK	0,08	0,00	0,05	-0,02	0,02	-0,02

DIC yöntemi ile elde edilen deformasyon ve gerilim haritaları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara varılmaktadır.

1. Basınç testinde maksimum yük (N) altında x yönü [mm] boyunca yer değiştirme haritaları tüm birleştirmelerde benzerlik göstermektedir. Minifixli birleştirmelerde diğer birleştirme türlerine göre yer değiştirme değeri daha az olmuştur. Malzemeler açısından bakıldığında maksimum yük (N) altında orta yoğunluklu lif levhada yer değiştirme en az miktarda gözlemlenmiştir.
2. Basınç testinde maksimum yük (N) altında y yönü [mm] boyunca yer değiştirme haritaları tüm birleştirmelerde benzerlik göstermektedir. Kelebek birleştirmelerde en yüksek yer değiştirme değerleri görülmüştür.
3. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde) gerilim dağılımı incelendiğinde tüm birleştirmelerde en yüksek gerilim değerleri iki parçanın birleşim yerlerinde görülmektedir.
4. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xy} (kesme) gerilim dağılımı incelendiğinde minifix ve orta yoğunluklu lif levhadan oluşturulan birleştirmelerde diğer birleştirmelere göre daha homojendir.
5. Basınç testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim dağılımları incelendiğinde minifixli birleştirmeler diğer birleştirmelerden farklı olarak birleşme yerinde iki ayrı noktada en yüksek gerilim oluştuğu görülmüştür.
6. Çekme testinde maksimum yük (N) altında x yönü [mm] boyunca yer değiştirme haritaları tüm birleştirmelerde benzerlik göstermektedir. minifix ve lamine kaplı yonga levha ile üretilen birleştirmelerde diğer birleştirme türlerine göre yer değiştirme değeri daha yüksek bulunmuştur.
7. Çekme testinde maksimum yük (N) altında y yönü [mm] boyunca yer değiştirme haritaları tüm birleştirmelerde benzerlik göstermektedir. kelebek birleştirmelerde en düşük yer değiştirme değerleri görülmüştür.
8. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xx} (x yönünde) gerilim dağılımı incelendiğinde tüm birleştirmelerde en yüksek gerilim değerleri iki parçanın birleşim yerlerinde görülmektedir. Malzemeler açısından maksimum (N) yük altında bakıldığında lamine kaplı yonga levhalarda gerilim en az miktarda olmuştur.
9. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{xy} (kesme) gerilim dağılımı

incelendiğinde tüm birleştirmelerde iki parçasının birleşim yerlerinde en yüksek olduğu görülmüştür.

10. Çekme testinde maksimum yük (N) altındaki örnekler için elde edilen ϵ_{yy} (y yönünde) gerilim dağılımları incelendiğinde genel olarak orta yoğunluklu lif levhadan oluşturulan birleştirmelerde diğer birleştirmelere göre daha az gerinim oluştuğu görülmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Mobilya kullanım yerinde sıklıkla basınç ve çekme kuvvetlerine maruz kalmaktadır. DIC yöntemi çeşitli kuvvetler ile malzemelerde meydana gelen yer değiştirme ve gerilimleri belirlemede oldukça etkili bir araçtır. Bu çalışmada DIC yöntemine dayalı olarak farklı malzeme ve bağlantılardan üretilen mobilya birleştirmelerinin çekme ve basınç testlerinde deformasyon ve gerinim davranışları incelenmiştir. Bununla birlikte çekme ve basınç direnci değerleri tespit edilmiştir. Bu sayede farklı yükler altında birleştirmelerin ve malzemelerin performansları anlaşılmıştır. Çalışmada malzeme türünün ve bağlantı tipinin farklı eksenlerde yer değiştirme ve gerinim miktarını önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Birleştirmelerde deformasyon ve gerinim miktarı basınç ve çekme testlerinde farklılık göstermektedir. Aynı zamanda kırılma anında birleştirmelerin gerinim alanları belirlenmiştir. Genel olarak kırılma anında farklı birleştirmelerin gerinim ve yer değiştirme dağılımlarının benzer olduğu bulunmuştur. Tüm birleştirmelerde gerinim ve yer değiştirme dağılımları iki parçanın birleşim yerlerinde yoğunlaşmıştır. Daha yüksek kalitede mobilya üretimi için gerinim ve yer değiştirme dağılımlarının yoğunlaştığı bölümlere destekleyici bağlantılar (Kavela vb.) eklenerek önlemler alınabilir. DIC yöntemi kullanılarak mobilya birleştirmelerde istenilen performans elde etmek için en iyi bağlantı malzeme konfigürasyonunu bulunabilir ve mobilya tasarım aşamasında elde edilen verilerinden faydalanarak daha az malzeme kullanarak daha yüksek kalitede mobilya üretimi mümkün olabilir. Bu bağlamda DIC yönteminin mobilya tasarımında ve üretiminde kullanılması önerilmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2017-FEN-A-010 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ab Ghani, A.F., Ali, M.B., DharMalingam, S., Mahmud, J., 2016. Digital image correlation (DIC) technique in measuring strain using opensource platform *Ncorr*. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 26(1): 10-21.
- Bardak, T., Bardak, S., Sözen, E., 2017. Masif odun ve kontrplakların eğilme testinde gerinim dağılımlarının dijital görüntü korelasyonu ile belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17:354–361.

- Berfield, T.A., Patel, J.K., Shimmin, R.G., Braun, P.V., Lambros, J., Sottos, N.R., 2007. Micro-and nanoscale deformation measurement of surface and internal planes via digital image correlation. *Experimental Mechanics*, 47(1): 51-62.
- Blaber, J., Adair, B., Antoniou, A., 2015. Antoniou, Ncorr: Open-source 2D Digital image correlation Matlab software. *Experimental Mechanics*, 55: 1105-1122.
- Demirci, S., Efe, H., Kasal, A., Imirzi, H.Ö., Özen, E., 2011. The moment capacity of disassembled "L" type furniture corner joints produced with various connection elements. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(2): 138-145.
- Efe, H., 1994. Modern mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında geleneksel ve alternatif bağlantı tekniklerinin mekanik davranış özellikleri. *Doktora Tezi*, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Efe, H., Kasal, A., 2000. Kutu konstrüksiyonlu sabit ve demonte mobilya köşe birleştirmelerde çekme direnci. *G.Ü. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(8): 61-74.
- Efe, H., Imirzi, H.Ö., 2008. Farklı birleştirme teknikleri ve değişik kalınlıklardaki levhalarla üretilmiş kutu-tipi mobilya köşe birleştirmelerinin moment taşıma kapasitesi. *Politeknik Dergisi*, 11(1): 65-75.
- Efe, H., Kasal, A., Çağatay, K., Kuşkun, T., 2012. T-Tipi mobilya birleştirmelerinde çeşitli birleştirme yöntemlerinin çekme mukavemetine etkileri. *Journal of Forestry Faculty of Kastamonu University*, 12(2): 251-260.
- Ghani, A.F., A.B., Ali, M.B., DharMalingam, S., Mahmud, J., 2016. Digital image correlation (DIC) technique in measuring strain using open source platform *ncorr*. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 26(1): 10-21.
- Güller, B., Fakir, H., 2009. Geniş yapraklı ağaçlarda görüntü analizi yöntemi ile trahe çapı ve birim alandaki trahe sayısının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A (1):83–94.
- Gümüşkaya, İ., 1982. Dünya'da ve Türkiye'de yonga levha tüketim yerleri. *K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 5(2): 257-268.
- Güray, A., Kılıç, M., Özyurt, A., 2002. Mobilya köşe birleştirmelerinde kullanılan farklı birleştirme elemanlarının diyagonal çekme direnci üzerine etkilerinin araştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1): 131-137.
- İçel, B., Kayahan, K., Avcı, Ö., 2017. Yeni tasarlanacak mutfak masa ve sandalyelerinde kullanıcı beklentilerinin belirlenmesi: Bartın ili TOKİ konutlarına yönelik bir araştırma. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19(2): 144-152.
- Kurtoğlu, A., Kahveci, M., Dilik, T., 1990. Ahşap mobilya ve yapı elemanı üretiminde kullanılan birleştirme şekilleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 40(3):1-20.
- Malkoçoğlu, A., Yerlikaya, N.Ç., 2014. Kabin tipi demonte mobilyalarda kavelalı minifiks köşe birleştirmelerde eğilme momenti üzerine minifiksler ve parça kenarları arasındaki uzaklıklarının etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1): 9-19.

- Matsumoto, R., Kubota, M., Miyazaki, N., 2013. Development of deformation measurement system consisting of highspeed camera and digital image correlation, and its application to the measurement of large inhomogeneous deformations around the crack tip experimental techniques. *Experimental Techniques*, 1-10.
- McCormick, N., Lord, J., 2010. Digital image correlation. *Materials Today*, 13(12): 52-54.
- Pan, B., Kemaq Q., Huimin X., Anand A., 2009. Two-dimensional digital image correlation for in-plane displacement and strain measurement: a review. *Measurement science and technology*, 20(6):1-18.
- Tasdemir, B., 2015. Determination of stress intensity factor using digital image correlation method. *Matter*, 2(1): 20-24.
- Taştekin, A., Özyurt, A., 2001. Minifixlik köşe birleştirmelerin dayanım özelliklerinin araştırılması ve alternatif birleştirmelerle karşılaştırılması. H.Ü.M., T.Y.O., AEM Bölümü, Lisans Bitirme Tezi, Ankara.

Isıl işlem görmüş ahşap malzemenin arı kovana üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması

Bilgin İcel^{a,*}, Mustafa Yalçınkaya^b, Yasemin Şimşek^c

Özet: Bu çalışmanın amacı, ısıl işlem görmüş ahşabın arı kovana üretimi için uygunluğunu değerlendirmektir. Langstroth tipi kovanlar, endüstriyel ısıl işlemden geçirilmiş (HT) sarıçam kerestelerinden üretilmiştir. Kontrol kovanlar aynı ağaç türünden yapılmıştır. Çalışmada kovanlar, iç nem ve sıcaklık farklılıkları açısından karşılaştırılmıştır. Ek olarak, biyotik ve abiyotik faktörlere karşı durumları ve kovan içerisindeki arı kolonisi davranışları, 10 ay boyunca görsel olarak gözlemlenmiştir. HT kovanlarının bağıl nemi ortalaması, kontrol kovanlarından %0,6 daha düşük bulunmuştur. HT kovanlarının iç sıcaklığı, yaz, sonbahar ve kış mevsimi için kontrol kovanlarından sırasıyla 0,5 °C, 1,4 °C ve 0,08 °C daha düşük ölçülmüştür. Bununla birlikte HT kovanlarının ilkbahar aylarındaki ortalama iç sıcaklığı, 0,7 °C daha yüksek bulunmuştur. Isıl işlem görmüş ahşabın arı kolonisinde rahatsız edici etkisi gözlemlenmemiştir. Ayrıca proje süresi boyunca, işlem görmemiş kovanların aksine HT kovanlarında biyolojik bozunma belirtisi gözlemlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Arı kovana, Isıl işlem, Ahşap

Investigation of the usability of heat treated wooden material in the production of bee hive

Abstract: The purpose of this study was to evaluate suitability of heat-treated wood for bee hives. Langstroth type bee hives were constructed of heat-treated (HT) Scotch pine wood and controls made of untreated wood of the same wood species. The two types of hives were compared in terms of internal humidity and temperature differences. Additionally their resistance to biotic and abiotic factors and bee colony behavior observed visually for 10 months. Mean relative humidity of HT hives were found 0.6% lower than control hives. Although the average inner temperature of HT hives (24.23 °C) and control hives (24.60 °C) were very close, internal temperature of HT hives measured 0.5 °C, 1.4 °C and 0.08 °C lower than control hives for summer, fall and winter months respectively. In contrast to other months inner mean temperature of HT hives were 0.7 °C higher in spring months. We did not observe any disturbing effect of heat treated wood on bee colony. In contrast with control hives, we also did not observe any visual sign of biological degradation on HT hives during the project.

Keywords: Bee hives, Heat treatment, Wood

1. Giriş

Arıcılık, Anadolu insanının bir geleneği olarak çok eski dönemlerden beri yapıla gelmektedir. Çok eski bir geçmişe sahip olmasına karşın teknik arıcılığın gelişmesi bilim ve teknolojiye bağlı olarak son yüzyıllarda olmuştur. Bugünkü anlamıyla, başlı başına tarımsal bir uğraş ve üretim dalı olan arıcılık, belli amaçlar doğrultusunda “Bal arılarını kullanabilme ve yönetebilme sanatı” olarak tanımlanmaktadır (GTHB, 2015).

Arıcılık, gerek bal arılarının yaşam biçimi gerekse ürünlerinin hammaddelerini doğadan toplama nedeniyle doğaya en bağımlı hayvancılık faaliyetidir. Arıcılığın bu özelliği göz önünde tutulduğunda Asya ve Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan bir köprü konumundaki Türkiye, coğrafik konumu ve sahip olduğu doğal zenginlikleri nedeniyle Dünya ülkeleri arasında arıcılık için oldukça avantajlı bir konumdadır (Kekeçoğlu vd., 2007). Türkiye, 8 milyona

yaklaşan kovan sayısı, 114.471 ton yıllık bal üretimi ile dünya üretiminde önemli bir pay oluşturmaktadır (TAYMB, 2017). Kovan ve bal üretim miktarları bakımından dünyada son 5 yıl içerisinde elde edilen veriler dikkate alınarak yapılan sıralamalarda Türkiye'nin, Çin den sonra ikinci sırada yer aldığı görülmektedir (TKDK, 2016). Bunun sebebi ülkemizin çok zengin bir bitki örtüsüne sahip olması ve iklim koşullarının uygun olması sebebiyle arıcılığa oldukça elverişli olmasındandır (Ertürk ve Yılmaz, 2013). Arıcılığın ulusal ekonomiye toplam katkısının 500 milyon TL civarında olduğu tahmin edilmektedir (GTHB, 2015). Ülkemiz açısından arıcılık gerek sosyo-kültürel gerekse ekonomik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Arıcılık faaliyetleri açısından ise bal üretiminin yapıldığı kovanlar büyük bir öneme sahiptir. Genel olarak arıların normal aktiviteleri için en uygun sıcaklık 21°C–35°C arasındadır. Bununla birlikte 10°C'nin altında ve 37°-38°C'nin üstündeki sıcaklıklarda arıların faaliyetleri durmaktadır. 7°C

✉ ^a Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 17000, Çanakkale

^b Sancak Etiket Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi, 16000, Bursa

^c Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): bilginicel@comu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.07.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.11.2018



Citation (Atf): İcel, B., Yalçınkaya, M., Şimşek, Y., 2018. Isıl işlem görmüş ahşap malzemenin arı kovana üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 428-434. DOI: [10.18182/tjf.448265](https://doi.org/10.18182/tjf.448265)

de ise hiç hareket etmemektedirler. Sıcaklık 14°C' ye düştüğünde kümeleşmeye başlamakta, 10°C civarında salımlı oluşturmaktadırlar (Silici, 2009). Yapılan bazı denemelerde salımların kovan içini ısıtma yeteneğinde olmadığı görülmüştür (Kaya, 2007). Bal arılarını kovan içerisinde en çok etkileyen hastalık ve zararlılar haricinde sıcaklık ve nem değerleridir (Bayır ve Albayrak, 2012). Bu nedenle yapılan çalışmalarda incelenen parametrelerin başında kovan sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin olduğu görülmektedir (Kaya, 2007). Son yıllarda birçok üründe olduğu gibi organik bal üretimi özellikle katma değeri açısından ön plana çıkmaktadır. Organik bal üretiminde etkili olan pek çok etken içerisinde ahşap kovan kullanımı ve kimyasal vb. kullanılmaması gerekliliği üzerinde durulmaktadır (Ertürk ve Yılmaz, 2013). Türkiye genelinde arı üreticileri genel olarak ahşap kovan kullanmakla birlikte, dış ortamda kullanılan bu kovanların ömürlerinin daha uzun olması amacıyla boya, koruyucu kimyasal vb. üst yüzey işlemleri uyguladıkları bilinmektedir. Ahşap malzemenin pek çok avantajının yanında, organik bir malzeme olması sebebiyle zararlı organizmalar tarafından tahrip edilmesi ve rutubet etkisiyle boyutlarında değişim meydana gelmesi gibi dezavantajlı yönleri bulunmaktadır. Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için kimyasal üst yüzey işlemleri ve modifikasyon yöntemleri uygulanmaktadır. Fakat özellikle son 20 yıl içerisinde çevre ve insan sağlığı açısından duyulan duyarlılıkların artması ile daha çevreci ve insan sağlığı açısından daha güvenli uygulamaların daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Çünkü kimyasal emprenye işlemi uygulanan kovanlarda yaşayan arılarda ve üretilen balda kimyasal kalıntılar olduğu bildirilmektedir (Kalnins ve Detroy, 1984).

Isıl işlem; son yıllarda ağaç malzemenin olumsuz özelliklerinin en aza indirgenmesi ve bunun yanı sıra olumlu özelliklerinin daha ileriye yükseltilmesi amacıyla tercih edilen ve yaygınlaşan bir modifikasyon uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır (İçel ve Şimşek, 2017). Isıl işlem temelinde yüksek sıcaklık uygulamasının olduğu bir odun modifikasyonu işlemidir (Hill, 2007). ThermoWood olarak adlandırılan ısıl işlem prosesi VTT (Finlandiya Teknik Araştırma Merkezi) tarafından geliştirilmiş patentli bir metot olup, günümüzde Avrupa'da en yaygın endüstriyel ısıl işlem prosesi durumuna gelmiştir (Korkut ve Bakangil, 2007; İçel vd., 2015). Bu yöntemde herhangi bir kimyasal veya inert gaz kullanılmamakta ve ısıl işlem sırasında ahşap yanmaya karşı buharla korunmaktadır. Bu yöntemde genel olarak ağaç türlerine göre değişmekle birlikte işlem sıcaklığı en az 180 °C olup 200 °C nin üzerine kadar çıkmaktadır (Johansson, 2008). Genel olarak yapılan çalışmalar bu işlemden sonra odunun renginin, uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak koyulaştığını, boyutsal kararlılığının arttığını ve ısı yalıtım özelliklerinin iyileştiğini bildirmektedir (İçel vd., 2015; Viitaniemi, 1997; Korkut ve İçel, 2008; Aydemir ve Gündüz, 2009). Isıl işlem sonrasında odunun tam kuru yoğunluğunda azalma meydana geldiği bilinmektedir. Örneğin; 180°C'de 2 saat süre ile farklı ağaç türlerinde (karaçam, kızılçam ve sarıçam) yapılan çalışmalarda ısıl işlem sonrasında tam kuru yoğunlukta % 3,01 - %27,86 arasında azalma tespit edilmiştir (Korkut ve İçel, 2008; Gündüz vd., 2008; Korkut, 2009). Doruk vd., (2010), yaptıkları çalışmada karaçamın tam kuru yoğunluğunda ısıl işlem etkisi ile %14.5'lik; Güller (İçel) ve Korkut (2007); kızılçamda ısıl işlemde kaynaklı tam

kuru yoğunlukta yaklaşık %10'luk, Korkut vd. (2008), sarıçamda yine ısıl işlem ile muamele sonrası tam kuru yoğunlukta yaklaşık %11'lik bir düşüş olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumda ısıl işlem görmüş ahşaptan imal edilmiş arı kovanının ağırlığı normal kovanlara göre daha hafif olacaktır. Böylece, taşıma ve nakliye sırasında kolaylık sağlayabilir.

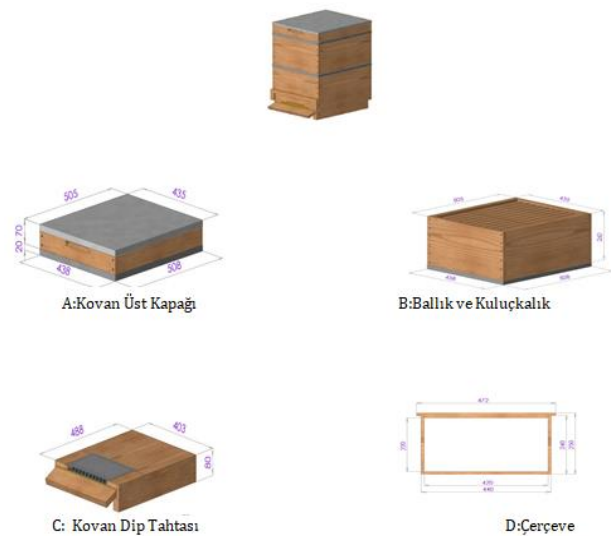
Yapılan literatür taramasında yurtdışında ve ülkemizde bu çalışma öncesinde yayınlanmış ısıl işlem görmüş odundan arı kovanı üretimi ve özellikleri ile ilgili bir bilimsel araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, endüstriyel bir ısıl işleme tabi tutulmuş ahşaptan üretilen arı kovanlarının bu amaç için uygun olup olmadığının değerlendirilmesidir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmada, endüstriyel ısıl işlem uygulaması (ThermoWood) yapılmış sarıçam (*Pinus silvestris*) keresteleri ile TSE 3409 Standartlarına göre üretilen Langstroth arı kovanları araştırma materyali olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Teknik ve başarılı arıcılığın en önemli unsuru uygun ve standart malzemelerin kullanımının sağlanmasıdır. Bu malzemeler içinde kovanlar belki de en önemlisidir. Dünya üzerinde profesyonel arıcılıkta en çok kullanılan kovan türü ahşap Langstroth kovanlarıdır (GTHB, 2015). Çalışmada bu kovan tipinin seçilme nedeni hem dünyada hem de ülkemizde arı üreticileri tarafından çoğunlukla bu kovan tipinin kullanılıyor olması sebebiyledir (Sıralı, 2002).

Çalışmada kullanılan sarıçam türüne ait keresteler 212 °C'de 120 dakika süre ile (Bu süre ve sıcaklık bu türler için fabrikada işlemin esas basamağında uygulanan sıcaklık ve süreler olup, toplam ısıl işlem süresi değildir) "ThermoWood" prosesine göre NOVA Orman Ürünleri Tic. A.Ş.'nin Bolu Gerede'deki fabrikasında ısıl işleme tabi tutulmuştur. Kovanların üretimi Erzincan ilinde yapılmıştır.



Şekil 1. TSE 3409 Standartlarına göre Langstroth arı kovanı (Teknik Arıcılık Bilgi Paylaşım Formu, 2015)

Üretilen arı kovanlarında birleştirmede çivi ve geçmeli birleştirmeler kullanılmakla birlikte, bazı kısımlarında beyaz tutkal olarak bilinen tutkal kullanılmıştır. Bundan başka herhangi bir kimyasal, sentetik katkılı bir malzeme ile işlem uygulanmamıştır.

Isıl işlem görmüş keresteden yapılan ve bunun kontrolü arı kovanları; Erzincan'ın Üzümlü ilçesine bağlı Pişikdağ Köyü'ne getirilerek bir arıcının kovanlarının yanına yerleştirilmiştir (Şekil 2).

Kovanların yerleşimi rastgele yapılırken, kontrol ve işlem kovanlarının yan yana olmasına dikkat edilmiştir. Nem ve sıcaklık ölçümleri, Temmuz 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında, ölçüm yapılan ayların birinci haftası ile son haftası olmak üzere ayda iki defa "Elite Dijital Nem ve Isı Ölçer" cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3).

İlk arı kolonisi nakli 2015 yılı ağustos ayında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Arı kolonisi nakledilirken kovanda ısıl işlem nedeniyle ahşapta oluşan hafif koku değişimine arının tepkisi de gözlenmiştir. Arıcılık bazı noktalarda tecrübeye dayanan bir faaliyet olduğu için, arı davranışları, arı popülasyonu tepkileri vb. durumlar için çalışmaya yardımcı olan arıcının görüşleri ve gözlemleri de çalışmaya katkı sağlamıştır. Kovanlara arı kolonisi nakilleri arıcının kullandığı kovanlardan yapıldığı için ilk elde edilen balda herhangi bir test yapılması uygun olmamıştır.

Çalışma sonrasında kovanlar arıcıya bırakılmış olup, sonrasında elde edilen balın ayrı bir şekilde elde edilip, diğer kovanlarından elde edilen bal ile karşılaştırılması istenmiştir. Proje sona erdiği ve kendisine bu testler için maddi katkı sağlama imkânı kalmadığı için üretilen bal ile ilgili herhangi bir inceleme proje sonrasında gerçekleştirilmemiştir.



Şekil 2. Arıcının kovanları arasına yerleştirilen deneme kovanları (Daire içinde işaretlenmiştir)



Şekil 3. Arı kovanlarında sıcaklık ve rutubet ölçümü



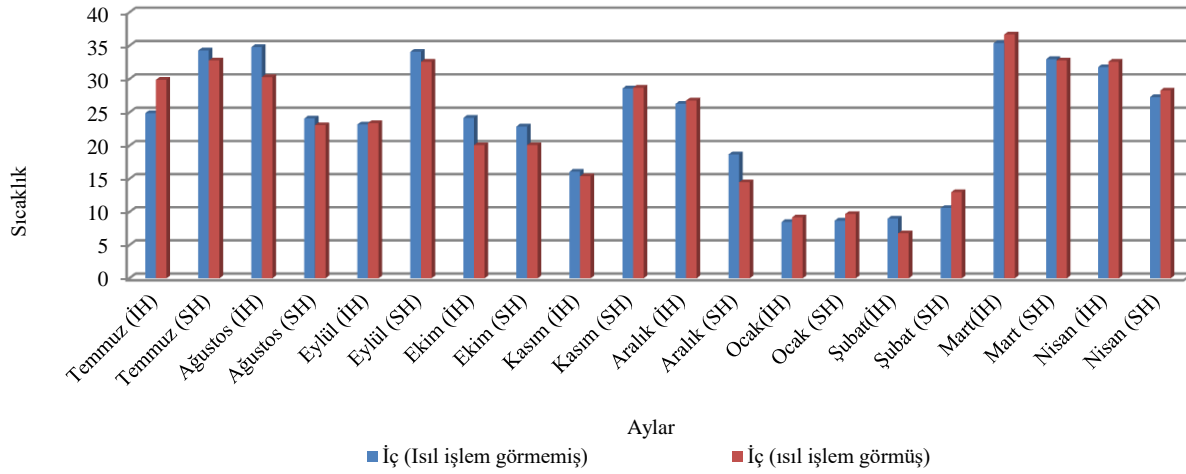
Şekil 4. Arı kolonisinin arı kovanına nakil yapma işlemi

Arı kovanları kışlatma için Mersin ilinin Erdemli ilçesine aralık ayında nakledilmiştir. Literatür incelendiğinde yapılan bazı çalışmalarda (Kaya, 2007) kullanılan kovan sayısının 3 kontrol, 3 işlem olduğu ve sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin data-logger ile gerçekleştirilerek istatistiksel değerlendirmeler yapıldığı görülmüştür. Bu çalışma TÜBİTAK destekli bir öğrenci projesi olarak gerçekleştirilmiştir. Zaman ve bütçesi kısıtlı bir çalışma olarak gerçekleştirildiği için sıcaklık ve bağıl nem ölçümü için kullanılan cihaz maliyeti ve deneme materyali (kovan) sayısı sınırlı tutulması (5'er adet) mecburiyeti söz konusu olmuştur. Bu nedenle, yapılan ölçümler dikkate alındığında elde edilen veri setinin küçük olması sebebiyle istatistiksel değerlendirme yerine, aritmetik ortalamalar ve grafikler üzerinden bulgular değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Isıl işlem görmüş ağaç malzemeden üretilmiş arı kovanları ile ısıl işlem görmemiş ağaç malzemeden elde edilmiş arı kovanlarında periyodik olarak sıcaklık ve nem (bağıl nem) ölçümleri yapılmıştır. 10 ay boyunca yapılan kovan içi sıcaklık ölçümleri sonucunda; ısıl işlem görmüş keresteden üretilmiş arı kovanı sıcaklık ölçümlerinin ortalaması 24,23 °C, kontrol kovanında 24,60 °C olarak tespit edilmiştir. Şubat ayındaki ekstrem ölçüm değeri bu farkı etkilediği için bu değer hariç ortalama değer hesaplanmıştır. İlk ölçüm değerleri hariç çalışmanın başlangıcındaki yaz aylarında ısıl işlem görmüş keresteden üretilen kovanların daha düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Her ne kadar kovanların ilk yerleştirilmesi sırasında kontrol ve işlem olanların yan yana olmasına dikkat edilse de çalışmanın başlangıcında arıcı tarafından bazı kovanlarda yer değişikliği olduğu ve bazı yan yana yerleşmiş olması gereken kovanların ayrı düştüğü görülmüştür. Sonrasında bu kovanlar olması gereken yere taşınmıştır. Temmuz ayındaki ilk sıcaklık ölçümündeki bu farkın sebebi bu durum olabilir. Çalışmada veriler sınırlı sayıda olduğu için iptal edilmemiştir. Fakat bu durum gelecekteki yapılacak çalışmalarda kovan yerleşiminin önemli olduğunu göstermektedir.

Isıl işlem görmüş keresteden üretilen arı kovanı diğer kovanlarla karşılaştırılması sonucunda; Çizelge 1'de de belirtildiği üzere sıcaklık ortalama değeri açısından kontrol kovanları ile büyük farklılık göstermemiştir. Sıcak yaz aylarında genel olarak kovan içi sıcaklığın HT kovanlarda daha düşük olması, çok soğuk aylarda ise genel olarak sıcaklığın HT kovanlarda biraz daha yüksek olması malzemenin ısıl işlem ile malzemenin termik iletkenliğinde meydana gelen küçük değişimlere bağlanabilir.



Şekil 5. Kovan içi sıcaklık ölçümleri (İH: İlk Hafta, SH: Son Hafta)

Çizelge 1. Kovan içi sıcaklık ve dış sıcaklık farkları

Aylar		Isıl işlem görmüş kovan			Isıl işlem görmemiş kovan		
		Sıcaklık (°C)			Sıcaklık (°C)		
		Kovan içi	Dış	Fark (°C)	Kovan içi	Dış	Fark (°C)
Temmuz	İlk Hafta	29,9	34	-4,1	24,9	34	-9,1
	Son Hafta	32,8	28,7	+4,1	34,3	28,7	+5,6
Ağustos	İlk Hafta	30,3	24,8	+5,5	34,8	24,8	+10
	Son Hafta	23,1	24,5	-1,4	24,1	24,5	-0,4
Eylül	İlk Hafta	23,4	28,2	-4,8	23,2	28,2	-5
	Son Hafta	32,6	31,2	+1,4	34,1	31,2	+2,9
Ekim	İlk Hafta	20,2 ^a	24,1 ^a	-4	24,2	24,1 ^a	+0,1
	Son Hafta	20,4 ^a	20,1 ^a	0	22,9	20,1 ^a	+2,8
Kasım	İlk Hafta	15,4	13,85	+1,55	16,1	13,85	+2,25
	Son Hafta	28,7	18,7	+10	28,6	18,7	+9,9
Aralık	İlk Hafta	26,8	15,1	+11,7	26,3	15,1	+11,2
	Son Hafta	14,5	13,2	+1,3	18,7	13,2	+5,5
Ocak	İlk Hafta	9,2	3,5	+5,7	8,5	3,5	+5
	Son Hafta	9,7	5,6	+4,1	8,7	5,6	+3,1
Şubat**	İlk Hafta	6,8	-4	+10,8	9	-4	+13**
	Son Hafta	13	6,7	+6,3	10,6	6,7	+3,9
Mart	İlk Hafta	36,7	28	+8,7	35,4	28	+7,4
	Son Hafta	32,8	30	+2,8	33	30	+3
Nisan	İlk Hafta	32,6	29	+3,6	31,8	29	+2,8
	Son Hafta	28,3	28	+0,3	27,3	28	-0,7
Ortalama		23,36	20,16	+3,17	23,82	20,16	+3,66
Şubat** hariç ortalama		24,23	21,43	+2,77	24,60	21,43	+2,96

(^a: Bu çalışma bir öğrenci projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olup, aynı zamanda öğrencinin lisans bitirme tezi olarak sunulmuştur. Makalenin yazımı sırasında daha önceden öğrenci tarafından sunulan tez vb. yerlerde tablodaki Ekim ayı bazı değerlerinde sehven yazım hatası yapıldığı fark edilmiş ve arazi ölçüm verilerinden yeniden kontrol sağlanarak bu tabloda gerekli düzeltme yapılmıştır.)

Kovan içi 10 aylık bağıl nem ölçümleri ortalamasına göre (Çizelge 2), ısıl işlem görmüş keresteden üretilen kovanın nem ölçümleri genel ortalaması %46,4, ısıl işlem görmemiş keresteden üretilen kovanın ise %47,95 tir. Şubat ayındaki ekstrem ölçüm değeri bu farkı etkilediği için bu değer hariç ortalama değer hesaplanmıştır. Bu durumda ısıl işlem görmüş keresteden üretilen kovan nem ölçümleri genel ortalaması %46,74, ısıl işlem görmemiş keresteden üretilen kovan ölçümleri ortalama değeri ise %47,32 dir.

Ekstrem olan bir ölçüm değeri (Şubat) hariç tutulursa 19 ölçümün on tanesinde ısıl işlem görmüş kovan bağıl nem

değerinin daha düşük olduğu, 3 ölçüm değerinde kovanlar arasında bir fark bulunmadığı ve 6 ölçüm değerinde kontrol kovanlarındaki bağıl nem değerinin daha yüksek bulunduğu görülmüştür.

Çalışmada elde edilen uç (ekstrem) değerlerin sebebinin kullanılan kovanların arıcının kovanlarından farklılık göstermesi nedeniyle birilerinin merakını cezbetmesi ya da farklı bir amaçla kovanların açılması sebebiyle olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Kovan içi nem ölçümü karşılaştırılması

Aylar	Aylar	HT kovan - Nem (%)	Kontrol kovan - Nem (%)	Fark - Nem (%)
Temmuz	İlk hafta	57	56	+1
	Son hafta	54	54	0
Ağustos	İlk hafta	52	52	0
	Son hafta	55	54	+1
Eylül	İlk hafta	45	44	+1
	Son hafta	44	46	-2
Ekim	İlk hafta	44	45	-1
	Son hafta	36	37	-1
Kasım	İlk hafta	70	66	+4
	Son hafta	67	68	-1
Aralık	İlk hafta	64	69	-5
	Son hafta	36	30	+6
Ocak	İlk hafta	42	46	-4
	Son hafta	40	45	-5
Şubat**	İlk hafta	40	60	-20**
	Son hafta	34	36	-2
Mart	İlk hafta	36	38	-2
	Son hafta	22	24	-2
Nisan	İlk hafta	46	46	0
	Son hafta	44	43	+1
Genel Ortalama	Genel ortalama	46,4	47,95	-1,55
Şubat** ekstrem hariç ortalama	Şubat** ekstrem hariç ortalama	46,74	47,32	-0,6

(**): Bu ölçüm değeri ekstrem bir değer olarak ölçülmüş olup, ölçüm sırasındaki bir etmeden kaynaklı değildir. Bu değer ile ilgili olarak tahminimiz; ölçümden kısa süre önce bir şekilde kovanların açılmış olması ihtimalidir.)

Çizelge 2’de kovan içi nem ölçüm farklılıklarının büyük bir ölçüde etki yapacak bir boyutta olmadığı görülmektedir. Kovan içi nem oranının %80’den fazla olması bal arılarının yaşamsal aktivitelerinin yavaşlamasına, hatta uzun süre yüksek nem oranına maruz kalırsa arı ölümlerine bile neden olmaktadır (Bayır ve Albayrak, 2012). Aşırı nem oranı ya da çok düşük nem oranı da arılar için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bazı hastalıkların (Nosema, kireç, taş hastalığının) gelişme ve yayılmasını engellemek için kovan içi nem oranının düşük tutulması, kovan iç sıcaklığının dengeli tutularak ani düşümlere sebebiyet verilmemesi gerekmektedir (Bacandritsos vd., 2010). Çizelge 2’de görüldüğü üzere ekstrem bir ölçüm (Şubat*) hariç, genel ortalama değerlere bakıldığında kovanlar arasında aşırı nem farklılığı söz konusu olmamıştır. Çalışmaya yardımcı olan arıcı kovanlardaki arıların sağlıklı bir kışlatma döneminden geçtiğini belirtmiştir. Bal akım zamanının son döneminde koloni oluşturulmuştur. Yapılan gözlemler ve alınan uzman görüşleri (arıcıdan alınan geri dönüşler, vb.) neticesinde Emsal kolonilere göre kovan değişimi yapılmamasına rağmen kovandaki bal veriminde bir düşüş meydana gelmemiştir.

Yapılan diğer gözlemlerde ise; Koloni kovan içi çalışmasının normal olduğu, arılarda kovandan kaynaklandığını düşündürecek herhangi bir stres durumu olmadığı gözlemlenmiştir. Arı çalışma düzeninde herhangi bir problem görülmemiştir. Çalışma dönemi boyunca herhangi bir sorun ile karşılaşılmağı. Isıl işlem görmüş keresteden imal edilen arı kovani içinde ve dışında görsel inceleme sonucunda renk değişikliği vb. rastlanmamıştır (Şekil 6a). Isıl işlem görmemiş kovanlarda ise renk değişikliği başta olmak üzere ahşabın dış ortam koşullarından etkilendiğini gösteren bazı değişimler gözlemlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. HT (a) kovanda görülmeyen fakat Kontrol (b) kovanda gözlemlenen renk değişimleri

4. Isıl işlem görmüş malzemeden üretilen arı kovani için GZFT Analizi

Çalışma kapsamında elde edilen bilgiler ışığında ısıl işlem görmüş ağaç malzemeden yapılan arı kovani için GZFT analizi gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem görmüş arı kovani için GZFT analizi Çizelge 3’de verilmiştir.

Cizelge 3. Isıl işlem görmüş arı kovani için GZFT analizi

Güçlü yönleri	Zayıf yönleri
<ul style="list-style-type: none"> Isıl işlem görmüş ahşabın, doğal ve sürdürülebilir bir materyal olarak arı kovanının kalitesini yükselten katma değerli teknoloji olması Uygulanan ısıl işlem prosesinin yerli fabrikalarda uygulanıyor olması Biyolojik bozunmaya karşı emprenyeli ahşap ile aynı korumayı sağlamasına rağmen çevreye karşı herhangi bir zarar oluşturmaması Uygulanan ısıl işlem prosesinin özellikle boyutsal stabilite ve biyolojik dayanıklılık olmak üzere birçok olumlu etkisi sonucu ekonomik faydası 	<ul style="list-style-type: none"> Isıl işlem görmüş ahşap malzemenin mekanik direnç değerlerinin düşüklüğü nedeniyle arı kovanının üretim, taşıma ve nakliyesi sürecinde fiziksel açıdan zarar görebilir. Bu nedenle geleneksel üretilmiş kovanlardan daha itinalı taşınmalıdır. Üretim maliyetinin daha yüksek oluşu Arıcıların ısıl işlem görmüş ahşap malzemeden arı kovani imalatı konusunda bilgi eksikliği
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> Muadili ürünlere karşı, sürdürülebilir, daha sağlıklı ve çevreci olması İklim değişikliği ve çevre kirlenmesine karşı ulusal-küresel boyutta sürdürülebilir çevreci materyallerin her geçen gün daha fazla önem kazanması ve bunun bir sonucu olarak hükümet politikalarının ekonomik teşvik ile desteklenmesi. İnovatif bir ürün olarak piyasaya çıkması, iç ve dış pazarlarda tercih edilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> Geleneksel bal üreticilerinin ön yargılı davranışı Isıl işlem görmüş ahşap malzemenin açık alan donatı elemanları imalatında yoğun kullanımı nedeniyle her geçen gün artan talebe karşın artan ekonomik değeri, ve bunun sonucu olarak maliyetlerinin artma tehlikesi

4. Sonuç ve öneriler

Çalışma kapsamında yapılan deneysel araştırmalar ve uygulamaya yönelik gözlemler neticesinde;

- Sıcaklık ve bağıl nem değerleri bakımından ısıl işlem görmüş ahşaptan üretilen kovanlarda olumsuz bir etkinin olmadığı,
- Isıl işlem görmüş sarıçamdan imal edilmiş arı kovana arı kolonisi aktarması sonucunda kokudan dolayı kolonide hiç bir sıkıntı olmadığı, arıların tedirginlik yaşamadan kovani kabullendiği,
- Koloni kovani için çalışmasının normal olduğu, arılarda ise stres olmadığı gözlemlenmiştir. Arı çalışma düzeninde ise herhangi bir problemle karşılaşmamıştır.

Çalışmaya esas süre içerisinde arı aktarımında oğul zamanı geçmiş olduğundan dolayı oğul verme durumu proje sürecinde gözlemlenmemiştir. Bununla beraber, bal akım zamanının son döneminde koloni oluşturulmasına ve emsal kolonilere göre kovani değişimi yapılmamasına rağmen bal veriminde bir düşüş gözlemlenmemiştir.

Çalışma süresince (10 aylık) gözlem sonucu ısıl işlem görmüş keresteden imal edilen arı kovani içinde görsel inceleme sonucunda renk değişimine rastlanmamıştır. Literatürde aynı ısıl işlem prosesine tabi tutulmuş ahşap malzemelerin ısıl işlem görmemiş malzemeye göre biyolojik etmenlere karşı daha dayanıklı olduğu hususunda bilimsel çalışmalar mevcuttur (Doruk vd., 2010). Bu nedenle çalışmanın başlangıcında HT kovanlarda renk değişimine kontrol kovanlara kıyasla rastlanmayacağı ya da daha az rastlanabileceği yönündeki hipotezimiz, çalışma sonucundaki gözlemler ile doğrulanmıştır. Bununla birlikte gelecekte yapılacak çalışmalarda arazideki kovanların uzun dönemde biyolojik ve fiziksel etmenlere karşı davranışı deneysel çalışmalarla araştırılmalıdır. Açık hava şartlarında yapılacak denemelerde alınacak veriler açısından kayıp yaşanmaması ve verilerin güvenliği için gelecekte yapılacak denemelerde güvenlik sisteminin oluşturulması veya en azından kovanlarda bir kilit sisteminin kullanılması önerilebilir.

Burada özellikle üzerinde durulması gereken bir konu; çalışmada kullanılan ısıl işlem prosesinin, paletlerin ısıl işleminde kullanılan ISPM 15'ten farklı olduğudur. Farklı iki ısıl işlemin etkileri farklı olduğundan, web üzerinde ısıl işlem görmüş paletlerin arı kovani imalatında kullanımı ile

ilgili yapılan tartışmalarda bu çalışmanın bulgularının bu fikre destek alınmaması hususudur. Isıl işlem genel bir kavram olup, farklı ısıl işlem uygulamalarının ahşap malzeme üzerindeki etkileri benzer olmayabilir. Bu çalışma bir öğrenci projesi olarak gerçekleşmiştir. Bu nedenle gerek süre, gerek bütçe vb. imkânlar açısından sınırlı olması sebebiyle kapsamı da sınırlı tutulmuştur. Buna rağmen bu konuda yapılan ilk bilimsel çalışma olması ve çalışmada elde edilen bulguların, tecrübelerin ve gözlemlerin gelecekteki çalışmalara ve arıcılığa katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Isıl işlem görmüş ağaç malzemeden imal edilmiş arı kovani incelemeler sonucunda kovani arı yetiştirilmede kullanılabilir durumda olduğu hatta herhangi bir dış hava şartlarından korunması için kimyasal malzemeye maruz kalmamasından dolayı doğal bal (organik) yetiştiricileri için daha avantajlı bir kovani olabileceği söylenebilir. Elbette ki bu kovanlarda üretilen balın kalitesi açısından da yeni yapılacak çalışmalarla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, TÜBİTAK 1919B011501220 nolu öğrenci projesi ile desteklenmiş olup, 45. APİMONDİA Kongresinde özet olarak yayınlanmıştır. NOVA Orman Ürünleri Tic. A.Ş.'ye desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. Yardımlarından dolayı Erzincan Arıcılar Birliği'ne ve birliğin başkanı Nusret YALÇINKAYA'ya teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aydemir, D., Gündüz, G., 2009. Ahşabın fiziki, kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11, 71-81.
- Bacandritsos, N., Granato, A., Budge, G., Papanastasiou, I., Roiniotti, E., Caldon, M., Falcaro, C., Gallina, A., Mutinelli, F., 2010. Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. Journal of Invertebrate Pathology, 105, 335-340.
- Bayır, R., Albayrak, A., 2012. Uzman sistem denetimli arı kovani tasarımı ve gerçekleştirilmesi. Uluslararası Arı Dergisi, 12, 122-135.

- Doruk, Ş., Altınok, M., Perçin, O., 2010. Isıl işlemin ağaç malzemenin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14, 262-270.
- Ertürk, Y.E., Yılmaz, O., 2013. Türkiye'de organik arıcılık. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1, 35-42.
- GTHB, 2015. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. www.tarim.gov.tr/ Erişim: 21.06.2018.
- Gündüz, G., Niemz, P., Aydemir, D., 2008. Changes in specific gravity and equilibrium moisture content in heat-treated fir (*Abies nordmanniana* supsp. *bornmülleriana* Mattf.) wood. Drying Technology, 26, 1135-1139.
- Hill, C.A.S., 2007. Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Wiley, Bangor.
- İçel, B., Güler, G., İşleyen, O., Beram, A., Mutlubaş, M., 2015. Effects of industrial heat treatment on the properties of spruce and pine woods. Bioresources, 10, 5159-5173.
- İçel, B., Şimşek, Y., 2017. Isıl işlem görmüş ladin ve dişbudak odunlarının mikroskopik görüntüleri üzerine değerlendirmeler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21, 414-420.
- Johansson, D., 2008. Heat treatment of solid wood – effects on absorption, strength and colour. Doctoral Thesis, Lulea University of Technology, LTU Skelleftea.
- Kalnins, M.A., Detroy, B.F., 1984. Effect of wood preservative treatment of beehives on honey bees and hive products. Journal Agriculture Food Chemical, 32, 1176-1180.
- Kaya, N., 2007. Arıcılıkta üstte boş ballıkla kışlatmanın kovan içi bağıl nem sıcaklık ve koloninin Yaşama gücü üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, E.K., Soysal, M.İ., 2007. Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 4, 227-236.
- Korkut, D.S., Guller (İçel), B., 2008. The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. Bioresource Technology, 99, 2846-2851.
- Korkut, D.S., Korkut, S., Bekar, İ., Budakçı, M., Dilik, T., Çakıcıer, N., 2008. The effects of heat treatment on the physical properties and surface roughness of Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.) wood. International Journal of Molecular Sciences, 9, 1772-1783.
- Korkut, S., 2009. Gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) odununun bazı mekanik özellikleri üzerine ısıl işlem sıcaklık ve süresinin etkisi. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 5, 121-130.
- Korkut, S., Bakangil, O., 2007. Isıl İşlem Metodları, Woodwork Mobilya, Mobilya Yan Sanayi, Mimarlık, Dekorasyon ve Araştırma Dergisi, Şubat-Mart Sayısı, Sayfa:28-34.
- Sıralı, R., 2002. Türkiye arıcılığının genel durumu. Uludağ Arıcılık Dergisi, 22, 31-40.
- Silici, S., 2009. Bal Arısı Biyolojisi ve Yetiştiriciliği. Eflatun Yayınevi, Ankara.
- TAYMB, 2017. Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği. http://www.tab.org.tr, Erişim: 20.06.2015.
- Teknik Arıcılık Bilgi Paylaşım Formu, 2015, http://aricilik.gen.tr, Erişim: 13.03.2015.
- TKDK, 2016. Arıcılık Sektör Toplantısı Sonuç Raporu. www.tdk.gov.tr/, Erişim: 22.06.2018.
- Viitaniemi, P. 1997: Thermowood-Modified wood for improved performance. In: Edit.: Träteck 1997: Proceedings of the 4th Eurowood Symposium "Wood-The Ecological Material" 22-23 September, Stockholm/Sweden, Träteck Rapport No. P 9709084, p. 67-69.

Bitki boyası ve doğal mineralli su muamelesinin karakavak (*Populus nigra* L.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerleri üzerine etkisi

Ahmet Ali Var^a, Mustafa Özkan^{a,*}

Özet: Bu çalışma bitki boyası ve doğal mineralli su muamelesinin karakavak (*Populus nigra* L.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerleri üzerine etkisinin belirlenmesini amaçlamıştır. Araştırmada, Antalya-Demre-Burguç yöresi mineralli suyu ile Ayva (*Cydonia vulgaris* L.) yaprakları, Nar (*Pinuca granatum* L.) ve Ceviz (*Juglans regia* L.) meyvesi kabuklarının boya kullanılmıştır. Karakavak diri odun örnekleri tekli ve ikili hazırlanan 10 farklı muamele sıvısıyla daldırma yöntemine göre ayrı ayrı muamele edilmiştir. Daha sonra, odun örneklerinin absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki, doğal mineralli su ve bitki boyası muamelesi karakavak odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmuştur. Absorpsiyon için en yüksek değer mineralli su + ayva boyası karışımıyla 0.344 g/cm³ olarak elde edilirken en düşük değer mineralli su + ceviz boyası karışımıyla 0.260 g/cm³ olarak bulunmuştur. Retensiyon için en yüksek değeri (%3.686) nar boyası verirken en düşük değer (%0.491) ayva boyasıyla elde edilmiştir. En yüksek yoğunluk değeri (0.423 g/cm³) mineralli su + ceviz boyası karışımıyla bulunurken en düşük değer (0.383 g/cm³) ayva boyasıyla gerçekleşmiştir. Ayrıca mineralli suyun bitki boya ile ikili karışım halinde uygulanması her üç özelliğin değerini de tekli uygulamalara göre yükseltmiştir.

Anahtar kelimeler: Mineral, Boya, Kavak, Odun, Absorpsiyon, Retensiyon, Yoğunluk

Effects of plant dye and natural mineral water treatment on absorption, retention and density values of black poplar (*Populus nigra* L.) wood

Abstract: This study aimed to determine the effects of the plant dye and natural mineral water treatment on the absorption, retention and density values of the black poplar (*Populus nigra* L.) wood. Mineral water from the Antalya-Demre-Burguç Region, leaves of the quince (*Cydonia vulgaris* L.) tree, pomegranate (*Pinuca granatum* L.) and walnut (*Juglans regia* L.) fruit shells' dye were used in the research. 10 different treatment liquids were prepared from the plant dyes and natural mineral water as single and double. The sapwood samples of black poplar tree were treated with these liquids by using immersion method. Then, the absorption, retention and density properties of wood samples were investigated. The results show that the natural mineral water and plant dye treatments had a statistically significant effect on the absorption, retention and density values of the black poplar wood. While the highest absorption value was obtained with 0.344 g/cm³ of mineral water + quince dye mixture, the lowest value was obtained with 0.260 g/cm³ of mineral water + walnut dye mixture. For retention, the highest (3.686%) and the lowest (0.491%) values were obtained with pomegranate dye and the quince dye, respectively. The highest density value (0.423 g/cm³) was obtained with mineral water + walnut dye mixture, but the lowest value (0.383 g/cm³) was obtained with Quince paint. In addition, the treatment of mineral water as a dual mixture with plant dyes increased the values of all three properties relative to treatments with single fluid.

Keywords: Mineral, Dye, Poplar, Wood, Absorption, Retention, Density

1. Giriş

Çağımızda ağaç malzeme teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan hayatının her alanında kullanılmaktadır. Özellikle de dış mekân ahşap yapıtlarda, örneğin; kamelya, köprü, deniz, havuz ve plaj elemanları ile konutlarda giderek daha fazla değerlendirilmektedir. Ahşap kendine özgü yapısından dolayı dünyada sayılı yenilenebilir kaynaklardan birisidir. Kendine has doku ve birçok teknolojik açıdan üstün özelliklere sahip olması ve buna benzer özellikleri sebebiyle insan hayatında önemli bir yere sahip bulunmaktadır. Biyolojik kökenli bir malzeme olan ahşap yapısı gereği her bölgesinde farklı özellik

göstermektedir. Bu özellik ahşapta kolay boyutsal değişime ve bozunmaya neden olmaktadır. Bu durum ağaç malzemenin avantajlı özelliklerinin düşmesine ve çok kısa sürede tahrip olup kullanılamaz hale gelmesine sebebiyet vermektedir. Yaklaşık yüz yıl gibi insan ömrüne göre çok uzun bir sürede kullanılabilir duruma gelen bu doğal malzemenin çok kısa sürede bozunması ekonomik açıdan önemli kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpların azaltılıp kullanım süresinin artırılması için ağaç malzemenin biyotik ve abiyotik zararlılara karşı belli kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekmektedir (Berkel, 1972). Bu bağlamda günümüz ahşap teknolojisi ağaç malzemenin sakıncalı özelliklerini iyileştirip faydalı özelliklerini

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mustozkan90@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.08.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.12.2018



Citation (Atıf): Var, A.A., Özkan, M., 2018. Bitki boyası ve doğal mineralli su muamelesinin karakavak (*Populus nigra* L.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerleri üzerine etkisi. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 435-441.
DOI: [10.18182/tjf.449895](https://doi.org/10.18182/tjf.449895)

korumak için bazı yenilikler sunmaktadır. Örneğin; geliştirilen yeni nesil emprenye teknikleri ve koruyucu maddeler ahşabın kullanım süresinin uzamasına önemli katkılar yapabilmektedir.

Ağaç malzemenin daha korunaklı ve dayanıklı olabilmesi için bazı koruyucu renklendirici maddelerle de muamele edilmesi gerekmektedir. Ancak kimyasal yollarla ağaç malzemenin renklendirilmesi sonucunda özellikle iç mekânlarda maruz kalınan kirlenme insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle bu konu toplumun özellikle bu ürün müşterilerinin, idari birimlerin, endüstri çalışanları ve araştırmacıların dikkatle takip ettiği bir konu haline gelmiştir. Son zamanlarda iç mekân hava kirliliğinin nedenleri üzerinde yapılan araştırmalarda bu tür kirlilik kaynaklarının büyük oranda uçuş organik bileşikler olduğu belirtilmiştir (Atılğan vd., 2013). Bu bileşikler alifatik, aromatik hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar ve esterler gibi tipik solventlerden oluşmaktadır. İnsan ve çevre sağlığına zarar veren tüm ürünlere alternatif zararsız ürünler geliştirme çalışmaları her alanda devam etmektedir. İnsan ve çevre sağlığı bilinci ön plana çıktıkça yeni nesil koruyucu renklendirici maddeler getirilmekte, dolayısıyla, doğal boyalar, sentetik esaslı zararlı boyalara önemli bir alternatif malzeme olarak talep edilmektedir (Atılğan vd., 2011).

Çevre kirliliği ve insan sağlığının ön planda olması giderek kamuoyunda geniş yer tutmasına bağlı daha kullanılabilir bir dünya anlayışı yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını hızlandırmaktadır. Canlı yaşamı ve doğaya zarar veren tüm ürünlere karşılık çevreye zararsız yeni teknolojik ürünler bulup geliştirme çabaları her alanda hızla artmaktadır. Tamamen çevre dostu olup doğayı tahrip etmeyen enerji kaynaklarının kullanımı insan hayatında önemli bir yer tutmaya başlamaktadır. Dünyada yaşanan alanların kirliliği artıkça insan ve çevre sağlığı bilinci ön plana çıkmakta, buna bağlı olarak alınan yeni önlemler neticesinde doğal esaslı çevre dostu doğal boyalar yapay kimyasal boyalara karşı daha fazla ilgi görmektedir. Özellikle doğaya zararsız olup doğada kalıtsal etki yapmayan bitkisel boyalara talebin artması yeni bir akım başlatmaktadır (Yeniocak vd., 2015).

Sentetik ürünlere olan güvensizlik doğal boya ve boyamacılığın tekrar önem kazanmasını sağlamaktadır. Bunun en büyük sebebi sentetik boyaların çevreyi kirletmesi, geri dönüşümsüz olup kalıtsal kirlilik yapması gibi olumsuz etkilerinden dolayı getirilen ağır yaptırımlar olmaktadır. Doğal boyaların yapay boyalara göre daha az çevreyi kirletme etkisi olduğundan daha fazla tercih edildiği; özellikle halı ve kilim gibi dokumalarda bitkisel boyalarla yapılan boyamaların atmosferik etkilere karşı daha dirençli ve çevre dostu olduğu bildirilmektedir (Yeniocak vd., 2015).

Doğal boyaların ağaç malzemeye uygulanmasına dair çalışmalar da yapılmaktadır. Örneğin; Atılğan vd. (2011) pınar bitkisi ekstraktı, Wongcharee vd. (2007) patlıcan kabukları, Polo vd. (2006) bezelye çiçekleri, Göktaş vd. (2009) ceviz, zakkum ve safran bitkisi boyar maddelerinin ahşaptaki renk performanslarını belirlemiştir. Ayrıca Önal ve Kulle, (2012) böğürtlen meyvesi, Atılğan vd. (2013) atık çay, Şen vd. (2002) meşe palamudu ve mazısı, sumak yaprağı ve kızılçam kabuğu ekstraktlarının ahşapta boyama özelliklerini araştırmıştır.

Son yıllarda dünya genelinde gittikçe artan sağlık ve çevresel sorunlara dayalı baskılardan dolayı ahşap emprenye

maddeleri kullanımında doğal, yenilenebilir, çevre dostu kimyasal maddeler tercih edilmektedir (Bozkurt vd., 1993). Bu bağlamda kirletici etkenleri kısıtlayıp denetime alabilmek için tercih edilen doğal kaynaklardan birinin de jeotermal sular olduğu belirtilmektedir (Var, 2009).

Jeotermal kaynak suları tabiatın sunduğu yenilenebilir önemli kaynaklardan biridir. Bunlar yüksek oranda çözülmüş zengin kimyasal maddeler ve mineral tuzlar içermekte, sıcaklıklarına göre farklı alanlarda değerlendirilmektedir. Bu nedenle kullanımları sanayiden tarım, hayvancılık ve tıbbi tedaviye kadar önemli ölçüde genişlemektedir. Bunların ekonomik olarak işletilebilmesi için tüm özelliklerinin doğrudan/dolaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Planlı bir şekilde işletilebildiği takdirde bunlardan üretilecek ürünlerin de sürdürülebilirliği söz konusu olmaktadır (Var, 2009).

“Ağaç malzeme doğada mevcut kaynaklarla daha iyi nasıl korunabilir?” arayışı hem doğal bitkisel boyalar hem de farklı ve zengin tuzlar içeren mineralli sular üzerinde de çalışmayı teşvik etmektedir. Ancak mineralli su ve bitkisel boya karışımının ağaç malzemenin özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesine yönelik sınırlı çalışmalar bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada mineralli su ve bitkisel boyaların karakavak odununda bazı özellikler üzerine etki düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma bu boşluğu doldurmakla beraber doğal yenilenebilir kaynakların ağaç malzemenin özelliklerini ne derece etkilediğinin belirlenmesi, benzer konularda yapılacak araştırmalar ve literatüre katkı sağlaması bakımından önem taşımaktadır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Odun örneklerinin hazırlanması

Odun örnekleri, piyasadan temin edilen kerestelik karakavak (*Populus nigra* L.) tomruklarının diri odun kısmından radyal yönde muhtelif ebatlarda kesilen sağlam, düzgün lifli ve budaksız latalardan alınmıştır (TS 4176, 1984). Planya makinesinden geçirilen latalardan her test için 10'ar adet test ve kontrol grubu örnekler hazırlanmıştır. Hava kuru rutubete kadar kondisyonlandıktan sonra ± 0.01 hassasiyetle boyutları ölçülüp ağırlıkları tartılan örnekler (TS 2470, 1976) etüvde $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de tam kuru ağırlığa kadar kurutulduktan sonra desikatörde normal oda sıcaklığına kadar soğutmaya takiben aynı hassasiyetle tekrar ölçülüp tartılmıştır (TS 2471, 1976). Böylece her test için tüm örneklerin muamele öncesi ölçüm verileri belirlenip kayıt altına alınmıştır.

2.2. Mineralli suların hazırlanması

16.5°C sıcaklık ve 9382.2 mg/L derişime sahip olduğu belirtilen (ASAT, 2016) mineralli sular Antalya-Demre-Burguç yöresinde içme kürü hariç şifa amaçlı kullanılan doğal bir kaynaktan alınmıştır. pH değeri değişmeyecek şekilde laboratuvara taşınan mineralli sular (MS) deneylerde kullanılmak üzere özel kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.3. Bitkisel boyaların hazırlanması

Ayva yaprağı, nar ve ceviz meyvesi kabuklarından elde edilen bitkisel boyalar 1/2 oranında (1 Kg bitkisel materyal 2 L su) kaynatma tekniğine göre ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Ayva boyası (AB), nar boyası (NB), ceviz boyası (CB) ve bunların ikili karışımı olarak hazırlanan bitkisel boyalar pH değerleri değişmeyecek şekilde deneylerde kullanılmak üzere özel kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.4. Emprenye sıvısının hazırlanması

Mineralli su ve bitkisel boyalardan belirli oranlarda tekli ve ikili olmak üzere Çizelge 1’de verilen 10 farklı emprenye işlemleri hazırlanmıştır. Hazırlanan emprenye sıvıları pH değerleri değişmeyecek şekilde deneylerde kullanılmak üzere özel kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.5. Odun örneklerinin emprenye sıvılarıyla muamelesi

Odun örneklerinin emprenye sıvılarıyla muamelesinde daldırma yöntemi kullanılmıştır (TS 343, 2012). İşlem ise TS EN 47 (2011)’ye göre laboratuvar şartlarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla tam kuru odun örnekleri emprenye sıvısı içinde 24 saat bekletilip çıkarıldıktan sonra havlu kâğıtlar yardımıyla kurulandıktan sonra, sırasıyla, ± 0.01 hassasiyetle tartılmış, boyutları ölçülmüş, hava kuru rutubete kadar kondisyonlanmış (TS 2470, 1976), etüvde $65 \pm 2^\circ\text{C}$ ’de tam kuru ağırlığa kadar kurutulmuş, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş, tekrar aynı hassasiyetle tartılıp boyutları ölçülmüştür (TS 2471, 1976). Bu şekilde 10 farklı emprenye sıvısıyla ayrı ayrı işlem gören bütün örneklerin muamele sonrası verileri kayıt altına alınmıştır.

2.6. Emprenye sıvısı absorpsiyonu tayini

TS 5563 EN 113 (1996)’ye uygun olarak yapılan bu testte her odun örneği için absorpsiyon değeri; $ESA = (A_{esy} - A_{e0}) / V_{e012}$ eşitliği ile tayin edilmiştir. Bu eşitlikte; ESA odun örneğinin absorpladığı emprenye sıvısı miktarı (g/cm^3), A_{esy} odun örneğinin emprenye sonrası yağ ağırlığı (g) iken A_{e0} ve V_{e012} odun örneğinin emprenye öncesi, sırasıyla, tam kuru ağırlığı (g) ve hava kuru hacim (cm^3)’dir.

2.7. Emprenye maddesi retensiyonu tayini

TS 5563 EN 113 (1996)’e göre yapılan bu testte ESA tayininde kullanılan odun örneklerinden faydalanılmıştır. Her odun örneği için retensiyon değeri; $EMR = [(A_{es0} - A_{e00}) / A_{es0}] \times 100$ eşitliği ile tayin edilmiştir. Bu eşitlikte; EMR , odun örneğinde tutulan emprenye maddesi miktarı (%) iken A_{e00} ve A_{es0} odun örneğinin, sırasıyla, emprenye öncesi ve sonrası tam kuru ağırlıkları (g)’dir.

2.8. Yoğunluk tayini

TS 2472 (1976)’ye göre yapılan bu testte her odun örneği için hava kuru ve tam kuru yoğunluk değerleri hesaplanmıştır. Tam kuru yoğunluk için hava kuru yoğunluk tayininde kullanılan örneklerden faydalanılmıştır. Hava kuru yoğunluk $D_{12} = M_{12} / V_{12}$ eşitliği ile tayin edilirken tam kuru yoğunluk için $D_0 = M_0 / V_0$ eşitliğinden yararlanılmıştır. Bu eşitliklerde; her odun örneği için D_{12} , M_{12} ve V_{12} hava kuru haldeki, D_0 , M_0 ve V_0 ise tam kuru haldeki, sırasıyla, yoğunluk (g/cm^3), ağırlık (g) ve hacim (cm^3)’dir.

2.9. İstatistiksel analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel incelemesi Varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testi ile gerçekleştirilmiştir. Test edilen her özellik için tanımlayıcı istatistikler belirlendikten sonra emprenye sıvılarının sözkonusu özellikler üzerinde etkilerinin önemlilik derecesi belirlenmiştir. Etkisi önemli ($p \leq 0.05$) çıkan emprenye sıvıları için homojenlik gruplar ve bu gruplar arasındaki anlamlı farklılıklar %95 güven düzeyinde belirlenip harfli gösterimle ifade edilmiştir. Tüm istatistiksel verilerin belirlenmesinde SPSS 20 yazılım programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Absorpsiyon değerleri

Karakavak odununda ESA değerleri için ANOVA ve Duncan testi sonuçları Çizelge 2 ve 3’de, bunlara ilişkin grafik de Şekil 1’de verilmiştir. Bu verilere göre, emprenye sıvılarının absorpsiyon üzerindeki etkileri istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.05$) çıkmıştır. Bununla beraber, kullanılan sıvılar absorpsiyon üzerine etkileri bakımından altı farklı homojenlik grubu oluşturmuştur (Çizelge 3). Dolayısıyla hem $MS+CB$ ile NB , $AB+NB$, $AB+CB$ hem de CB ile $MS+NB$ aynı grupta yer alırken diğerleri farklı grupta toplanmıştır. Diğer bir ifadeyle ESA değerleri arasındaki farklılıklar $CB+NB$, AB , MS ve $MS+AB$ ile muamelede anlamlı çıkarken $MS+CB$, NB , $AB+NB$, $AB+CB$ ve CB , $MS+NB$ ile muamelede önemsiz çıkmıştır. Ortalama ESA değerleri tekli işlemlerde $0.264 \text{ g}/\text{cm}^3 - 0.318 \text{ g}/\text{cm}^3$ arasında değişirken ikili işlemlerde $0.260 \text{ g}/\text{cm}^3 - 0.344 \text{ g}/\text{cm}^3$ arasında dağılım yapmıştır. Bunlardan en düşük ESA değerlerini, tekli ve ikili işlemler için, sırasıyla, NB ve $MS+CB$ verirken en büyük değeri verenler, sırasıyla, MS ve $MS+AB$ olmuştur (Şekil 1). Buna göre tekli ve ikili uygulanan MS sıvısının genel olarak ESA değerini yükseltme yönünde etki yaptığı söylenebilir. Bu artış MS ’nin sahip olduğu yüksek derişimli mineral maddelerden olabilir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan emprenye sıvıları ve oranları

Sıra no	Ad	Sembol	Oran (%)
1	Mineralli su	MS	100
2	Ayva boyası	AB	100
3	Ceviz boyası	CB	100
4	Nar boyası	NB	100
5	Mineralli su + Ayva boyası	MS + AB	50 + 50
6	Mineralli su + Ceviz boyası	MS + CB	50 + 50
7	Mineralli su + Nar boyası	MS + NB	50 + 50
8	Ayva boyası + Ceviz boyası	AB + CB	50 + 50
9	Ayva boyası + Nar boyası	AB + NB	50 + 50
10	Ceviz boyası + Nar boyası	CB + NB	50 + 50

Çizelge 2. Karakavak odununda ESA değerleri için ANOVA sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem düzeyi (P)*
Gruplar arası	0.061	9	0.007	6.886	0.000
Gruplar içi	0.089	90	0.001		
Toplam	0.149	99			

* $P \leq 0.05$ ise önemlidir.

Konuyla ilgili çalışmalar incelendiğinde Yaldız (2017)'de $0.324 \text{ g/cm}^3 - 0.370 \text{ g/cm}^3$, Soygüder (2017)'de $0.25 \text{ g/cm}^3 - 0.58 \text{ g/cm}^3$ ve Demirtaş (2015)'de $0.279 \text{ g/cm}^3 - 0.381 \text{ g/cm}^3$ arasında değişirken absorpsiyon değerlerinin bu çalışmada $0.260 \text{ g/cm}^3 - 0.344 \text{ g/cm}^3$ arasında olduğu görülmüştür. Dolayısıyla araştırma bulgularının literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

3.2. Retensiyon değerleri

Karakavak odununda EMR değerleri için ANOVA ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4 ve 5'de ve bunlara ilişkin grafik de Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu bulgulara göre, yapılan uygulamanın EMR üzerindeki etkisinin istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.05$) olduğu (Çizelge 4) ve işlem sıvılarının etki bakımından üç farklı homojenlik grubu oluşturduğu görülmüştür (Çizelge 5). Bunlardan AB ile MS, MS + CB, AB + CB ve CB aynı grupta yer alırken hem MS + AB ile AB + NB ve MS + NB hem de CB + NB ile NB aynı grupta toplanmıştır. Dolayısıyla istatistiksel anlamda aynı grupta toplanan sıvıların EMR üzerindeki etkileri arasında önemli fark olmadığı söylenebilir. Gruplar arasında en fazla EMR değeri %3.686 ile NB işleminde gözlenirken en düşük değerin %0.491 ile AB muamelesinde olduğu görülmüştür (Şekil 2). Buna göre diğerleriyle karıştırılarak uygulandığında NB sıvısının retensiyon üzerinde artırıcı etki yaptığı söylenebilir.

Benzer çalışmalar incelendiğinde Atılgan vd. (2013)'de %3.77, Atılgan ve Peker (2012)'de %0.19-%3.91, Atılgan vd. (2012)'de %2.95-%9.22 arasında değişen retensiyon değerlerinin bu çalışmada %0.491-%3.686 arasında dağılım yaptığı saptanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada ortaya konulan retensiyona ilişkin bulguların literatür sonuçlarına yakın ve uyumlu olduğu söylenebilir.

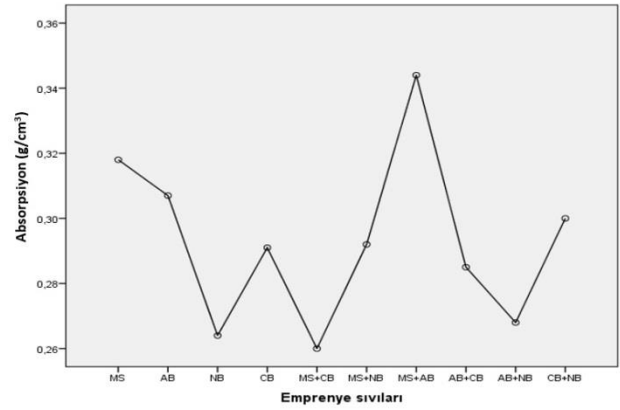
3.3. Yoğunluk değerleri

Karakavak odununda hava kuru ve tam kuru yoğunluk için ANOVA ve Duncan testi sonuçları Çizelge 6 ve 7'de, bunlara dair grafik de Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu verilere göre, bitki boyası ve mineralli su uygulamasının yoğunluk üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemlilik ($P \leq 0.05$) gösterirken (Çizelge 6) etki düzeyi bakımından işlem sıvılarının dört farklı homojenlik grubunda toplandığı görülmektedir (Çizelge 7). Gruplar incelendiğinde hava kuru yoğunluk için işlem sıvıları ile kontrol arasında önemli bir fark olduğu gözlenirken AB ile CB+NB, AB+CB ile AB+NB ve CB, NB ile MS, MS+AB ve MS+NB sıvılarının aynı grupta yer aldığı görülmektedir. İşlem sıvıları arasında en yüksek yoğunluk değeri MS+CB muamelesinde 0.455 g/cm^3 gerçekleşirken AB muamelesi 0.409 g/cm^3 ile en düşük değeri vermiştir (Şekil 3). Dolayısıyla emprenyeli örnekler için $0.409 \text{ g/cm}^3 - 0.455 \text{ g/cm}^3$ arasında değişen hava kuru yoğunluk değeri kontrol için 0.462 g/cm^3 gerçekleşmiştir. Bu sonuç kullanılan emprenye sıvılarının hava kuru yoğunluk değerini azaltma yönünde etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum sözkonusu sıvılarla muamelede odunsu hücrelerin genişlemesine bağlı hacim artışından kaynaklanmış olabilir. Aynı şekilde benzer sonuçların tam kuru yoğunluk için de geçerli olduğu görülmektedir (Çizelge 6 ve 7).

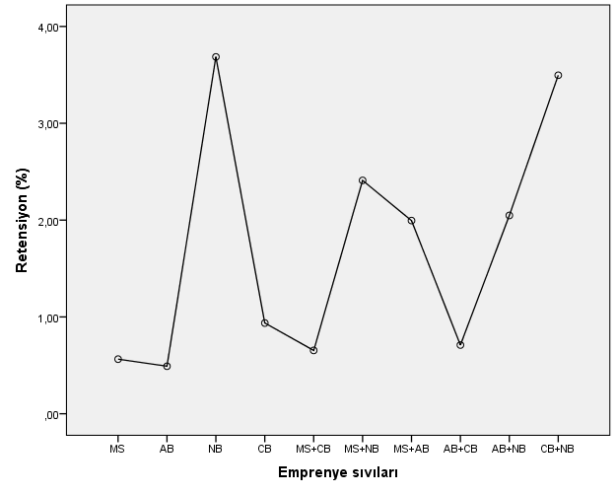
Çizelge 3. Karakavak odununda ESA değerleri için Duncan testi sonuçları

İşlem sıvısı	Ortalama (g/cm^3)*	Homojenlik grubu**
MS+CB	0.260 (0.025)	a
NB	0.264 (0.030)	a
AB+NB	0.268 (0.027)	a
AB+CB	0.285 (0.028)	a
CB	0.291 (0.032)	b
MS+NB	0.292 (0.033)	b
CB+NB	0.300 (0.023)	c
AB	0.307 (0.028)	d
MS	0.318 (0.041)	e
MS+AB	0.344 (0.037)	f

*Ayrıcağıkiler standart sapmadır. ** Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında %95 güvenle önemli farklılık yoktur.



Şekil 1. Karakavak odunu için ESA değerleri grafiği



Şekil 2. Karakavak odunu için EMR değerleri grafiği

Çizelge 4. Karakavak odununda EMR değerleri için ANOVA sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem düzeyi (P)*
Gruplar arası	132.91	9	14.767	10.895	0.000
Gruplar içi	121.98	90	1.355		
Toplam	254.89	99			

* $P \leq 0.05$ ise önemlidir.

Çizelge 5. Karakavak odununda EMR değerleri için Duncan testi sonuçları

İşlem sıvısı	Ortalama (g/cm ³)*	Homojenlik grubu**
AB	0.491 (0.307)	a
MS	0.564 (0.283)	a
MS+CB	0.654 (0.308)	a
AB+CB	0.710 (0.263)	a
CB	0.937 (0.346)	a
MS+AB	1.995 (2.899)	b
AB+NB	2.048 (0.432)	b
MS+NB	2.410 (1.799)	b
CB+NB	3.496 (0.479)	c
NB	3.686 (1.014)	c

*Ayraçtakiler standart sapmadır. ** Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında %95 güvenle önemli farklılık yoktur.

Literatür incelendiğinde Bozkurt ve Erdin (1997)'de 0.45 g/cm³ olarak bildirilen hava kuru yoğunluk değeri Atılğan ve Peker (2012)'de 0.54 g/cm³-0.93 g/cm³ arasında değişirken Karademir, (2012) ve Demirtaş (2015)'de 0.53 g/cm³-0.57 g/cm³ olduğu belirtilmektedir. Tam kuru yoğunluk değeri Bozkurt ve Erdin (1997)'de 0.41 g/cm³ olarak ifade edilirken Atılğan ve Peker (2012)'de 0.58 g/cm³-0.83 g/cm³ arasında değişmektedir. Bu çalışmada ise hava kuru yoğunluk değeri 0.409 g/cm³-0.462 g/cm³ aralığında gerçekleşirken tam kuru yoğunluk değeri 0.383 g/cm³-0.431 g/cm³ aralığında kalmıştır. Buna göre bu bulguların literatür sonuçlarından genel olarak farklı olduğu söylenebilir. Bu farklılık kullanılan ağaç türü, empenye sıvısı ve yöntemden ileri gelmiş olabilir.

Çizelge 6. Karakavak odununda yoğunluk değerleri için ANOVA sonuçları

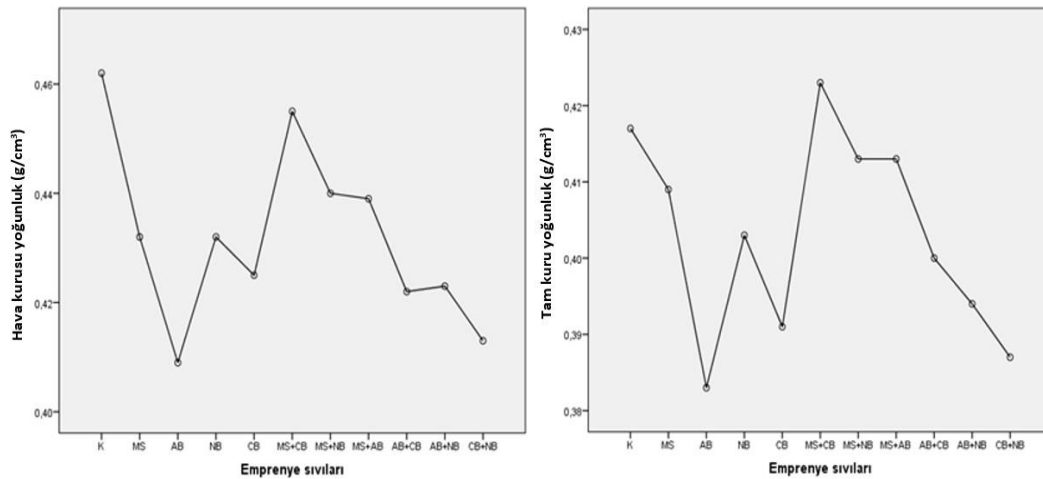
Yoğunluk	Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	Önem düzeyi (P) ^a
Hava kuru	Gruplar arası	0.027	10	0.003	4.678	0.000
	Gruplar içi	0.056	99	0.001		
	Toplam	0.083	109			
Tam kuru	Gruplar arası	0.022	10	0.002	4.388	0.000
	Gruplar içi	0.049	99	0.000		
	Toplam	0.070	109			

* P<0.05 ise önemlidir

Çizelge 7. Karakavak odununda yoğunluk değerleri için Duncan testi sonuçları

İşlem sıvısı	Hava kuru yoğunluk		Tam kuru yoğunluk	
	Ortalama (g/cm ³)*	Homojenlik grubu**	Ortalama (g/cm ³)*	Homojenlik grubu**
AB	0.409 (0.028)	a	0.383(0.009)	a
CB+NB	0.413 (0.017)	a	0.387(0.007)	ab
AB+CB	0.422 (0.019)	ab	0.392(0.006)	abc
AB+NB	0.423 (0.026)	ab	0.398(0.009)	abc
CB	0.425 (0.024)	ab	0.405(0.005)	abcd
NB	0.432 (0.015)	abc	0.405(0.004)	abcd
MS	0.432 (0.017)	abc	0.409(0.006)	bcd
MS+AB	0.439 (0.033)	bcd	0.412(0.011)	cde
MS+NB	0.440 (0.021)	bcd	0.413(0.007)	cde
MS+CB	0.455 (0.026)	cd	0.423(0.008)	de
Kontrol	0.462 (0.025)	d	0.431(0.009)	e

*Ayraçtakiler standart sapmadır. ** Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında %95 güvenle önemli farklılık yoktur.



Şekil 3. Karakavak odunu için hava kuru ve tam kuru yoğunluk değerleri grafiği

4. Sonuçlar ve öneriler

Bu çalışmada bitki boyası ve mineralli su muamelesinin karakavak odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk üzerine etkileri araştırılmıştır. Buna göre, çalışmada kullanılan emprenye sıvıları hem absorpsiyon ve retensiyon değerleri üzerinde hem de yoğunluk değerleri üzerinde istatistiksel anlamda etkin bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Yoğunluk için bu etki emprenyesiz kontrol örneğine göre azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Yoğunluktaki bu azalma MS+CB muamelesinde hava kurusu ve tam kuru yoğunluk için, sırasıyla, %1.52 ve %1.86 ile en düşük seviyede kalırken AB muamelesinde her iki yoğunluk için, sırasıyla, %11.47 ve %11.14 ile en yüksek düzeye çıkmıştır. Buna ilaveten 0.344 g/cm³ ile en fazla ESA değeri veren MS+AB muamelesi etkinlik açısından diğerlerine göre önemli bir farklılık ortaya koymuştur. Diğer sıvılara göre ESA değeri fazla olan MS sıvısı ile ESA değeri düşük olan NB ve CB sıvılarının ikili karışım olarak birlikte kullanılması ESA değerini yükseltmiştir. Ayrıca en yüksek retensiyon değeri (%3.686) NB muamelesinde bulunurken en düşük değer (%0.491) AB muamelesinde gerçekleşmiştir. NB akışkanı diğer sıvılarla ikili kullanıldığında yüksek retensiyon değerleri vermiştir.

Sonuç olarak, bitki boyası ve doğal mineralli su muamelesinin karakavak odununun absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerlerini etkilediği, her ne kadar yoğunluğu düşürse de emprenye maddesi nüfuzuna olumlu etkiler yaptığı görülmüştür. Dolayısıyla muamele sıvısını oluşturan bitki boyaları ve doğal mineralli suyun emprenye maddesi nüfuzu ve yoğunluk üzerinde etkili birer faktör oldukları söylenebilir. Bu sonuçlar doğal mineralli su ve bitki boyasından oluşan karışım/karışımların iç mekân tasarımlarda değerlendirilecek kavak türü ağaç malzemelerin muamelesinde kullanılabilirliğini göstermektedir. Ayrıca doğal mineralli suyun hem farklı bitkisel boyar maddelerle hem de biyotik ve abiyotik zararlılara karşı tesirli organik/inorganik maddelerle etkisinin artırılması uygulamada bir takım faydalı katkı/katkılar sağlayabilir.

Açıklama

Bu çalışma Ahmet Ali VAR danışmanlığında SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Mustafa ÖZKAN tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinden bir bölümün özetidir.

Kaynaklar

- ASAT, 2016. Antalya Su ve Atık Su (ASAT) İdaresi Genel Müdürlüğü verileri, Antalya.
- Atılğan, A., Ersen, N., Peker, H., 2013. Çay bitki ekstraktı ile muamele edilen odun türlerinde retensiyon değerleri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(2): 278-286.
- Atılğan, A., Peker, H., 2012. Çeşitli emprenye maddelerinin mobilya ve yapı endüstrisinde kullanılan odun türlerinin bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. Artvin Çoruh Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 13(1):67-78.
- Atılğan, A., Tan, H., Bayraktar, D.K., Peker, H., 2012. Possibilities of using preservatives in environmentally friendly furniture industry. Scientific Research and Essays, 7(40): 3336-3347.

- Atılğan, A., Göktaş, O., Peker, H., 2011. Pinar bitki ekstraktından elde edilen doğal boyanın ahşap malzemeye üstyüzey olarak uygulanması. Journal of Faculty Forest of Artvin Çoruh Üni., 12(2): 139-147.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi. İÜ OF Yayınları No: 1448/147, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Malzeme Teknolojisi, Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3998/445, İÜ Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Bozkurt, A., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Demirtaş, M., 2015. Jeotermal akışkan ile emprenyeli ahşabın açık hava ortamındaki dayanımı. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Göktaş, O., Ozen, E., Duru, M.E., Mammadov, R., 2009. Determination of the color stability of an derived from oleander (nerium oleander L.) leave extracts under uv exposure. Wood Research, 54(2): 63-72.
- Önal, A., Kulle, N.S., 2012. Böğürtlen (*Rubus caesius*) meyvelerinden elde edilen ekstrakt ile çam ahşap, pamuklu ve yünlü kumaların boyanma özelliklerinin incelenmesi. DUFED, 1(1): 1-8.
- Polo, A.S., Iha, N.Y.M., 2006. Blue sensitizers for solar cells: natural dyes from calafate and Jaboticaba. Solar Energy Materials&Solar Cells, 90: 1936-1944.
- Soygüder, A., 2017. Jeotermal kaynak sularıyla muamele edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun bazı fiziksel özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Şen, S., Hafızoğlu, H., Dığrak, M., 2002. Bazı bitkisel ekstraktların fungusit olarak odun koruyucu etkilerinin araştırılması, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(1): 99-110.
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları, TSE, Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. TSE, Ankara.
- TS 4176, 1984. Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Mescerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, TSE, Ankara.
- TS 5563 EN 113, 1996. Ahşap Koruyucular-Agar Ortamında Odunu Tahrip Eden Basidiomisetlere Karşı Zehirlilik Değerlerinin Tayini. TSE, Ankara
- TS EN 47, 2011. Ahşap Koruyucular - Ev Teke Böceği (*Hylotrupes bajulus* L.) Larvalarına Karşı Zehirlilik Değerlerinin Tayini (Laboratuvar Metodu), TSE, Ankara.
- TS 343, 2012. Ahşap Koruma -Terimler ve Tarifler, TSE, Ankara.
- Var, A.A., 2009. Jeotermal akışkanlarda potansiyel emprenye maddelerinin miktarı ve bunların ahşap emprenye işlemine uygunluğu. SDU Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 184-197.
- Wongcharee K., Meeyoo V., Chavadej S. 2007. Dye-sensitized solar cellusing natural dyes extracted from rosella and blue pea flowers Solar Energy Materials& Solar Cells, 91: 566-571.

Yaldız, M.Y., 2017. Derişimi yükseltlen jeotermal sularla emprenyeli ağaç malzemedede bazı özelliklerinin incelenmesi: Aydın-Germencik yöresi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Yeniocak, M., Göktaş, O., Özen, E., Çolak, M., Uğurlu, M., Yeniocak, S., 2015. Kökboya ile renklendirilen ağaç malzemenin yıkanma performanslarının incelenmesi. Selçuk Üniv. Selçuk-Teknik Online Dergisi, Özel Sayı-1,305-307.

Isparta Güneykent bölgesinde yetişen gül odununun (*Rosa damascena* Mill.) kimyasal bileşimi ve lif özellikleri

Kerem Özcan^a, İlhami Emrah Dönmez^{b,*} 

Özet: Isparta'da doğal olarak yetişen gül bitkisi odununun anatomik ve kimyasal yapısı bu çalışma kapsamında ilk kez incelenmiştir. Gül odunun hücre çeperi ana bileşenleri ve çözünürlük değerleri ile lipofilik ve hidrofilik ekstraktiflerinin yapısı ve miktarı araştırılmıştır. Gül odununda α -selüloz oranı %41.23, holoselüloz oranı %81.05, lignin miktarı %20.02, sıcak su çözünürlüğü %6.75, %1'lik NaOH çözünürlüğü %19.26 olarak bulunmuştur. Gravimetrik yöntemlerle elde edilen heksan çözünürlüğü 0.19 mg/g olarak hesaplanırken, aseton:su (95:5, v:v) çözünürlüğü ise 19.01 mg/g olarak saptanmıştır. Hidrofilik bileşenlerde 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (%25.99) en yüksek oranda tespit edilirken, ribose en düşük miktarda bulunmuştur. Bunun yanı sıra benzoic acid (%9.51), α -d-mannopyranose (%11.10), glucopyranose (%9.43) teşhis edilen diğer bileşenlerdir. Lipofilik ekstraktiflerde ise N-ethylacetamide (%39.03) en yüksek değere sahip bileşendir. Ayrıca gül odunun maserasyon yöntemine göre serbest hale getirilen liflerinin yapısı incelenmiş ve sonrasında lif özellikleri ile ilgili ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Isparta, Gül odunu, Kimyasal bileşim, Hidrofilik madde, Lipofilik madde, Lif özellikleri

Chemical composition and fiber properties of rose wood (*Rosa damascena* Mill.) grown in Isparta Güneykent region

Abstract: The anatomical and chemical composition of naturally grown rose wood found in Isparta-Turkey was examined for the first time. Cell-wall main components, solubility values, structure and the amount of lipophilic and hydrophilic extractives of rose wood were determined. The amount of α -cellulose found in rose wood was 41.23 %, the holocellulose ratio was 81.05 %, the lignin amount was 20.02 %, the hot water solubility was 6.75 % and the 1% NaOH solubility was 19.26 %. The hexane solubility obtained by gravimetric methods was calculated as 0.19 mg/g, while the acetone:water (95:5, v:v) solubility results were obtained as 19.01 mg/g. Although 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (25.99%) was determined as the highest, ribose was found as the lowest in hydrophilics. Besides, benzoic acid (9.51%), α -d-mannopyranose (11.10%), and glucopyranose (9.43%) were the other hydrophilic compounds. N-ethylacetamide (39.03%) had the highest value in lipophilic exyctactives. In addition, the structure and the dimensions of rose wood, analysed according to maceration method, was examined and calculations about fiber properties were realized.

Keywords: Isparta, Rose wood, Chemical composition, Hydrophilic substances, Lipophilic substances, Fiber properties

1. Giriş

Güller (*Rosa* spp.) *Rosaceae* familyasının hoş kokulu, güzel görünümlü bitkilerinin cinsi olarak bilinir. Oldukça eski bir geçmişe sahip olan gül, güzel kokusu ve cezbedici güzelliğiyle çağlar boyunca insanlar tarafından yetiştirilmiş ve kullanılmıştır (Korkmaz vd., 2013). Bu kullanım alanlarının başında gıda, parfümeri, kozmetik endüstrisi ve süs bitkisi gelmektedir (Guterman vd., 2002; Jabbarzadeh ve Khosh-Khui 2005; Senapati ve Rout, 2008).

Dünyada yağ üretiminde kullanılan başlıca dört gül türünden (*Rosa damascena* Mill., *Rosa gallica* L., *Rosa moshata* Herrm ve *Rosa centifolia* L.) en önemlisi *Rosa damascena* Mill.'dir (Tucker ve Maciarello, 1988). *Rosa damascena* Pembe yağ gülü, Şam gülü, Isparta gülü ve Damask gülü gibi isimlerle de bilinmektedir. *Rosa damascena* pembe renkli, yarım katmerli ve kuvvetli kokulu, çok yıllık, dikenli ve kışa dayanımı yüksek bir

bitkidir. *Rosa damascena* bitkileri, 1,5 - 3 m arasında boylanmaktadır. Gövde silindirik biçimli, içi dolu, esmer renkli, çok dallı ve dallar çok sayıda irili ufaklı sert dikenlerle çevrilidir. Yapraklar yumuşak yapılı ve ince tüylerle kaplı, çapraz dizilişli, saplı ve stipulalı (kulakçık), 5-7 folioludur (yaprakçıklıdır) (Kürkçüoğlu, 1988).

Dünyada öncelikle Türkiye, Bulgaristan, İran, Hindistan, Çin, İtalya, Rusya'nın güneyi ve Libya'da yetiştirilmekte olan yağ gülü, ülkemizde başta Isparta olmak üzere, Burdur, Afyon ve Denizli ile Konya ve Antalya'nın bir bölümünü içine alan Göller Yöresinde üretilmektedir (Örmeci vd., 2012). Isparta, hem bölgenin hem de dünyanın en önemli yağ gülü ve gül yağı üretim merkezlerinden birisi haline gelmiştir. Isparta ilini de içine alan Göller yöresinde 20 000 da alanda her yıl yaklaşık 10 000 ton kadar taze gül çiçeği gül yağı fabrikalarında işlenmekte ve başta gül yağı olmak üzere gül suyu, gül koncreti ve gül absolütü gibi önemli endüstriyel ürünler elde edilmektedir (Kürkçüoğlu ve Başer,

✉ ^a AGT Ağaç San. ve Tic. A.Ş. Organize Sanayi Bölgesi, Antalya
^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta
@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): emrahdonmez@isparta.edu.tr
✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.09.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 23.11.2018



Citation (Atıf): Özcan, K., Dönmez, İ.E., 2018. Isparta Güneykent bölgesinde yetişen gül odununun (*Rosa damascena* Mill.) kimyasal bileşimi ve lif özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 442-446.
DOI: [10.18182/tjf.456727](https://doi.org/10.18182/tjf.456727)

2003). Bu ürünlerin kokularının yayılma güçleri yüksek olduğundan, hem birçok parfümün ana maddesini oluştururlar, hem de diğer koku verici maddeler ile kolayca karıştırılabilirler. Koku özelliklerinin yanı sıra, kokunun tende veya herhangi bir cisimde kalıcılığını sağlama gibi önemli bir üstünlüklerinin olması nedeniyle de bunlar birçok parfümeri ve kozmetik üründe hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu alanlar dışında gıda (meşrubat, şekerleme, unlu mamuller, jelatin, günlük soğuk tatlılar, alkolüzsüz içecekler, sakız, puding ve koku verici meyve esansları), kişisel bakım ve temizlik (sabun, deterjan, diş macunu) sanayinde de kullanılmaktadır (Dilmen vd., 2016). Ayrıca, gül ürünleri sahip oldukları farmakolojik etkileri nedeniyle de tıp ve eczacılıkta da büyük önem taşımaktadırlar (Shafei vd., 2003; Boskabady vd., 2011; Göktürk Baydar ve Baydar, 2013).

Bu çalışma kapsamında, Isparta Güneykent bölgesinde doğal olarak yetişen, aynı zamanda gül yağı üretimi açısından da ülkemiz için önemli bir tür olan *Rosa damascena* Mill odununun kimyasal yapısı ile lif özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Gül odunu Isparta Güneykent bölgesinde doğal olarak yetişen ve yaklaşık 20 yaşındaki gül bahçelerinden temin edilmiştir. Gül odunu üzerinde kabuk ve dikenli kısımlar ayırdıktan sonra kibrit çöpü büyüklüğünde küçük parçalar haline getirilen odun örnekleri açık havada kurutulmuştur. Sonrasında laboratuvar tipi Wiley değirmeninde 1 mm parçacık büyüklüğü olacak şekilde öğütülen odun örnekleri rutubetten etkilenmemeleri için ağzı kapalı plastik torbalarda analizler yapılmaya kadar muhafaza edilmiştir.

2.1. Genel kimyasal analizler ve çözünürlük değerleri

Odun örnekleri üzerinde, holoselüloz miktarı Wise ve John (1952) tarafından geliştirilen klorit yöntemine göre belirlenmiştir. Gül odununda lignin miktarı TAPPI T222om-02 yöntemine göre klason lignini olarak belirlenmiştir. Alfa-selüloz miktarını belirlemek için ise Rowell vd. 2005 tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Bunun yanı sıra gül odunu örneklerinde sıcak su çözünürlüğü miktarını belirlemek amacıyla TAPPI T207 cm-99 yöntemi ve %1'lik NaOH çözünürlüğü miktarını belirlemek için ise TAPPI T212 om-02 standart yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca örneklerde heksan ve aseton:su (95:5, v:v) çözünürlüğü miktarları gravimetrik olarak belirlenmiştir. Bu maksatla sokselet cihazında yaklaşık 10 g odun örneği 12 saat süreyle yaklaşık 180 ml heksan ve sonrasında aseton su (95:5, v:v) karışımıyla ekstrakte edilmiştir. Balonda toplanan çözücü ve ekstrakt karışımı döner buharlaştırıcıda 100 ml olacak şekilde uzaklaştırılmış ve bu kısım 100 ml'lik ağzı kapalı cam şişelere aktarılmıştır. Daha önceden darası bilinen cam tüplere aktarılan 10 ml çözücü ve ekstraktları içeren karışımdan azot gazı altında sıcak su banyosunda çözücünün uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sonrasında tekrar tartılan cam tüplerde kullanılan çözücüde çözünen madde miktarı mg/g olarak belirlenmiştir. Kimyasal analizler aşamasında gerçekleştirilen testler doğruluğu saptamak amacıyla 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

2.2. Kromatografik analizler

Ekstraksiyon sonrasında ağzı kapalı cam şişelerde kalan 70 ml'lik çözücü ve ekstraktları içeren karışım bu aşamada kullanılmıştır. Lipofilik ekstraktları belirlemek amacıyla heksan ile hidrofilik ekstraktları belirlemek amacıyla aseton:su (95:5, v:v) karışımıyla ekstrakte edilen numuneler GC-MS cihazında analiz edilmiştir. Uygun konsantrasyon belirlendikten sonra cam test tüplerine aktarılan heksan ve aseton:su ekstraktlarından azot gazı altında çözücülerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha önce hazırlanan sililendirme ajanlarıyla muamele edilen ekstraktlar sililendirme sonrası viallere aktarılarak GC-MS'e enjekte edilmiştir. Lipofilik ve hidrofilik ekstraktları belirlemek amacıyla Shimadzu QP 2010 marka GC-MS cihazı kullanılmıştır. Cihazda HP- 5 MS (30 m X 0.25 mm uzunluğunda ve 0.25 um film kalınlığında) kolon ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (0.8 ml/dak akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 250 °C'dir.

2.3. Lif özellikleri

Gül odununun kağıtçılık açısından değerlendirilmesi maksadıyla lif yapısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu açıdan odun örneklerine Wise ve Karl (1962) tarafından geliştirilen klorit yöntemine göre maserasyon işlemi uygulanmış ve lif haline getirilmiştir. Maserasyon sonrasında lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve hücre çeperi kalınlığını belirlemek amacıyla ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sonrasında, keçeleşme oranı (Lif uzunluğu / lif genişliği), rijidite katsayısı [(lif çeper kalınlığı/lif genişliği) x100], runkel oranı [(2 x lif çeper kalınlığı) / lümen çapı], elastikiyet katsayısı [(lümen çapı x100)/lif genişliği] değerleri ölçülen lif boyutları kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1 Kimyasal özellikler

Isparta Güneykent bölgesinde doğal olarak yetişen gül odununun kimyasal analizleri ve lif özellikleri bu çalışma ile ilk kez incelenmiştir. Yapılan çalışmada gül odununun genel kimyasal analizleri ve çözünürlük değerleri Çizelge 1'de; hidrofilik ve lipofilik ekstraktlarının yapısı Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda hücre çeperi ana bileşeni olan holoselüloz %81.05, α-selüloz %41.23 olarak tespit edilmiştir. Klason lignini miktarı ise %20.02 bulunmuştur. Bunun yanı sıra gül odununun çözünürlük değerleri incelendiğinde %1'lik NaOH çözünürlüğü % 19.26 olarak belirlenirken, sıcak su çözünürlüğü %6.75 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Gül odununa ait genel kimyasal analiz sonuçları

Kimyasal Analizler	Sonuç
Holoselüloz (%)	81.05
α-selüloz (%)	41.23
Lignin (%)	20.02
%1'lik NaOH Çözünürlüğü (%)	19.26
Sıcak su çözünürlüğü (%)	6.75
Heksan çözünürlüğü (mg/g)	0.19
Aseton: su çözünürlüğü (mg/g)	19.01

Ayrıca organik çözücülerden heksan ve aseton:su karışımında çözünen madde miktarı gravimetrik yöntemle hesaplanmış ve heksan çözünürlüğü 0.19 mg/g olarak, aseton: su (95:5, v:v) çözünürlüğü ise 19.01 mg/g olarak bulunmuştur.

Gül odununda hidrofilik yapıdaki ekstraktif maddeleri belirlemek amacıyla aseton:su (95:5, v:v) ekstraksiyonu sonrasında ekstraktlar GC-MS'de analiz edilmiştir. Aseton: su (95:5, v:v) ekstraktlarında toplamda 41 bileşen tespit edilmiştir. Tanımlanan bileşenler arasında 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (%25.99) en yüksek miktarda bulunurken Ribose ise en düşük miktarda (%0.05) tespit edilmiştir. Ayrıca Benzoic acid (%9.51), α -D-mannopyranose (%11.10), Glucopyranose (%9.43) ve Sucrose (%9.48) gül odununda tanımlanan diğer önemli bileşenlerdir.

Lipofilik ekstraktifleri belirlemek amacıyla heksan ekstraktları kullanılmıştır. Tanımlanan 13 bileşen içerisinde N-ethylacetamide (%39.03) en yüksek miktarda bulunan bileşendir. Tert-butyl-2-decenoate ise %1.35 ile en düşük miktardaki bileşendir. Ayrıca, N,n-diethylacetamide %20.40, Oxalic acid %5.59 olarak saptanmıştır. Palmitic acid (%11.96) ise en fazla miktara sahip olan yağ asidi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Hidrofilik ekstraktiflere ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşenin adı	Miktar
β -l-arabinopyranose	0.11
Ribose	0.05
Glucofuranoside	0.32
β -d-galactofuranose	0.22
Fructose	0.20
β -d-glucopyranose	0.20
α -d-mannopyranose	11.10
α -d-glucopyranoside	0.24
D-galactose	0.18
Glucopyranose	9.43
Sucrose	9.48
D-turanose	0.26
Heptanol	1.35
Ethylene glycol	2.34
Propylene glycol	0.25
N-ethylacetamide	1.66
2-methyl-4-keto-pentan-2-ol	25.99
2-3-butandiol	0.58
2-penten-2,4-diol	0.48
Glycerol	2.52
D-glucitol	5.36
Lactic acid	0.28
Caproic acid	0.25
Butyric acid	0.10
Pyroglutamic acid	0.19
2,3,5-tri-o-arabino-1,5-lactone	0.19
2-keto-d-gluconic acid	8.64
Acrylic acid	0.61
Benzoic acid	9.51
6-7-dihydroxycoumarin	0.93
N,n-diethylacetamide	0.85
Silanamine	0.38
1-oxo-1,3-bis propane	0.22
Inositol	0.16
Myo-inositol	2.80
Silane	1.86
Ethylene glycol	0.09
Ethyl 3-t-butylmethylsiloxyl	0.13
Tetrasiloxane	0.11
Silicone grease	0.07
Tert-butyl-z-3-2-decenate	0.11

Çizelge 3. Lipofilik ekstraktiflere ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşenin Adı	Miktar
N,n-diethylacetamide	20.40
Oxalic acid	5.59
Palmitic acid	11.96
Linoleic acid	1.99
Trans-9-octadecenoic acid	4.38
Tert-butyl-2-decenoate	1.35
N-ethylacetamide	39.03
Heptamethylheptane	1.27
Hexadecane	1.76
Tetradecane	4.85
Pentadecane	2.45
Buthyl phthalate	2.31
Dicyclooctene	2.69

Gül odununun kimyasal yapısı bu çalışma ile ilk kez ortaya konmuş ve bu bakımdan literatürle tartışılmamıştır. Ancak gül odununun bulunduğu gül bahçesinin yaklaşık 20 yıl önce ekim ve dikimi yapılmasından dolayı gül bitkisinin 20 yaşında olduğu kabul edilmiş ve bu bakımdan çok yıllık bitkilerle, özellikle ağaçlarla karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra gül bitkisinin genel görünüşü itibarıyla çalı formunda olması çalışmadan elde edilen sonuçların endüstriyel açıdan önemli çalı formundaki ağaçlar ve yıllık bitkilerle de karşılaştırılmasını önemli hale getirmiştir.

Keskin vd. 2018 tarafından kızılçık odunu üzerinde yapılan çalışmada holoselüloz miktarı %72.27, α -selüloz miktarı %43.24 ve lignin miktarı %16.32 olarak bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada, %1'lik NaOH çözünürlüğü ve sıcak su çözünürlüğü miktarları ise sırasıyla %18.30 ve %6.40 olarak tespit edilmiştir. Özgül (2014) ise fındık odununda holoselüloz miktarını %82.07, α -selüloz miktarını %41.33 lignin miktarını ise %15.89 olarak belirlemiştir. Bunun yanı sıra %1'lik NaOH çözünürlüğü %18.48, sıcak su çözünürlüğü %3.70 olarak tespit edilmiştir. Gül odunu holoselüloz miktarının fındık odununa yakın değerlere sahip olduğu gözlenirken kızılçık odunundan daha fazla oranda olduğu görülmektedir. Her iki bitki türü ile gül odunu α -selüloz miktarı birbirine yakın, lignin miktarının diğer türlere kıyasla %5 daha fazla olduğu saptanmıştır.

Endüstriyel açıdan önemli ölçüde yararlanılan türlerden tütün sapı (Tank vd., 1985), ayçiçek sapı (Bostancı, 1980), pamuk sapı (Akgül ve Tozluoğlu, 2009), mısır sapı (Akgül vd., 2010), buğday sapı (Akgül, 1997), ısırgan sapı (Akgül vd., 2011) ve göl kamışı (Kırcı, 1996) üzerinde günümüze kadar yapılan oldukça fazla çalışma literatürde mevcuttur. Gül odunu holoselüloz ve lignin miktarının bu bitki türleri arasında en yüksek miktara sahip olduğu ancak α -selüloz miktarının pamuk (%41.60) ve buğday sapına (%41.10) daha yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Lignin miktarı bakımından ise mısır sapı ile aynı (%20.02) ve diğer türlerden daha yüksek miktardadır.

3.2 Lif özellikleri

Maserasyon yöntemine göre serbest hale getirilen gül (*Rosa damascena* Mill.) odunu liflerinde rastgele seçilmiş örneklerden lif uzunluğu, lif genişliği ve lümen genişliği belirlemek için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümler ve gül odunu lifleri elde edildikten sonra lif özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan hesaplamalar Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. Gül odunu lif boyutları ve özellikleri

Yapılan ölçüm ve hesaplamalar	Tekrar sayısı	Ortalama	Standart Sapma
Lif uzunluğu (µm)	200	567.23	196.64
Lif Genişliği (µm)	100	1545.75	3.27
Lümen Genişliği (µm)	100	5.79	2.59
Keçeleşme oranı		36.70	
Rijidite Değeri		10.50	
Runkel oranı		0.56	
Elastikiyet katsayısı		37.50	
F Faktörü		349.73	

Doğal maddelerin lif boyutları ve bu liflerden üretilmiş değerler (Runkel oranı, keçeleme oranı ve esneklik katsayısı vb.) kağıt ve kağıt hamuru üretimi amacıyla önceden bilgi sahibi olmamızı sağlamakta ve teknik olarak bu özellikler önemli roller üstlenmektedir (Ashari, 2006; Caparrós vd., 2008; Ashari ve Nourbakhsh 2009).

Kağıt yapımında uzun lifli ve kısa lifli terimleri, liflerin kağıdın sağlamlığı hakkında etkisi olmasından dolayı, sıkça kullanılmaktadır. Keçeleme oranının 70'in üzerinde olan ağaçlardan elde edilen kağıtlarda kağıdın direnç özelliklerinin arttığı bilinmektedir. Keçeleme oranının 70'in altına düşmesi ile kağıdın direnç özelliklerinde azalma meydana gelir ancak bu oran 70'in çok üzerinde olduğu taktirde topaklanmaya da neden olabilmektedir. Gül odunundan elde edilecek kağıtlarda direnç özelliklerinin düşük olacağı öngörülmektedir. Rijidite değeri hücre çeperinin kalınlığı ile ilgilidir ve bu değer yüksek olması kağıdın direnç özelliklerini düşürmektedir. Runkel oranının 1 den küçük olduğu görülmektedir. Bu açıdan gül odunu lifleri ince çeperli lifler sınıfına girmektedir. Runkel oranı, yapılacak olan kağıdın yırtılma, patlama ve kopma uzunluğu gibi fiziksel direnç özelliklerini tanımlamada etkilidir. Elastikiyet katsayısı göz önüne alındığında gül odunu lifleri rijit lifler olarak sınıflandırılan gruba girmektedir (Kırcı, 2000).

4. Sonuçlar

Türkiye'de Isparta ilinde doğal olarak yetişen gül bitkisi odununun kimyasal yapısı ve lif özellikleri bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Gül odunun kimyasal yapısı araştırılmayan bir konu olup herhangi bir literatür bilgisine rastlanılmamıştır. Yapılan bu çalışma ile kimyasal yapı açığa çıkarılarak bir literatür oluşturulmaya çalışılmış, gül odunun farklı alanlarda kullanımının belirlenmesi amacıyla bir kaynak ortaya konmuştur.

Benzer özelliklerdeki ağaç türleri, yıllık odunsu bitkiler ve iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türleri arasında yapılan karşılaştırmalarda gül odununda tespit edilen ve kâğıt endüstrisinin ham maddesi olan holoselüloz miktarı yüksek çıkmıştır. Ayrıca odun lifleri runkel sınıflandırmasına göre, ince çeperli lifler grubuna giren gül odunun kâğıt üretiminde kâğıdın yırtılma, patlama ve kopma uzunluğu gibi fiziksel özelliklerinin iyi sonuç vermesi nedeniyle özellikle kâğıt üretim tesislerinde ham madde olarak kullanımı mümkün görülmektedir. Böylelikle gül çiçeklerinin kozmetik ve eczacılık endüstrisinde kullanılması yanı sıra odunsu kısmının da farklı üretim alanlarında kullanılarak endüstriye katma değer oluşturacağı düşünülmektedir. Bu sayede genellikle süs bitkisi olarak, peyzaj düzenlemelerinde ve kozmetik endüstrisinde kullanılan gülün, odunu da işlenerek uygun endüstri alanlarında değerlendirilip bir atık madde

olmaktan kurtulması hedeflenecektir. Daha detaylı çalışmalar yapılması suretiyle özellikle gül odununun farklı alanlarda kullanımı teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

- Akgül, M., 1997. Buğday (*Triticumaestivum* L.) saplarından organosolv yöntemle kağıt hamuru üretim koşullarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, Trabzon.
- Akgül, M., Güler, C., Çöpür, Y., 2010. Certain physical and mechanical properties of medium density fiber boards manufactured from blends of corn stalks and Pine (*Pinus nigra*) wood. Turk j. Agric. for., doi: 10.3906/tar-0902-26, 34: 197-206.
- Akgül, M., Tozluoğlu, A., 2009. A comparison of soda and soda-AQ pulps from cotton stalks. African Journal of Biotechnology, 8(22): 6127- 6133.
- Akgül, M., Tutuş, A., Kırtay, F., Bayraktar, S., Ayata, Ü., 2011. Isırgan otu (*Urtica dioica* L.) saplarının kimyasal analizi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, s. 85-88.
- Ashari, A., 2006. Pulp and paper from kenaf bast fibres. Fibers polymer journal, 7(1):26-29.
- Ashari, A., Nourbakhsh, A., 2009. Studies on Iranian cultivated pauwlonia- a potential source of fibrous raw material for paper industry. European Journal of Wood and Wood Products, 67: 323-327.
- Boskabady, M.H., Shafei, M.N., Saberi, Z., Amini, S., 2011. Pharmacological effects of *Rosa damascena*. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 14(4): 295-307.
- Bostancı, Ş., 1980. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) sap ve köklerinin kağıt endüstrisinde değerlendirme olanakları. Doçentlik Tezi, KTÜ 159s. (Basılmamıştır), Trabzon.
- Caparrós, S., Díaz, M.J., Ariza, J., Lóez, F., Jiménez, F., 2008. New perspectives for *Pauwlonia fortunei* L. valorisation of the autohydrolysis and pulping process. Bioresource Technology, 99(4):741-749.
- Dilmen, R., Göktürk Baydar, N., 2016. Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nde doku kültürü uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11(2): 134-141, 2016 ISSN 1304-9984.
- Göktürk Baydar, N., Baydar, H., 2013. Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts. Industrial Crops and Products, 41:375-380.
- Guterman, I., Shalit, M., Menda, N., Piestun, D., Yelin, M.D., Shalev, G., Bar, E., Davydov, O., Ovadis, M., Emanuel, M., Wang, J., Adam, Z., Pichersky, E., Lewinsohn, E., Zamir, D., Vainstein, A., Weiss, D., 2002. Rose Scent: Genomics approach to discovering novel floral fragrance- related genes. The Plant Cell., 14, 2325-2338.
- Jabbarzadeh, Z., Khosh-Khui, M., 2005. Factors affecting tissue culture of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.). Scientia Horticulturae, 105: 475-482.
- Keskin, H., Aksoy, H., Gencer, A., Tümen, İ., 2018. Yabani kızılçık odununun (*Cornus australis* L.) bazı kimyasal özellikleri. El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(1): 251-258.

- Kırcı, H., 1996. Soda-oksijen yöntemiyle göl kamışından (*Phragmites communis* L.) kağıt hamuru üretim koşullarının belirlenmesi. Doçentlik Tezi, KTU, Orman Fak.,85s.
- Kırcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No:63, Trabzon.
- Korkmaz, M., Özçelik, H., Kandermir, A., İlhan, V., 2013. Erzincan ve çevresinde yayılış gösteren doğal gül (*Rosa* L.) taksonları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1): 49-59.
- Kürkçüoğlu, M., 1988. Türk gül yağının üretimi ve analizi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kürkçüoğlu, M., Başer, H.C., 2003. Studies on Turkish rose concrete, absolute and hydrosol. Chemistry of Natural Compounds, 39(5): 457-464.
- Örmeci Kart, M., İkiz, M., Demircan, V., 2012. Türkiye'de yağ gülü (*Rosa damascena*) üretimi ve ticaretinin gelişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1), 124-134.
- Özgül, U., 2014. Adı fındık (*Corylus avellana* L.) odununun kağıt hamuru üretimine uygunluğu. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.
- Rowell, R.M., Pettersen, R., Han, J.S., Rowell, J.S., Tshabalala, M.A., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press, Boca Raton, London, New York.
- Senapati, S.K., Rout, G.R., 2008. Study of culture conditions for improved micropropagation of hybrid rose. Hort. Sci. (Prague), 35(1): 27-34.
- Shafei, M.N., Rakhshandah, H., Boskabady, M.H., 2003. Antitussive Effect of *Rosa damascena* in Guinea Pigs. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 2: 231-234.
- Tank, T., Bostancı, Ş., Eroğlu, H., Enercan, S., 1985. Tütün saplarının kağıt yapımında değerlendirilmesi. Doğa Bilim Dergisi, D2, 9, 3.
- Tucker, A.O., Maciarello, M., 1988. Nomenclature and chemistry of Kazanlak Damask Rose and some potential alternatives from the horticultural trade of North America and Europe. In: Flavors and Fragrances: A World Perspective. Elsevier, Amsterdam, pp. 99-104.
- Wise, L.E., John, E.C., 1952. Wood Chemistry. 2nd Edition Vol 1-2, Reinhold Publication Co, New York, U.S.A.
- Wise, L.E., Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology. McGraw Hill Book Co., New York.

Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi

Ayten Erol Görür^{a,*} , Canan Karadeniz^b

Özet: Bir havzanın topoğrafik ve drenaj ağı özellikleri, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak bakımından ele alınan havza yönetimi planlarında önemli bir yere sahiptir. Havza Yönetimi kapsamında ele alınan çalışma ve uygulamaların ilk aşamalarından birisi havza etütleridir. Morfometrik parametrelerin analizi, arazi etütlerine başlamadan önce alanın hidrolojik, topoğrafik ve jeolojik durumu hakkında bilgilenmemize önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada, Eğirdir Gölü havzasının morfometrik parametreleri Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı yardımıyla sayısal yükseklik modeli verileri kullanılarak sayısal olarak elde edilmiştir. Havza alanı 345850 km², havzanın çevre uzunluğu ise 375 km'dir. Morfometrik değerler; dere sırası (1., 2., 3., 4., 5. ve 6. derece), dere sayısı (2449 adet), dere uzunluğu (41742 km), form faktörü (0.47) ve şekil faktörü (2.13), dairesellik oranı (0.31), uzama oranı (0.32), kompaktlık katsayısı (2.18), drenaj yoğunluğu (1.21 km/km²), dere sıklığı (0.82 adet/km²), çatallanma oranı (4.63), drenaj tekstürü (6.54 adet/km) ve infiltrasyon değeri (4.56)'dir. Elde edilen bu değerler, havza hidrolojisi bakımından analiz edilmiştir. Havzanın şekli ve jeolojik yapısı havza hidrolojisi üzerinde etkili olmuştur.

Anahtar kelimeler: Morfometri, Havza, Eğirdir Gölü

Evaluation of morphometric parameters for watershed hydrology

Abstract: The topographical and drainage network characteristics of a watershed have an important role in the watershed management plans that designed to ensure the sustainability of water resources. One of the first phase of the studies and practices discussed within the scope of watershed management is the surveys. Analysis of morphometric parameters makes a significant contribution to informing about the hydrological status of the area before starting the land surveys. In this study, numerical values of morphometric properties of Lake Eğirdir watershed were obtained by using Geographical Information Systems software. These values are stream order (1th, 2th, 3th, 4th, 5th, 6th order), number of streams (2449 number) and length of streams (41742 km), form factor factor (0.47), shape factor (2.13), circularity ratio (0.31), elongation rate (0.32), compactness coefficient (2.18), drainage density (1.21 km/km²) and stream frequency (0.82 number/km²), bifurcation rate (4.63), drainage texture (6.54 number/km) and infiltration value (4.56). Total area of watershed is 345850 sq. km and watershed perimeter is 375 km. These values were analyzed for watershed hydrology. The shape and geological formation of the watershed were effective on watershed hydrology.

Keywords: Morphometry, Watershed, Lake Eğirdir

1. Giriş

Artan nüfus karşısında toprak, su ve bitki örtüsü gibi doğal kaynaklar üzerindeki baskılar da artmıştır. Bu durum, bu kaynakların miktar ve kalite bakımından bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle doğal kaynakların uygun şekilde planlanması, geliştirilmesi ve korunması gerekmektedir. Morfometri, yeryüzü yüzey şeklinin ve boyutunun ölçülmesini sağlayan matematiksel bir analiz yöntemidir (Agarwal, 1998; Reddy vd., 2002). Bu yöntemle yapılan çalışmalar, esas olarak, akımların çeşitli özelliklerinin ölçülmesini ve değerlendirilmesini içerirler. Nitekim, dünyanın farklı bölgelerinde, birçok nehir havzası ve alt havzasının drenaj durumlarını açıklayan özellikleri morfometrik yöntemlerle incelenmiştir (Horton, 1945; Strahler, 1957, 1964; Krishnamurthy vd., 1996). Bu çalışmalar hem arazi yüzey oluşumu, hem de yüzey drenaj ağlarının oluşum ve davranışını araştırmak için geliştirilmiş sayısal fizyografik yöntemlerdir (Horton, 1945; Strahler,

1957, 1964; Krishnamurthy vd., 1996; Pidwirny, 2006; Melelli vd., 2014). Drenaj ağı parametrelerinin analizi; derelerin çeşitli derecelerde sıralanması, havza alanı, havza çevresi, drenaj kanallarının uzunluğu, drenaj yoğunluğu, drenaj sıklığı, drenaj ağının çatallanma oranı, drenaj tekstürü ve uzama oranı gibi havza özelliklerinin sayısallaştırılmasını (Kumar vd., 2000) kapsamaktadır. Ayrıca, jeomorfolojide yüzey drenaj ağlarının değişimini ve davranışını tanımlamak için de sayısal fizyografik yöntemler geliştirilmiştir (Leopold ve Maddock, 1953; Abrahams, 1984). Bu yöntemlerde, havza şeklinin matematiksel analizi olan morfometrisi ve yer şekillerinin boyutları yer almaktadır (Agarwal, 1998). Morfometrik analiz, havzanın hem doğrusal ve alansal hem de topoğrafik özelliklerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar, toprak ve su kaynaklarının korunmasını sağlayan çalışmalarda kolaylık sağlamaktadır. Havza yönetim planlamalarında yer verilmesi gereken bu değerlendirmeler, havza topoğrafyası

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, 32260 Isparta

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 32260, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): aytenrol@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 31.10.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 18.12.2018



Citation (Atf): Erol Görür, A., Karadeniz, C., 2018. Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 447-454. DOI: [10.18182/tjf.476776](https://doi.org/10.18182/tjf.476776)

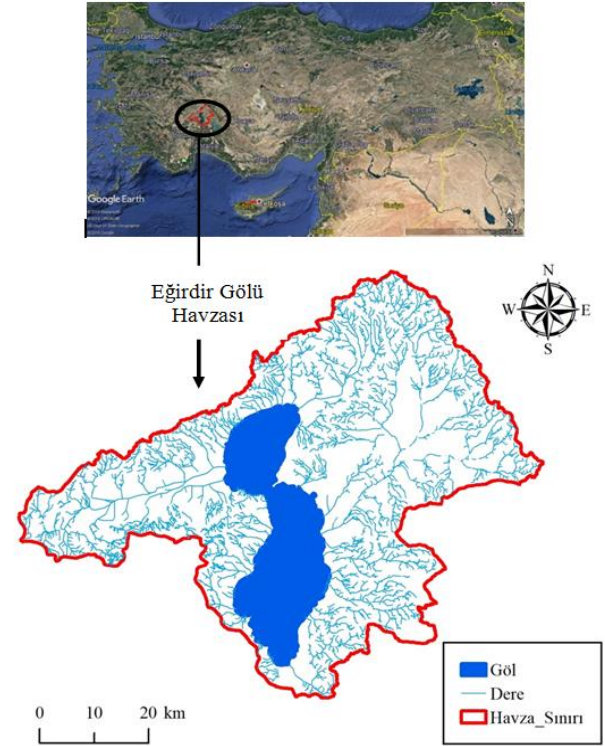
ve drenaj ağı özelliklerinin ölçülmesi bakımından yararlıdır. Nitekim havza süreçleri, jeomorfik ve hidrolojik süreçler olarak ele alınırlar. Bu süreçler, arazi yüzeyinin oluşumu ve gelişimi ile ilgili bilgileri de ortaya koymaktadır (Singh, 1992; Dar vd., 2013). Daha da önemlisi, bir havzanın morfometrik analizi yapıldığı takdirde toprak ve su kaynaklarının yönetimi ile ilgili zorlukların ve havza yönetim planlarının taşıyacağı risklerin azaltılabileceği (Martins ve Gadiga, 2015) kabul edilmektedir. Bu nedenle, morfometrik analizin havza ile ilgili klavuz niteliğinde bir çalışma ve havza yönetimi için en uygun yöntem olduğu da (Reddy vd., 2004; Latief vd., 2015; Farhan vd., 2016) ifade edilmektedir.

Bu çalışmada, göller bölgesindeki, en büyük sulama ve içme suyu kaynaklarından biri olan Eğirdir Gölü havzasının morfometrik özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nden yararlanılmış ve her bir parametre için sayısal değerler elde edilmiştir. Hesaplanan morfometrik özellikler, Eğirdir Gölü havzasının hidrolojik özelliklerini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı ve özellikleri

Eğirdir Gölü havzası, Isparta ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Isparta ilinin kuzey-kuzeydoğu sınırını oluşturan göl havzası; 5 ilçe merkezi, 17 belde ve 59 köyden oluşan toplam 81 yerleşim birimini kapsamaktadır. Çalışma alanının, 48436 ha'ı Eğirdir Gölü'nün yüzey alanı olup, toplam alanı 345850 ha'dır. Havza alanı, 37° 45'-38° 30' kuzey enlemleri ve 30°15'-31°30' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Havzanın çevre uzunluğu 374,7 km, deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 930 m ve araştırma alanının en yüksek noktası 2750 m' dir. Eğirdir Gölü havzası, İç Anadolu Bölgesi karasal iklimi ile Akdeniz Bölgesi ılıman iklimi arasındaki geçiş kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bölge yağış ve sıcaklık özellikleri nedeniyle karasal bölge iklimine daha yakındır (Başyigit, 2002). Toplam havza alanının %75.08'i %0-30'luk eğim grubunda (düz, eğimli ve kısmen dik) ve bunun da %45.98'inin düz ve kuzey bakılarda yer aldığı görülmektedir. Aynı şekilde, toplam havza alanının %24.92'sinin %30-80 olan eğim grubunda (çok dik) olduğu ve bunun da %35.31'inin ağırlıklı olarak güney bakıda (Çizelge 1) yer aldığı görülmektedir.



Şekil 1. Eğirdir Gölü havzasının coğrafi konumu

Havza alanının % 25.19'luk kısmı 915-1000 m yükselti aralığında olup, gölün alanı bu kısımda kalmaktadır. % 51.27'lik kısmı ise 1000-1500 m yükselti aralığında olup, yerleşim yerleri ve tarım arazilerinden oluşmaktadır. % 23.43'lük kısmı 1500-2600 m yükselti aralığındaki alanlar orman ve meyve bahçelerinden oluşmaktadır. % 0.11'i ise 2600-2700 m yükselti aralığındadır. Bu alanlar, sarp ve dik kayalıklardan oluşmaktadır. Toplam alanının 54.71 km²'si göl alanıdır. Havzanın %41.44'ü, düz ve düze yakın eğim (%0-10 eğim) sınıfındaki arazilerden oluşmaktadır. Bu alan göl ve çevresindeki yerleşim yerleri ve tarım alanlarından oluşmaktadır. Toplam alanın %33.54' ü hafif ve orta derecede ve kalan %24.92'lik kısmı ise eğimin dik ve sarp olduğu alanlardan (Çizelge 1) oluşmaktadır.

Araştırma alanı yıllık ortalama yağışın 564.3 mm, yıl içindeki en fazla yağışın Ağustos (86.5 mm), en az yağışın Aralık (12.1 mm) aylarında, en yüksek yıllık sıcaklık ortalaması ise 42.3 ile Temmuz ayında (Anonim, 2018).

Çizelge 1. Eğirdir Gölü havzasının eğim ve bakı dağılımı

Dere sırası	Eğim sınıfı (%)	Alan (Ha)	Alan (%)	Bakı sınıfı	Alan (Ha)	Alan (%)
1	0-5	107932	31.21	Düz	70873	20.49
2	5-10	35348	10.23	Kuzey	31004	8.96
3	10-15	32957	9.54	Kuzey doğu	28007	8.10
4	15-30	83354	24.10	Doğu	29144	8.43
5	30-50	61963	17.90	Güney doğu	42063	12.16
6	50-80	22077	6.38	Güney	41811	12.09
7	>80	2219	0.64	Güney batı	38239	11.06
	Toplam	345850	100	Batı	31944	9.24
				Kuzey batı	32766	9.47
				Toplam	345850	100

Havza alanının doğal bitki örtüsü kurak iklimlere adapte olmuş otsu bitkiler, çalı-orman karışımı doğal örtüler, yüksek alanlarda çam türleri, maki ve meralardır. Orman örtüsü ise meşe türleri ve ardıçlardan oluşmaktadır. Makilikler ve bozulmuş orman örtüsü olarak boz ardıç (*Juniperus exelsa* Bieb.) ve pırnal meşesi (*Quercus aucheri* Jaub.) alanda görülen egemen türlerdir. Kuru tarım alanlarında baklagil tarımı yapılmakta, sulanan alanlarda ise yoğun elma tarımı yapılmakta, yağ gülü ve bazı sebze türleri yetiştirilmektedir (Başyigit, 2002).

Havza ve çevresinde, mevcut bitki türlerini belirlemek amacıyla yürütülen bazı bilimsel çalışmalarda; Kızıldağ'da (Şarkikaraağaç) 776, Aksu ilçesinde 658, Davraz dağında 415 adet bitki türü tespit edilmiştir. Havzada bulunan Sedir (*Cedrus libani* A. Richard), Ardıç (*Juniperus communis* L.), Kasnak Meşesi, Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.) ve bazı Meşe türleri orman örtüsünü oluşturmaktadır (Erik ve Mutlu, 1997). Havza alanı; alüviyal, tuzlu alkali alüviyal ve hidromorfik alüviyal, kolüviyal, kahverengi orman ve kireçsiz kahverengi orman, kestane rengi, kırmızı Akdeniz ve kırmızımsı kahverengi Akdeniz ve nehir taşkını topraklardan ve çıplak kayalıklardan oluşmaktadır. Göl havzasının batı kısmı üst kratese flişlerinden, güney doğusu Ofiolitli mesozoiklerden oluşurken, kuzey batı yamaçları lokal olarak dağılmış tuf ve eosen fliş formundaki anakayadan oluşmaktadır (Başyigit, 2002).

2.2. Morfometrik analiz ve değerlendirilen parametreler

Havzaların morfometrik özelliklerinin sayısal analizi, toprak ve su kaynaklarının korunarak kullanılması ilkesinin önemli önceliklerinden birisidir. Bu yöntem, havzaların önemli bir yönü olan drenaj sisteminin de sayısal olarak tanımlanmasını sağlar (Strahler, 1957; Strahler, 1964; Nag

ve Chakraborty, 2003). Böylece, sistem daha kolay anlaşılabilir ve sistemin değişik etkilere karşı vereceği tepkiler de en uygun şekilde analiz edilebilmektedir. Bu analizlerin yapılması, havzaların topografik ve hidrolojik süreçleri arasındaki ilişkilerini etkileyen faktörlerin doğru olarak değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Nag ve Chakraborty, 2003; Erol ve İlhan, 2011).

Eğirdir Gölü havzası 37 adet 1:25.000' lik topografik paftadan oluşmaktadır. Bu paftalar, Harita Genel Komutanlığı'ndan sayısal formatta (vektör) temin edilmiş ve ARCGIS 10.2 yazılımı ile coğrafi veri tabanına kaydedilerek düzenlenmiştir. Sayısal arazi modeli oluşturmak amacıyla CBS yazılımının ilgili modülleri kullanılmış ve sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Çalışmada havzanın morfometrik parametreleri, 1:25.000'lik topografik haritalar ve DEM (Sayısal Yükseklik Modeli) verileri kullanılarak üretilmiştir. Dere katmanı içinde (derenin ismi, dere sınıfı vb.) öz nitelik bilgileri girilerek topolojisi kurulmuştur. Dere katmanı ve sayısal yükseklik modeli kullanılarak alt havzaların sınırları oluşturulmuştur. Böylece, konumsal analizlerin yapabileceği veri tabanı elde edilmiştir (Çizelge 2).

Sayısal yükseklik modeli ve coğrafi veri tabanındaki eşyükselti, bakı, eğim, havza alanı dere uzunluğu ve sırası gibi katmanlardan yararlanılarak Eğirdir Gölü havzasının morfometrik parametrelerinin sayısal değerleri elde edilmiştir. Bunun için basit eşitlikler kullanılmıştır (Çizelge 2). Bu parametreler dere sırası, sayısı ve uzunluğu, form faktörü ve şekil faktörü, dairesellik oranı, uzama oranı, kompaktlık katsayısı, drenaj yoğunluğu ve dere sıklığı, çatallanma oranı, drenaj tekstürü ve infiltrasyon değeridir. Bu değerler yardımıyla, havzanın jeomorfolojik ve hidrolojik özelliklerini anlamak ve akış durumunu değerlendirmek mümkün olmuştur.

Çizelge 2. Eğirdir Gölü havzasının morfometrik parametreleri ve sayısal değerleri

Morfometrik Parametre	Formül	Referans	Sonuç
Havza alanı			345850 km ²
Havza çevresi			375 km
Dere sırası ve sayısı	Hiyerarşik düzenleme	Strahler, 1964	1. derece 1849 2. derece 456 3. derece 111 4. derece 25 5. derece 7 6. derece 1 Toplam 2449 dere
Dere Uzunluğu	L_u	Horton, 1945	41742 km
Form Faktörü (R_f)	$R_f = A/L_u^2$	Horton, 1945	0.47
Şekil Faktörü (R_s)	$R_s = P_u/P_c$	Sameena vd., 2009	2.13
Dairesellik Oranı (R_c)	$R_c = 4\pi * A/P^2$	Strahler, 1964	0.31
Uzama Oranı (R_e)	$R_e = (2/L_u) * (A/\pi)^{0.5}$	Strahler, 1964	0.32
Kompaktlık Katsayısı (C_c)	$C_c = 0,2821P/A^{0.5}$	Sreedevi vd., 2013	2.18
Çatallanma Oranı (R_b)	$R_b = N_u/N_{(u+1)}$	Sreedevi, 2013	4.63
Drenaj yoğunluğu	$D = L_u/A$	Horton, 1932	1.21 km/km ²
Dere sıklığı	$F_s = N_u/A$	Horton, 1932	0.82 adet/km ²
Drenaj tekstürü	$R_t = N_u/P$	Horton, 1945	6.54 adet/km
Infiltrasyon değeri	$D * F_s$	Ali ve Khan, 2013	4.56

R_f = form faktörü, A = havzanın alanı (km²), L_u = havzanın uzunluğu, R_s = şekil faktörü, P_u = havzanın alanıyla aynı alana sahip çemberin çevresi, P_c = havzanın çevresi, R_c = dairesellik oranı, P = havzanın çevresi, R_e = uzama oranı, C_c = kompaktlık katsayısı, P = havzanın çevresi, R_b = çatallanma oranı, N_u = toplam dere sayısı, $N_{(u+1)}$ = Bir sonraki üst dere sayısı, D = Drenaj yoğunluğu

3. Bulgular ve tartışma

Bölge için önemli bir su kaynağı olan Eğirdir Gölü havzasına ait morfometrik özellikler, havzanın topografik ve drenaj ağı özelliklerini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Eğirdir Gölü'nün büyük kısmı güney bakıda yer almaktadır. Bu kısımda eğim yönleri göle doğru olmakla birlikte göl havzasının kuzeydoğusunda farklı eğim yönlerinin içinde girişlerin bulunduğu geniş alanlar yer almaktadır. Kısacası, Eğirdir Gölü havzasının bakışı; göl alanının da içinde yer aldığı düz alan ile havzanın çevresindeki güney, güney batı, güney doğu ve kuzey batı yönleridir.

Sayılaştırılan parametrelerden dere sırası, dere sayısı, dere uzunluğu, çatalanma oranı değerleri, havzanın doğrusal boyutunu ve drenaj sisteminin topografyayla ilişkisini göstermektedir (Ali ve Khan, 2013; Rai vd., 2018). Dere sıklığı, drenaj tekstürü, dairesellik oranı gibi parametreler ise havzanın alansal boyutunu gösteren değerlerdir (Ali ve Khan, 2013). Havzaların drenaj dağılım tipi, çeşitli etkenlere bağlı kalarak değişikliklere uğramakta ve belirli nitelikler kazanmaktadır (Gregory ve Walling, 1976). Eğirdir Gölü havzası, ülkemizde yayın olarak bulunan dendritic drenaj tipine sahiptir.

3.1. Dere sırası, sayısı ve uzunluğu

Dere sırası ve sayısı akarsu derelerindeki hiyerarşik sıralamayı ifade eder. Bu parametreleri sayılaştırmak amacıyla, CBS yardımıyla, havzanın drenaj kolları belirlenmiş ve dere sırası numaraları verildikten sonra belirlenen her bir derece için dere sayıları elde edilmiştir.

Eğirdir Gölü havzasında dere sayıları 1. derece için 1849 adet (%75.50), 2. derece için 456 adet (%18.62), 3. derece için 111 adet (%4.53), 4. derece için 25 adet (%1.02), 5. derece için 7 adet (%0.29) ve 6. derece için 1 adet (%0.04)'tür. Havza alanı içindeki oranıyla en büyük paya sahip olan dere sırası 1, en düşük paya sahip olan dereler ise 6. derecedeki derelerdir (Çizelge 2). Morfometrik analiz için belirlenen parametreleri olan dere sayısı ve sırasındaki izlenen temel kural, toplam dere sırası artarken toplam dere sayısının azalmasıdır. Benzer şekilde, dere kollarının toplam uzunluğu, dere sırası arttıkça azalmakta ve birinci dereceden derelerde maksimum olmaktadır (Horton, 1945; Strahler, 1964; Farhan vd., 2017; Rai vd., 2018). Eğirdir Gölü havzasında 6.dereceye kadar yükselen toplam 2449 adet kuru ve sulu dere bulunmakta ve toplam uzunlukları 41742 km'yi bulmaktadır. Dere sayısı ve sırasındaki değişim büyük ölçüde havza alanının jeolojik yapısı ve morfolojik özellikleri ile ilgili (Farhan vd., 2016; Kuntamalla vd., 2018) olup, havza büyüklüğüne ilişkin bilgi vermektedir. Benzer şekilde, alanın fizyografik ve yapısal özellikleri de dere sırası ve sayısına etki eden önemli faktörlerdir (Rai vd., 2018). Dere sırası artarken, dere sıklığında (0.82) bir azalma olmakta ve maksimum frekans 1. derecedeki dere sırasının olduğu durumu teşkil etmektedir (Rai vd., 2018). Derelerin sıra derecesi arttıkça havza şeklinin yuvarlak geometrik bir şekle yakın olduğu da (Farhan vd., 2016) belirtilmektedir. Derelerdeki değişim; akımın yüksek rakımlardan oluşması, anakaya özelliklerindeki değişimlerden ve orta derecedeki dik yamaçlardan kaynaklandığını (Strahler, 1964) göstermektedir.

Dere uzunluğu, havza hidrolojisinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir parametredir. Bu değer, havzadaki kayaç oluşumlarının permeabilitesi hakkında genel bir fikir verir. Daha da önemlisi, art arda gelen dere sıralarının olması durumu, drenaj kolları altındaki kaya yüzeylerinin hidrolojik özelliklerinde önemli değişikliklerin olduğunu (Rai vd., 2018) göstermektedir. Eğirdir Gölü havzasının ardışık dere durumunda olması, dere sayısının arttığını ve dere uzunluğu oranının artan bir eğilimde olduğunu göstermektedir. Dere uzunluğu oranının bir dere sırasından diğerine değişimi ise jeolojik gelişimin son gençlik evresinde olduğu anlamına gelmektedir (Singh vd., 2014; Rai vd., 2014). Küçük dere uzunlukları, daha büyük eğime sahip alanları ve daha ince tekstür özelliklerini ortaya koymaktadır. Dere uzunluğunun artması ise genellikle yamaç eğiminin çok dik olmadığına işaret etmektedir.

3.2. Form faktörü ve şekil faktörü

Havza şekli, yağışla toplanan suyun pik debilerini ve taşkın gibi hidrografik özelliklerini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Özhan, 2004). Bunun için bazı eşitlikler geliştirilmiştir. Bunlardan form faktörü; havza alanının havza uzunluğunun karesine bölünerek elde edilmekte, şekil faktörü ise havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranlanmasıyla bulunmaktadır. Her iki parametre de havza alanı ile uzunluğu arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Çizelge 2).

Havza şekli, suyun konsantrasyon zamanını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Form faktörünün düşük değerler (0'a yaklaşan) aldığı havzalar, dar ve uzun havzalar olarak nitelendirilmektedir. Bu tip havzalarda suyun toplanma süresi daha uzun olacağı için daha düşük akımlar oluşmaktadır (Horton, 1932). Yüksek form faktör değerine (1'e yaklaşan) sahip havzalar ise daha kısa veya orta uzunlukta, yani daireselliğe yaklaşan havzalar olarak nitelendirilir (Horton, 1932; Kutukcu vd., 2015). Şekli daireselle yakın olan havzalarda, toplanma zamanı kısa olacağından, kısa sürede yüksek akımlar oluşacaktır (Bishop ve Victoria, 2001; Kutukcu vd., 2015; Veeranna vd., 2017). Eğirdir Gölü havzasında form faktörü 0.47'dir. Bu değer 1'den küçük çıkması havza uzunluğunun, havza genişliğinden büyük olduğunu göstermektedir. Şekil faktörü ise 2.13'tür. Şekil faktörünün 1'den büyük bulunması da havzanın uzunlamasına bir şekli olduğunu göstermektedir. Yapılan bir araştırmada (Bishop ve Victoria, 2001), form faktörü 0.42 olan bir havzanın daha az uzunlamasına bir şeklinin olduğu ifade edilmektedir. Bu değerlendirme de şekli daireselle yakın olan bu havzada suyun toplanma zamanı daha kısa olacağından, kısa sürede yüksek akımlar oluşacaktır. Bu değerler gösteriyor ki, havzaya yağışla düşen suyun toplanma süresi daha uzun olacağından ani taşkın oluşma ihtimali de daha düşük olacaktır.

3.3. Dairesellik oranı

Havzaların şeklini saptamada kullanılan bir diğer parametre dairesellik oranıdır. Havza alanının havza çevresine eşit çevreye sahip bir dairenin alanına oranı ile hesaplanan (Özhan, 2004) bu değer araştırma havzası için 0.31 bulunmuştur (Çizelge 2). Jeolojik yapı bakımından homojenlik gösteren küçük havzalarda bu oranın 0.6-0.7 arasında değiştiği, buna karşılık, heterojen bir jeolojik

yapıya sahip olan havzalarda bu oranın daha uzun bir havza şeklini temsil ettiği ve 0.4-0.5 arasında değiştiği (Hızal, 1984; Özhan, 2004) ifade edilmektedir. Eğirdir Gölü havzasının uzunluğu genişliğinden büyük olduğundan, jeolojik olarak, heterojen bir yapıya sahip ve daireselden uzaklaşan bir şeklinin olduğu söylenebilir.

3.4. Uzama oranı

Alanı havza alanına eşit bir dairenin çapının, havza uzunluğuna oranı ile bulunan bu değer 1'e eşit veya 1'den küçük olmaktadır (Özhan, 2004). Havza şeklinin dar veya geniş olduğunu gösteren bir parametredir. Çok değişik iklim ve jeolojik özellikler gösteren bölgelerde bu oranın 0.6-1.0 arasında değiştiği, 1 olmasının ise alçak topografyayı temsil ettiği, ancak 0.6-0.8 arasındaki değerlerin genellikle dik ve sarp bir topografik durumu gösterdikleri (Balci ve Özyuvacı, 1988) ifade edilmektedir. Benzer şekilde, uzama oranı 0.43-0.83 arasında olan havzaların yüksek topografik koşullara sahip oldukları ve dik eğimli oldukları (Panhalkar vd., 2012) belirtilmektedir. Eğirdir Gölü havzası için bu değer 0.32'dir (Çizelge 2). Araştırma havzasının çok dik ve sarp olmamakla birlikte, dağlık ve topografik açıdan dar bir havza olduğu söylenebilir.

3.5. Kompaktlık katsayısı

Havza çevresinin, havza alanına sahip bir dairenin çevresine oranı ile bulunan bu değer 1'e eşit veya 1'den büyüktür (Özhan, 2004). Araştırma havzası için bu değer 2.18 bulunmuştur (Çizelge 2). Havza şekli ile ilgili bir diğer parametre olan kompaktlık katsayısının değeri büyüdükçe havzanın şekli daireden uzaklaşmaktadır (Özhan, 2004; Çokoyoğlu, 2008). Nitekim Eğirdir Gölü havzasının şekli de daireden uzaklaşan, uzunlamasına bir durum göstermektedir.

Havza şeklini belirlemek amacıyla geliştirilen dere sırası, dere sayısı, dere uzunluğu, form faktörü, şekil faktörü, dairesellik oranı, uzama oranı ve kompaktlık katsayısı eşitlikleri, Eğirdir Gölü havzasının dairesellikten uzaklaşan bir şeklinin olduğunu göstermektedir. Havza şekli, sediment birikimi ve taşkın olaylarını değerlendirmek bakımından önemli bir parametredir.

3.6. Çatallanma oranı

Çatallanma oranı, bir havzadaki toplam dere sayısının bir üst derenin toplam sayısına oranı (Strahler, 1964) olup, herhangi bir sıradaki dere sayısının bir sonraki sıradaki dere sayısına oranını ifade etmek için kullanılır (Rai vd., 2018). Havzadaki her bir dere sayısı alındıktan sonra bu değerlerin ortalaması alınarak havzanın çatallanma oranı değeri bulunur.

Bu çalışmada, elde edilen çatallanma oranı değeri ile ortalama çatallanma oranı değeri ifade edilmektedir. Genel olarak, elde edilen çatallanma oranı değerleri; sabit bir sayı üzerinden değerlendirilmez, sonuçlar daha çok farklı havzaların değerleri karşılaştırılarak önem kazanır. Bu değer, Eğirdir Gölü Havzasında 4.63'tür (Çizelge 2). Bir havzadaki çatallanma oranı değeri düşük ise o havzadaki akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek, bu değer yüksek ise hidrograf daha düşük ve devamlı olabilmektedir (Strahler, 1964). Çatallanma oranı, 3-5 arasında bir değer aldığı havza jeolojisinin daha homojen bir yapı

gösterdiği belirtilmektedir (Chow, 1964; Verstappen, 1983; Ritter vd., 2002). Ancak, Eğirdir Gölü havzasında derelerin çatallanma oranının 1., 2. ve 3. dereceden derelerin yüksek değerler göstermesi nedeniyle homojen bir jeolojik yapıya sahip olduğu söylenemez. Nitekim, 1. ve 2. dereceden dere sırası bulunan havzaların çatallanma oranının, daha yüksek derecedeki (4., 5. ve 6. derece) derelerin çatallanma oranından daha yüksek belirtilirken, bu durumun aynı zamanda erozyonun bir göstergesi olduğu (Verstappen, 1983; Sreedevi vd., 2013; Magesh ve Chandrasekar, 2014) ifade edilmektedir. Bu parametre, taşkınların tespiti ve değerlendirmesinde akış hidrografının rolünü öne çıkarmaktadır (Chorley, 1969). Genel olarak, havzanın çatallanma oranı düşük olduğunda hidrograf keskin bir pik akış üretir. Bu durumda, alanın düşük bir havza verimine sahip olduğu, ancak çatallanma oranı yüksek olduğunda yayvan bir pik eğrisi verebildiği ve taşkın riskinin daha düşük olduğu (Agarwal, 1998) belirtilmektedir. Öte yandan, diğer bazı çalışmalarda (Nag, 1998; Strahler, 1964; Chandrasekar vd., 2015; Kabite ve Gessesse, 2018) havzanın çatallanma oranının 5'den küçük olması üç şekilde nitelendirilmiştir. Bunlar; 1) havzanın dirençli kayalara sahiptir, 2) dereler büyük ölçüde 1., 2. ve 3. dereceden dereceden derelerden oluşmaktadır, ve 3) homojen bir jeolojisi olduğu için erozyondan daha az etkilenir. Ancak, araştırmaya konu olan havzanın çatallanma oranı nispeten 5'den küçük olmasına rağmen jeolojik yapı bakımından heterojenlik göstermektedir. Bu durumda, Eğirdir Gölü havzasının erozyondan etkilenme düzeyinin çok düşük olmadığı söylenebilir. Nitekim dairesellik oranı da havzanın heterojen bir jeolojik yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

3.7. Drenaj yoğunluğu

Drenaj yoğunluğu, havza analizinin temel unsurlarından birisidir olup, diğer morfometrik unsurları ifade etmek için kullanılan önemli bir parametredir (Rai vd., 2018). Bu parametre, havzanın birim alanındaki dere uzunluğu olup (Horton, 1932, 1945; Strahler, 1952, Melton, 1957; Farhan vd., 2016), drenaj analizinin temel unsurlarından birini oluşturur (Rai vd., 2018). Diğer bir anlatımla, havzada bulunan bütün derelerin toplam uzunluğunun havzanın alanına bölünmesiyle elde edilmekte ve havzanın birim alanındaki (km²) dere uzunluğu (km) olarak ifade edilmektedir. Drenaj yoğunluğunun düşük olması, jeolojik yapının dayanıklı kayalardan oluştuğunu ve derelerin genç oluşumlu bir özellik taşıdıklarını göstermektedir (Özşahin, 2008). Araştırma havzasının drenaj yoğunluğu değeri 1.21 km/km² bulunmuştur (Çizelge 2). Bu değer düşük olması, jeolojik yapının dayanıklı kayalardan oluştuğunu ve derelerin genç oluşumlu bir özellik taşıdıklarını göstermektedir (Özşahin, 2008). Genel olarak, küçük drenaj yoğunluğu değerleri topografyanın alçak olduğu ve arazinin sık bir vejetasyonla kaplı bulunduğu havzalarda ve alt toprağın çok dayanıklı veya geçirgen olduğu bölgelerde görülmektedir. Buna karşılık büyük drenaj yoğunluğu değerleri, çoğunlukla, dağlık ve vejetasyonun seyrek olduğu ve alt toprağın da dayanıksız veya geçirgenliğinin az olduğu yerlerde görülmektedir (Hızal, 1984). Drenaj yoğunluğu, havzanın dereler tarafından parçalanmasının bir ölçüsü olarak da değerlendirildiğinden yüzeyel akışı kontrol eden faktörlerin (geçirgenlik, bitki örtüsünün seyreklik veya sıklığı, topografya ve iklim) etkisiyle havzadaki sediment ve su üretimini etkiler (Melton, 1957; Mačka, 2001; Reddy vd.,

2004; Farhan vd., 2016; Rai vd., 2018), yaptıkları çalışmada 1.081 km² olan drenaj yoğunluğunun ılımlı bir değer olduğunu ifade etmişlerdir. Drenaj yoğunluğunun düşük ya da ortalama bir değer aldığı alanlarda, bitki örtüsünün sık olduğu ve alt toprak yapısının geçirgen olduğu ifade edilmektedir (Nag, 1998; Panhalkar vd., 2012). Eğim ve nispeten yükseklik, drenaj yoğunluğunu kontrol eden morfolojik durumlardır (Rai vd., 2018). Arazi yapısının daha az engebeli olduğu yerlerde drenaj yoğunluğunun düşük olacağı (Strahler, 1964), yüksek olduğu yerlerde ise daha yüksek olacağı tahmin edilebilir. Eğirdir Gölü havzasının drenaj yoğunluğu değeri 1.21'dir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasının drenaj yoğunluğunun ortalama bir değer olduğu, bitki örtüsü bakımından çok sık olmasa da alt toprak yapısının ortalama bir geçirgenlikte olduğu söylenebilir.

3.8. Dere sıklığı

Dere sıklığı, havza içindeki dere sayısının (adet) havza alanına (km²) bölünmesiyle elde edilir (Horton, 1932, 1945). Bu değer, maksimum yağış anındaki dere sıklığı değerlerini vermektedir. Yüksek dere sıklığı değerleri geçirgen olmayan zemin özelliklerini, seyrek bitki örtüsü ve yüksek topografik yapı özellikleri gösterirken, düşük sıklık değerleri geçirgen olan arazi yapısı özellikleri ve alçak topografya özelliklerini ortaya koymaktadır (Reddy vd., 2004). Havzanın dere sıklığı, dere yoğunluğu ile ilişkili olup, dere popülasyonundaki artışı göstermektedir. Genellikle havzanın arazi yapısının kayalık özellikleri tarafından kontrol edilir ve akış ağının yapısını belirler (Rai vd., 2018). Çoğunlukla, drenaj yoğunluğu ve dere sıklığı arasında doğru orantı olduğu kabul edilmektedir (Melton, 1958). Bu parametre üzerinde iklim, zeminin litolojik özellikleri, jeomorfolojik özellikler, bitki örtüsü, süre ve insan gibi çeşitli etmenlerin rolleri vardır (Hoşgören, 2001; Özdemir, 2011). Benzer bir çalışmada (Peltier, 1962), ortalama eğim değerlerine sahip bölgelerden yarı kurak olanlarda dere sıklık değeri fazla, kurak bölgelerde çok az ve nemli bölgelerde orta değerlerde bulunmuştur.

Çalışma havzasının dere sıklığı 0.82 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu değer düşük bir dere sıklığı olarak kabul edilebilir. Düşük değerler ise geçirgen olan arazi yapısı özellikleri ve alçak topografya özelliklerini ortaya koymaktadır.

3.9. Drenaj tekstürü

Drenaj tekstürü; arazinin kayalık yapısı, infiltrasyon kapasitesi ve arazi şekli hakkında fikir vermektedir (Ali ve Khan, 2013; Rai vd., 2018). Horton (1945)'a göre drenaj tekstürü, havza çevresinin her bir km²'sinde yer alan tüm derecelerdeki toplam dere kollarının sayısıdır (Horton, 1945). 2'den daha az olan drenaj tekstürü değeri çok iri taneli, 2-4 arasındaki kaba tekstürlü, 4-6 arası orta tekstürlü, 6-8 arası ince ve 8'den büyük olanlar çok ince tekstürü göstermektedir (Smith, 1950; Ali ve Khan, 2013; Rai vd., 2018). Rai vd., (2018)'nin çalışmalarında drenaj tekstürü, 21.44 bulunmuş ve çok ince drenaj tekstürü kategorisinde gösterilmiştir. Eğirdir Gölü havzasının drenaj tekstürü değeri 6.54 bulunmuştur (Çizelge 2). Bu değer, kaba tekstürle ince tekstüre daha yakın bir değer olduğu ve havza topraklarının nispeten geçirgen olduğu söylenebilir.

3.10. İnfiltrasyon değeri

İnfiltrasyon değeri, drenaj yoğunluğu ve dere sıklığının bir ürünüdür (Ali ve Khan, 2013). Araştırma alanının infiltrasyon sayısı değeri 4.56 bulunmuştur (Çizelge 2). İnfiltrasyon sayısı 18.28 olan bir havzada infiltrasyonun düşük, yüzeysel akışın yüksek olduğu ifade edilmektedir (Ali ve Khan, 2013). Eğirdir Gölü havzası için bulunan değer infiltrasyonun (sızma) yeterli olduğu göstermektedir.

4. Sonuç

Morfometrik parametreler, havzalardaki toprak ve su kaynaklarının yönetimini mikro düzeyde değerlendirmek için kullanılan matematiksel verilerdir. Eğirdir Gölü Havzasını hidrolojik olarak değerlendirmek gerektiğinde, havza şekli ve drenaj sisteminin durumu hakkında bir ön çalışma yapılabilir. Havza şeklini gösteren parametreler, havzaya yağışla düşen suyun akış hızı ve toplanma zamanı hakkında değerlendirme yapılabileceğini göstermektedir. Araştırma havzasının şekli, dairesellikten uzaklaşan ve nispeten uzunlamasına bir yapı göstermektedir. Bu durumda, havzada ani taşkın oluşma ihtimalinin düşük olacağı söylenebilir. Havzanın drenaj durumu, dere sisteminden alınan toprak örneklerine ait veriler olmasa dahi alanın jeolojik yapısı, toprak özellikleri ve bitki örtüsü durumu hakkında bilgi verebilmektedir. Bu nedenle, havza topraklarının erozyondan etkilenip etkilenemeyeceği ve akış hidrografının davranışıyla ilgili yorum yapılabileceği söylenebilir. Eğirdir Gölü havzasının şekli, havza üzerine düşen yağış sularının toplanma zamanı ve akışa geçme hızının düşük olacağını, drenaj durumu ise havzanın çok dik ve sarp bir topografik yapıya sahip olmamakla birlikte, jeolojik yapısı nedeniyle alt toprağın dayanıklı olmayan bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu iki durum hidrolojik bakımdan değerlendirildiğinde, Eğirdir Gölü Havzası topraklarının erozyon riski taşıdığı, ancak havza şeklinin yağış sularını havza çıkışına ulaştırma hızı ve suyun toplanma zamanı bakımından gösterdiği davranış, bu riskin en az düzeyde olacağını göstermektedir. Bununla birlikte, bitki örtüsü durumu korunduğu takdirde erozyon nedeniyle oluşacak sediment birikiminin göl havzasına vereceği zarar en aza indirilebilir.

Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki, havza etüdüleri kapsamında morfometrik parametrelerin analiz edilmesi hidrolojik değerlendirmelere önemli katkılar sağlayacaktır.

Açıklama

Bu çalışma, "Morfometrik Parametreler ve Havza Hidrolojisi Üzerindeki Etkileri" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Abrahams, A.D., 1984. Channel networks: A geomorphological perspective. *Water Resources*, 20: 161-168.
- Agarwal, C.S., 1998. Study of Drainage Pattern through aerial data in Navgarh area of Varanasi district, U.P. *Journal Indian Society of Remote Sensing*, 26: 169-175.
- Ali, S.A., Khan, N., 2013. Evaluation of morphometric parameters; A remote sensing and GIS based approach. *Open Journal of Modern Hydrology*, 3: 20-27.

- Anonim, 2018. İllerimize ait genel istatistik verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>, Erişim: 09.10.2018.
- Balcı, N., Özyuvacı, N., 1988. Havza Amenajmanı II. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul.
- Başıyigit, L., 2002. Eğirdir Gölü havzasında erozyon riskinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bishop, V., Victoria, R., 2001. Water Resources: Process and Management. Series of Landmark Geography, Harpercollins Pub Ltd, 2nd edition (May 31, 2001), London.
- Chandrashekar, H., Lokesh, V.K., Sameena, M., Roopa, J., Ranganna, G., 2015. GIS-based morphometric analysis of two reservoir catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. International Conference on Water Resources, Coastal and Ocean Engineering (ICWCOE 2015), Aquatic Procedia, 4: 1345-1353.
- Chorley, R.J., 1969. Introduction to Fluvial Processes. Methuen and Co. Limited, London.
- Chow, V.T., 1964. Handbook of Applied Hydrology. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Çokoyoğlu, S., 2008. Alibey ve Kağıthane havzalarında arazi kullanımı ve sorunlarının 50 yıllık değişimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dar, R.A., Chandra, R., Romshoo, S.A., 2013. Morphotectonic and lithostratigraphic analysis of intermontane Karewa basin of Kashmir Himalayas. India, Journal of Mountain Science, 10 (1): 731-741.
- Erik, S., Mutlu, B., 1997. Kızıldağ (Isparta) Milli Parkı florası. TÜBİTAK (Proje No: TBAG- 1320), Ankara.
- Erol, A., İlhan, Ş., 2011. Aksu havzası envanteri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 12: 77-83.
- Farhan, Y., Anaba, O., Salim, A., 2016. Morphometric analysis and flash floods assessment for drainage basins of the Ras En Nawb Area, South Jordan using GIS. Journal of Geoscience and Environment Protection, 4: 9-33.
- Farhan, Y., 2017. Morphometric assessment of Wadi Wala Watershed, Southern Jordan using ASTER (DEM) and GIS. Journal of Geographic Information System, 9: 158-190, DOI:10.4236/jgis.2017.92011.
- Gregory, K.J., Walling, D.E., 1976. Drainage basin form and process. A geomorphological approach printed in Great Britain by Fletcher and Son Ltd., Norwich.
- Hızal, A., 1984. Havza fotoğrafları yorumlamasının havza amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) çalışmalarında uygulanma olanaklarının araştırılması. İ.Ü. Yayın No: 3144, O.F. Yayın no: 341, İstanbul.
- Horton, R.E., 1932. Drainage basin characteristics. Trans. American Geophysical Union 13: 350-361, DOI:10.1029/TR013i001p00350.
- Horton, R.E., 1945. Erosional development of stream and their drainage basin. Hydrogeological approach to quantitative morphology, Bulletin of Geological Society of America, 56: 275-361.
- Hoşgören, M.Y., 2001. Hidrografiya'nın Ana Çizgileri I: Yeraltı suları-Kaynaklar-Akarsular. Çantay Kitabevi, 4. Baskı, İstanbul.
- Kabite, G., Gessesse, B., 2018. Hydro-geomorphological characterization of Dhidhessa River Basin, Ethiopia. International Soil and Water Conservation Research, 6 (2): 175-183.
- Krishnamurthy, J., Srinivas, G., Jayaram, V., Chandrasekhar, M.G., 1996. Influence of rock types and influence in development of drainage network in typical hardrock terrain. ITC. 3 (4): 252-259.
- Kumar, R., Lohani, A.K., Nema, R.K., Singh, R.D., 2000. Evaluation of Geomorphological characteristics of catchment using GIS. GIS India, 9 (3): 13-17.
- Kuntamalla, S., Gugulothu, S., Nalla, M., Raj Saxena, P., 2018. Drainage basin analysis through GIS: A Case study of Lakshnapur Reservoir Watershed in Rangareddy District, Telangana State, India. International Journal of Engineering, Science and Mathematics, 7 (3): 9-17 (Special Issue), DOI:10.13140/RG.2.2.22464.84484.
- Kutukcu, A., Kaya, S., Kabdasli, S., Gazioglu, C., 2015. Nehir havzalarının morfolojik karakteristiklerinin CBS destekli nümerik modeller kullanılarak analizi. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, 21-23 Mayıs 2015, Konya, s.58-70.
- Latief, S. U., Naqvi, H. R., Alam, A., Amin, A., 2015. Morphometric analysis of east liddar watershed, northwestern himalayas, scientific society of advanced research and social change 2 (1), <https://www.researchgate.net/publication/279195476>, Erişim: 06.12.2018.
- Leopold, L.B., Maddock, T., 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications, USGS Professional paper, 252: 1-57.
- Mačka, Z., 2001. Determination of texture of topography from large scale contour maps. Geografski vestnik, 73 (2): 53-62.
- Magesh, N.S., Chandrasekar, N., 2014. GIS model-based morphometric evaluation of Tamiraparani sub-basin, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India. Arab J. Geosci, 7: 131-141.
- Martins, A. K., Gadiga, B. L., 2015. Hydrological and morphometric analysis of upper Yedzaram Catchment of Mubi in Adamawa State, Nigeria. Using Geographic Information System (GIS), World Environment 5(2): 63-69.
- Melelli, L., Liucci, L., Vergari, F., Ciccacci, S., Monte, M.D., 2014. Fluvial drainage networks: the fractal approach as an improvement of quantitative geomorphic analyses. Geophysical Research Abstracts, 16: EGU2014-12452.
- Melton, M.A., 1957. An analysis of the relation among elements of climate, surface properties and geomorphology, Tch. Rep. No. 11, Department of Geology, Columbia University, New York.
- Nag, S.K., 1998. Morphometric analysis using remote sensing techniques in the chaka sub-basin, purulia district, West Bengal. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 26(1-2):69-76, DOI: 10.1007/BF03007341.
- Nag, S.K., Chakraborty, S., 2003. Influence of rock types and structures in the development of drainage network in hard rock area. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 31 (1): 25-35.

- Özdemir, H., 2011. Havza morfometrisi ve taşkınlar, Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve bölgesel. Ekinci, D., Havza Morfometrisi ve Taşkınlar içinde, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, İstanbul, s. 507-526.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı. İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, İstanbul.
- Özsahin, E., 2008. Keçidere (Gönen Çayı'nın bir kolu) havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5 (10): 301-317.
- Panhalkar, S.S., Mali, S.P., Pawar, C.T., 2012. Morphometric analysis and watershed development prioritization of Hiranyakeshi basin in Maharashtra, India. International Journal of Environmental Sciences, 3 (1): 525534, DOI:10.6088/ijes.2012030131052.
- Peltier, L.C., 1962, Area Sampling for Terrain Analysis. Professional Geographer, 14: 2428.
- Pidwirny, M., 2006. The drainage basin concept. Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition.
- Rai, P.K., Mohan, K., Mishra, S., Ahmad, A., Mishra, V.N., 2014. A GIS based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar river basin, India. Applied Water Science. DOI: 10.1007/s13201-014-0238-y.
- Rai, P.K., Chandel, R.S., Mishra, V.N, Singh, P., 2018. Hydrological inferences through morphometric analysis of lower Kosi river basin of India for water resource management based on remote sensing data. Applied Water Science, 8:15, DOI:10.1007/s13201-018-0660-7.
- Reddy, G.P. O., Maji A.K., Gajbhiye K.S., 2002. GIS for morphometric analysis of drainage basins. GIS India, 4: 9-14.
- Reddy, G.P.O., Maji, A.K., Gajbhiye, K.S., 2004. Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in basaltic terrain, central India-a remote sensing and GIS approach. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 6:1-16.
- Ritter, D., Kochel, R., Miller, J., 2002. Process Geomorphology. Mc Graw-Hill, New York.
- Sameena, M., Krishnamurthy, J., Jayaraman, V. Ranganna, G., 2009. Evaluation of drainage networks developed in hard rock terrain. Geocarto International, 1-24, DOI:10.1080/10106040802601029.
- Singh, P., Gupta, A., Singh, M., 2014. Hydrological inferences from watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques. Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 17: 111-121.
- Singh, S., 1992. Quantitative geomorphology of the drainage basin. In: Chouhan, T.S., Joshi, K.N., (Eds.), Readings on Remote Sensing Applications, Scientific Publishers, Jodhpur, India, s. 121-129.
- Smith, K.G., 1950. Standards for grading textures of erosional topography. American Journal of Science, 248:655-668.
- Sreedevi, P.D., Sreekanth, P.D., Khan, H.H., Ahmed, S., 2013. Drainage morphometry and its influence on hydrology in a semi-arid region: using SRTM data and GIS. Environmental Earth Sciences, 70(2):839-848.
- Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Bulletin of the Geological Society of Amerika, 63(11):1117-1142.
- Strahler, A.N., 1957. Quantitative analysis of American Geomorphology Transactions. American Geophysical Union, 38: 913-920.
- Strahler, A.N., 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: V. T. Chow (Ed.) New York: McGraw Hill, Handbook of Applied Hydrology, pp. 4-76.
- Veeranna, J., Gouthami, K., Yadav, P. B., Mallikarjuna, V.R., 2017. Calculating linear and areal and relief aspect parameters using Geo-Spatial Techniques (ArcGIS 10.2 and SWAT model) for Akkeru River Basin Warangal. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6 (10): 1803-1809.
- Verstappen, H., 1983. Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development. Elsevier, New York.

Prof. Dr. Ünal Eler 80 yaşında

Ramazan Özçelik^{a,*} , Serdar Carus^a, Yılmaz Çatal^a

Türk insanının en önemli özelliklerinden birisi, gelenek ve göreneklerine sahip çıkması, mesleğine ve ülkesine değer katan kişileri unutmamasıdır. Bugün çağdaş uygarlık düzeyine ulaşmış tüm ülkeler, gelenek ve göreneklerine sıkı sıkıya sarılmış ve çeşitli alanlarda kendisine hizmet eden devlet büyükleriyle, özellikle uluslararası alanda ün kazanmış bilim ve sanat insanlarına sahip çıkmışlardır. Bu amaçla sözkonusu kişinin çalışma konusuyla ilgili teknik ve bilimsel dergiler bazı sayılarında bilim insanının yaşam öykülerine ve bilime yaptığı katkılara yer vermiştir. Böylelikle, bir taraftan bilim insanının bilime yaptığı katkılar hatırlatılarak, genç kuşakların çalışmalarına ışık tutulmakta, diğer taraftan da genç kuşakların öncü bilim insanlarına olan vefa borçları bir parça ödenmeye çalışılmaktadır.

Bu tanıma uyan en önemli bilim insanlarından birisi de Prof. Dr. Ünal ELER'dir. Hayatını ormancılığa ve araştırmaya adanmış olan Prof. Dr. Ünal ELER, ormancılık bilimine ve pratiğine yapmış olduğu katkılar ile daima genç araştırmacıların çalışmalarına ışık tutmuş, iyi bir rehber olmuş ve ormancılık eğitimi alan gençlerin iyi bir mühendis olarak yetişmesine katkı sağlamıştır. Prof. Dr. Ünal ELER, 2018 yılında 80. yaşını tamamlamıştır.

23 Mayıs 1938 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. Tıp Fakültesi eğitimini yarıda keserek 1958 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nde ormancılık eğitim ve öğrenimine başlayan Prof. Dr. Ünal ELER, 1962 yılında öğrenimini tamamlamış, ancak öğrenciliğini sürdürmek amacıyla fakülteyi bitirmemiştir. Mezun olacağı Haziran 1964'e kadar Almanya'da stajyer olarak çalışmıştır. Öğrenimi süresince değişik yıllarda IAESTE kanalıyla öğrenci stajlarını İsveç ve Almanya'da yapmıştır. Vatani görevini tamamladıktan sonra, Ekim 1966'da Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesinde Amenajman Heyeti Mühendisi olarak göreve başlamış, 1971'de Amenajman Heyeti Başkanı olmuş ve Kasım 1974 tarihine kadar bu görevini sürdürmüştür. 1974-1978 yılları arasında Akdeniz Orman Kullanım Projesi, Antalya Ünite Müdürü olarak; 1978-1994 yılları arasında Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü'nde Mühendis (1978-1982), Müdür yardımcısı (1982-1984) ve Müdür olarak (1984-1994) görevler yapmıştır. 1978-1994 yılları arasında görev yaptığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü'nde pek çok bilimsel çalışmada, araştırmacı ve yürütücü olarak yer almış ve orman teşkilatının uygulamada karşılaştığı sorunlara çözüm üretmeye çalışmıştır.



Bu kurumdaki görevi sırasında pek çok uluslararası toplantıda ülkemizi temsil etmiştir (1987-Tunus; 1989-KKTC; 1991-Fransa; 1992-Portekiz; 1992-Almanya; 1993-Fas). Bu çalışmaları sırasında akademik kariyerine de devam eden Prof. Dr. Ünal ELER, "Ormanda Odun Anamalinın Belirlenmesi Amacıyla Meşcere Tipi Ayrımı İlkeleri" isimli çalışmasıyla 1978'de İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesinde Ormancılık Bilimleri Doktoru unvanını almıştır. 1988 yılında önemli çalışmalarından birisi olan "Türkiye'de Boylu Ardiç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları" yayımlanmıştır. 1989'da Doçent olmuştur. 1994 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak göreve başlamış, 1997'de profesör unvanı almıştır.

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ramazanozcelik@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 19.12.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.12.2018



Citation (Atf): Özçelik, R., Carus, S., Çatal, Y., 2018. Prof. Dr. Ünal Eler 80 yaşında. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 455-460. DOI: [10.18182/tjf.505281](https://doi.org/10.18182/tjf.505281)

Bu tarihten itibaren; Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı Başkanlığı, Fakülte Kurulu ve Fakülte Yönetim Kurulu üyelikleri görevlerinde bulunmuştur. 1997-2000 tarihlerinde arasında gerek Orman Fakültesinde gerekse üniversite düzeyinde çeşitli akademik ve idari görevlerde bulunmuştur. Nisan 2004 tarihinde kendi isteği ile emekli olmuştur. Ormanlık ile ilgili yurt içi ve yurt dışında birçok bilimsel, teknik ve uygulama organizasyona katılmış, düzenleme ve bilim kurullarında yer almıştır. Yabancı dili İngilizce olup, Gönül Hanım ile evlidir, Gökhan ve Banu isminde iki çocuk sahibidir.

Prof. Dr. Ünal ELER, 1958 yılında İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesinde başlayan ormanlık serüvenine, 2004 yılında emekli olmasıyla birlikte son vermemiş, emekli olduktan sonra da aktif olarak çalışmaya devam etmiştir. Bu kapsamda, ormanların sürdürülebilir yönetimi ve planlanması başta olmak üzere ormanlıkla ilgili pek çok toplantı ve sempozyuma katılmaya devam etmiş, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesinde, gerek öğretim üyelerine ve gerekse öğrencilere bilgi birikimi ve tecrübelerini aktarmayı sürdürmüştür. Halihazırda, gününün önemli bir kısmını Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde ormanlıkla ilgili çalışmalar yapmakta, bilgi birikimini ve tecrübelerini kaleme alarak geçirmektedir. Prof. Dr. Ünal ELER'in Teknik Bülten ve Teknik Rapor olarak yayımlanmış 30 adet özgün araştırması vardır. 13 adedi kitap olmak üzere; makale, ulusal ve uluslararası sempozyum, seminer ve toplantılarda sunulan bildirileri dahil, toplam 171 yayını bulunmaktadır. Kendisine Ormanlık Bilimine ve Eğitim-Öğretimine yapmış olduğu büyük katkılar için sonsuz teşekkür ederken, daha uzun yıllar sürmesini dilediğimiz bilimsel çalışmalarında başarılar ve kolaylıklar dileriz.

Prof. Dr. Ünal ELER'in güncel yayın listesi aşağıda verilmiştir.

1. Eler, Ü. 1968. Amerikan Orman Teşkilatında Kullanılan Amenajman Sistemleri ve Mesire Yerleri. Orman Genel Müdürlüğü, Teknik Haber Bülteni, Mart Sayısı, s. 145-157, Ankara.
2. Eler, Ü. 1968. İsviçre Ormanlığı. Orman Mühendisliği Dergisi, Haziran Sayısı, s. 10-15, Ankara.
3. Eler, Ü. 1968. İsviçre Devlet Ormanlık Faaliyetleri. Orman Mühendisliği Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 30-34, Ankara.
4. Eler, Ü. 1968. İsviçre Devlet Ormanlık Teşkilatında Personel Eğilence ve Tabiatı Koruma Faaliyetleri. Orman Mühendisliği Dergisi, Ağustos Sayısı, s. 29-33, Ankara.
5. Eler, Ü. 1968. Onlarda ve Bizde Zihniyet. Orman ve Av Dergisi, Mayıs Sayısı, s. 4, Ankara.
6. Eler, Ü. 1971. Zihniyet. Orman Mühendisliği Dergisi, Mart Sayısı, s. 6-7, Ankara.
7. Eler, Ü. 1971. Düşündüklerimiz. Orman ve Av Dergisi, Şubat Sayısı, (Yeşil Gece Özel Sayısı) s. 20-22, Ankara.
8. Eler, Ü. 1977. Antalya, Adana, Mersin ve Kahramanmaraş Uygulama Projesi Devamlı Orman Envanteri. (Tercüme), 32 s. Antalya, Ankara.
9. Eler, Ü. 1977. Antalya, Adana, Mersin ve Kahramanmaraş Uygulama Projesi Makineli Üretim Yöntemleri. (Tercüme), 73 s. Antalya, Ankara.
10. Eler, Ü. 1977. Ormanda Odun Anamalinın Belirlenmesi Amacıyla Meşcere Tipi Ayrımı İlkeleri. İ. Ü. Orman Fakültesi Doktora Tezi, (Yayımlanmamıştır.), 160 s. İstanbul.

11. Eler, Ü. 1978. Ağaç Serveti Envanterinin Yapılması Amacıyla Meşcere Tipi Ayrımı Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, s. 293-324. İstanbul
12. Eler, Ü. 1978. İdare Sürelerinin Düşürülmesi. Orman Mühendisliği Dergisi, Temmuz-Ağustos Sayısı, s. 20-43, Ankara.
13. Eler, Ü. 1979. Dil Sorunu. Orman Mühendisliği Dergisi, Ocak-Şubat Sayısı, s. 36-39, Ankara.
14. Eler, Ü. 1979. Aydın Olmak. Orman Mühendisliği Dergisi, Temmuz-Ağustos Sayısı, s. 41-45, Ankara.
15. Eler, Ü. 1980. Orman Amenajman Çalışmalarında Verimlilik. Ormanlık Kesiminde Verimlilik Semineri, Milli Produktivite Merkezi, 17-19 Kasım 1980, s. 45-59, Ankara.
16. Eler, Ü. 1980. (Çeviri; Yazan Clenn H. DEITSCHMAN) Birbirini Tamamlayan Araştırmalar Yapabilme Yönünden Araştırma Ormanları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 55-57, Ankara.
17. Eler, Ü. 1981. Gazipaşa Model Planı. Orman Mühendisliği Dergisi, Temmuz Sayısı s. 3-9, Ankara.
18. Eler, Ü. 1982. Orman İşletme Planları ve Kritiği. Orman Mühendisleri Odası 7. Teknik Kongre Bildirisi, Ankara.
19. Eler, Ü. 1983. Nasıl Bir Planlama. Orman Mühendisliği Dergisi, Kasım Sayısı s. 31-34, Ankara.
20. Kalıpsız, A.; Eler, Ü. 1984. Lübnan Sediri Ağaçlarının Gelişmesi Üzerine Örnekler." İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, s. 1-17. Büyükdere-İstanbul.
21. Eler, Ü. 1984. Zamanında Gerekli Bakım Görmemiş Doğal Kızılcım Genç Meşcerelerinde Yapılacak Silvikültürel İşlemlerin Birim Alandaki Verim Üzerine Etkileri. Orman Gençleştirilmesi ve Silvikültürel Bakım Semineri, Seminer Notları, 9-13 Nisan, Antalya.
22. Eler, Ü.; Şenergin, Ş. 1984. Sıklık Bakımı. Orman Gençleştirilmesi ve Silvikültürel Bakım, Seminer Notları, 28-30 Kasım, Antalya
23. Eler, Ü.; Şenergin, Ş. 1984. Zamanında Gerekli Bakım Görmemiş Doğal Kızılcım Meşcerelerinde Aralama Kesimleri. Seminer Notları, 28-30 Kasım, Antalya.
24. Özdemir, T.; Eler, Ü.; Şırlak, U. 1984. Antalya Bölgesi Doğal Kızılcım (Pinus brutia Ten.) Ormanlarında Ayıklama Kesimleri (Sıklık Bakımı) ve Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No: 21, 20 s. Ankara.
25. Eler, Ü. 1984. Antalya Bölgesi Doğal Kızılcım (Pinus brutia Ten.) Meşcerelerinde Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Artım ve Büyüme Yönünden Etkilerinin Araştırılması. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No 21, 20 s. (Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı 1, s. 29-41'de yayımlandı), Ankara.
26. Eler, Ü. 1985. Sıklık Bakımı. Orman Gençleştirilmesi, Silvikültürel Bakım ve Üretim Semineri Notları. 7-11. Ocak. Antalya.
27. Eler, Ü. 1985. Kızılcımda Sıklık Bakımı. Seminer Notları, 11-15 Mart, Akçay.
28. Eler, Ü. 1985. Ülkemizde Orman-Amenajman Planları ve Kritiği. Orman Mühendisliği Dergisi, Kasım Sayısı, s. 67-70, Ankara.
29. Eler, Ü. 1985. Antalya Bölgesi Doğal Kızılcım Meşcerelerinde Kuruluş Biçimi ve Yaş Dağılımı. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 142, Özet Basım, 12 s. (Orijinali 57 Sayfa), Ankara.
30. Eler, Ü. 1986. Antalya Bölgesi Fıstıkçamı Ağaçlandırma Alanlarında Fıstık ve Odun Verimi. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No 31, 12 s. (1986 Ormanlık araştırma Enstitüsü Dergisi, Ocak Sayısında Yayımlanmıştır), Ankara.
31. Eler, Ü. 1986. Kızılcımda Sıklık Bakımı. Orman Gençleştirilmesi, Silvikültürel Bakım, Enerji Ormanı Tesis ve Yenileme Konulu, Ağaçlandırma-Silvikültür Seminer Notları. 10-14. Mart. 1986, Antalya.

32. Eler, Ü. 1986. Ormancılığımızda Son Yıllardaki Önemli Değişiklikler. Orman mühendisliği Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 15-18, Ankara.
33. Eler, Ü. 1986. Orman İşletme Planları ve Gazipaşa Model Planı. İşçi Gücü ve Makine Gücü ile Ağaçlandırma Teknikleri Semineri, Prensipleri ve Projelendirme Semineri. Tarım-Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 14-18. Nisan- Antalya.
34. Eler, Ü. 1987. Müdahalede Gecikmiş İnce Ağaçlık Çağındaki Kızılçam Meşcerelerinde Mutedil ve Kuvvetli Aralama Kesimlerinin Etkisi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Silvikültür Etüd-Proje Çalışmaları, Plan Uygulamaları ve İzlemeleri Semineri, 12-14. Ağustos, Antalya.
35. Eler, Ü. 1987. Amenajman Planlarının Plan Değişikliğine Gerek Göstermeyen Hataları, Bu Hataların Uygulama Sırasında Giderilmesi. Tarım-Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Silvikültür Etüd-Proje Çalışmaları, Plan Uygulamaları ve İzlemeleri Semineri, 12-14 Ağustos, Antalya.
36. Özdemir, T.; Eler, Ü.; Şırlak; U. 1987. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Ayıklama Kesimleri (Sıklık Bakımı) ve Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 184, 31 s. Ankara.
37. Eler, Ü.; Ceylan, B. 1987. Kızılçam Meşcerelerinin Bakımı. Ormancılık Araştırma Enstitüsü El Kitabı Dizisi No 2, Kızılçam, s. 95-102, Ankara.
38. Eler, Ü. 1987. Kızılçamda Hasılat. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, El Kitabı Dizisi No 2, Kızılçam, s. 135-147, Ankara.
39. Eler, Ü. 1988. Türkiye’de Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 192, 80 s. Ankara.
40. Eler, Ü. 1988. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Artım ve Büyüme Yönünden Etkileri Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 203, 54 s. Ankara.
41. Eler, Ü. 1988. Teknik Ormancılığımızda Görülen Aksaklıkların Nedenleri ve Çözüm Yolları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 41-46, Ankara.
42. Eler, Ü. 1988. Gençleştirme Alanlarının Etüdü ve Metot Seçimi. Seminer Notları, 20.11/2.12.1988, Kahramanmaraş.
43. Eler, Ü. 1988. Uygulamaya Yönelik Olarak Yapılan Araştırma Çalışmaları. Seminer Notları, 20.11/2.12.1988, Kahramanmaraş.
44. Eler, Ü. 1989. Araştırma Sonuçlarının Uygulanabilirliği. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi Ocak Sayısı, s. 119-124, Ankara.
45. Eler, Ü. 1989. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Araştırma Enstitüsü Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 149-151, Ankara.
46. Eler, Ü. 1989. Uzmanlık Dalları ve Uzmanlığın Önemi. Orman Mühendisliği Dergisi, Nisan Sayısı, s. 31-34, Ankara.
47. Eler, Ü.; Keskin, S. 1989. Antalya Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırma Alanlarında Gecikmiş İlk Aralamalarda Uygulanacak Silvikültürel İşlemlerin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Rapor No: 36, 30 s. Ankara.
48. Ürgenç, S.; Boydak, M.; Ceylan, B.; Özdemir, T.; Eler, Ü. 1989. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Tepe Gelişmesi ve Tohum Hasılatına Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 210. 69 s. Ankara.
49. Eler, Ü.; Genek, A.; Yıldırım, K. 1989. Karaçam Gençliklerinde Erken Boşaltma ve Seyreltmenin Fidan Büyümesi Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Rapor, No 42, 17 s. Ankara.
50. Eler, Ü. 1990. Antalya Yöresinde Doğal Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.) Meşcerelerinde Gecikmiş Aralama Kesimlerinin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Rapor No 44, 24 s., Ankara.
51. Eler, Ü.; Üreyen, A. 1990. Sedir Ormanlarının Gençleştirilmesinde Denetimli Yakmanın Yeri ve Önemi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Ocak Sayısı, s. 23-38, Ankara.
52. Eler, Ü.; Turhanogulları, H. 1990. Yeterli Toprak Tavı Bulunmayan Alanlarda Sedir Dikiminde Başarı Durumu. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Ocak Sayısı, s. 111-124, Ankara.
53. Boydak, M.; Eler, Ü.; Pehlivan, N. 1990. Antalya-Elmalı Yöresi Sedirlerinin (*Cedrus libani* A.Rich.) Gençleştirilmesinde Bazı Faktörlerin Başarı Üzerine Etkileri. Uluslararası Sedir Sempozyumu, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayın No 59, s. 409-421, Ankara.
54. Eler, Ü.; Keskin, S. 1990. Korumaya Alınan Tahribat Görmüş Genç Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve Kokulu Ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd.) Gelişme Durumu. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 5-18, Ankara.
55. Eler, Ü. 1990. Türlerin Doğal Yayılış Alanı Dışında Denenmesinin Düşündürdükleri. Orman Mühendisliği Dergisi, Ağustos Sayısı, s.17-20, Ankara.
56. Eler, Ü. 1990. Türkiye’deki Doğal Sedir Ormanlarında Meşcere Kuruluşları. Uluslararası Sedir Sempozyumu, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayın No 59, s. 580-593, Antalya.
57. Eler, Ü.; Solak, M.; Ayhan, M. 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Gençliklerinde Seyreltmenin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Rapor, No 45, 23 s. Ankara.
58. Eler, Ü. 1991. Araştırma Sonuçlarının Uygulamaya Aktarılması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Temmuz Sayısı, s. 7-14, Ankara.
59. Eler, Ü. 1991. Türkçe-İngilizce Ormancılık Sözcük ve Deyimleri. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 254 s., Ankara.
60. Eler, Ü. 1991. İngilizce-Türkçe Ormancılık Sözcük ve Deyimleri. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 720 s., Ankara.
61. Eler, Ü. 1991. Bozuk Alanların İyileştirilmesi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Araştırma Bülteni No: 105, Ankara.
62. Eler, Ü.; Şenergin, Ş. 1992. Olgunlaşmamış Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kozalaklarından Yararlanabilme Olanakları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 223, 20 s. Ankara.
63. Eler, Ü. 1992. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Gençleştirilmesinde Tohum Veriminin Artırılması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 224, 20 s., Ankara.
64. ELER, Ü. 1992. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yaşa Bağlı Olarak Tohum Verimi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 225, 26 s., Ankara.
65. Eler, Ü.; Örtel, E. 1992. Antalya Bölgesinde Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Reçine Üretiminin Tohum Verimine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 226, 17 s. Ankara.
66. Eler, Ü.; Şenergin, Ş.; Örtel, E. 1992. Antalya Yöresinde Siper ve Tıraşlama Yöntemine Göre Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Gençleştirme Alanlarında Gençliğin Yaşama Durumu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 228, 43 s. Ankara.
67. Eler, Ü.; Keskin, S. 1992. Antalya Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırma Alanlarında Gecikmiş İlk Aralamalarda Uygulanacak Silvikültürel İşlemlerin Gelişme Durumu Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 229, 43 s., Ankara.

68. Eler, Ü.; Keskin, S.; Örtel, E. 1992. "Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.) Fidanlarında Dikimden Önce Agricol İle İşlem Yapılmasının Tutma Başarısına Etkisi. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Raporlar Serisi No 49, 20 s., Ankara (Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1992 Ocak Sayısında, s.39-58 Yayınlanmıştır).
69. Eler, Ü. 1992. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Olgunlaşan Kozalaklarda Dökülmeyip Sonraki Yıllara Kalan Tohum Durumu. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Raporlar Serisi No 55, 22 s. Ankara (Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Ocak Sayısında, s. 147-168'de Yayınlanmıştır).
70. Eler, Ü. 1992. Ülkemizde Amenajman Planlarının Düzenlenmesinde Yapılan Envanter Çalışmalarının Kritisği. Ormançılığımızda Orman Amenajmanının Dünü Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, 16-19 Kasım, Bildiriler, s. 235-244, Ankara.
71. Eler, Ü. 1992. Ülkemizde Düzenlenen Amenajman Planları ve Kritisği. Ormançılığımızda Orman Amenajmanının Dünü Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 16-19 Kasım, Bildiriler, s. 271-280, Ankara.
72. Eler, Ü. 1992. Kızılcımda Hasılat Araştırmaları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, s. 177-188, İstanbul.
73. Kalıpsız, A.; Eler, Ü. 1993. Güney Anadolu Ormanlarımızın Verim Güçleri. Orman Bakanlığı Orman Dergisi, Sayı 16, s. 30-37, Ankara.
74. Eler, Ü. 1993. Tarımsal Araştırmalarda Verimlilik ve Etkinliğin Artırılması. MPM ve TÜBİTAK Tarafından Düzenlenen "Tarımsal Araştırmalarda Verimlilik ve Etkinliğin Artırılması."Toplantı Bildirisi, 20-22.11.1993, Çukurova Üniversitesi, Adana.
75. Eler, Ü. 1993. Bir Seminerin Ardından. Orman Mühendisliği Dergisi, Aralık Sayısı, s. 21-24, Ankara.
76. Eler, Ü. 1993. Araştırmanın Ormançılık Faaliyetlerindeki Önemi. Orman Bakanlığı Orman Dergisi, Sayı 21 s. 34-37, Ankara.
77. Eler, Ü. 1993. Türkiye'de Müdahale Görmemiş Tam Kapalı Doğal Kızılcım Ormanlarında Meşcere Kuruluşları. Uluslararası Kızılcım Sempozyumu Bildirileri, Orman Bakanlığı Yayını, s. 482- 491. Ankara.
78. Özdemir, T.; Eler, Ü. 1993. Kızılcımda Bakımların Büyümeye Etkisi. Uluslararası Kızılcım Sempozyumu Bildirileri, Orman Bakanlığı Yayını, s. 504-515.
79. Eler, Ü.; Keskin, S.; Örtel, E. 1993. Toros Sediri (*Cedrus libani* A.Rich) Fidanlıklarında Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 240, 30 s. Ankara.
80. Eler, Ü. 1993. Ormançılıkta Araştırmanın Önemi. 1. Ormançılık Şurası Bildirisi, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları (Cilt 2), Orman Bakanlığı Yayını, s. 435-442, Ankara.
81. Miltner, A.; Zech, W.; Çepel, N.; Eler, Ü. 1993. Litter Decomposition And Humification In Three Humus Profiles of the Western Taurus, Turkey. University of Bayreuth, Institute Of Soil Science And Soil Geography, P. O. D-8580, Bayreuth-Germany.
82. Kalıpsız, A.; Eler, Ü. 1993. Akdeniz Bölgesi Ormanlarının Verim Güçleri. İ.Ü. Orman Fakültesi, Ormançılık Araştırma Merkezi, Büyükdere-İstanbul.
83. Eler, Ü. 1993. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Dikimlerinde Aralık-Mesafenin Büyüme Üzerine Etkileri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No 61, 38 s. (Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 1993 No 77, s. 7-45 de yayınlanmıştır).
84. Eler, Ü. 1994. Sedirin Meşcere Bakımı. Sedir. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayını, El Kitabı Dizisi, No 6, s. 195-210, Ankara
85. Eler, Ü. 1994. Sedirin Amenajman İlkeleri. Sedir. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayını, El Kitabı Dizisi, No 6, s. 211-231, Ankara.
86. Eler, Ü. 1994. Index Bibliographique Du Cedre, Station De Recherches Forestieres, Sıra No: 253, 254, 320, 321, 411, 648, 688, 694, 695, B.P. 763, Agdal-Rabat-Fas.
87. Güllü, G.; Al-Momani, I.; Karakaş, D.; Tuncel, G.; Eler, Ü.; Şirin, G.; Örtel, E.; Sipahioğlu, Ş.; Çalar, M. 1994. Long Range Transport of Pollutants to the Eastern Mediterranean Basin. Xth. National Chemistry Congress, Bursa, Turkey.
88. Eler, Ü. 1994. Gazipaşa ve Mut Model Planlarında Kullanılan Hasılat Matrisleri Verileri İle Yeni Geliştirilen Kızılcım Meşcerelerinde Durumun Karşılaştırılması. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No 58, 28 s. (Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, No: 76, s. 47-78), Ankara.
89. Taşkın, O.; Eler, Ü. 1994. Some Growth Charecteristics İn Lebanon Cedar. Uluslararası Sedir Sempozyumu (Ifrane - Fas, 7-11, Haziran, 1993) bildirileri, s. 24-29.
90. Güllü, G.; Al-Momani, I.; Karakaş, D.; Tuncel, S.; Tuncel, G.; Eler, Ü.; Şirin, G.; Örtel, E.; Sipahioğlu, Ş.; Çalar, M. 1994. Doğu Akdeniz Bölgesine Uzun Mesafeli Kirletici Taşımını. X. Ulusal Kimya Kongresi, 19-21 Eylül, Uludağ-Bursa, Bildiri Özetleri, s. 169.
91. Ürgenç, S.; Boydak, M.; Eler, Ü. 1994. Antalya-Belek Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Orijin Denemesi ve Sahilçamı ile Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nda Büyüme İlişkileri. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, s. 1-15, İstanbul.
92. Al-Momani, F.; Tuncel, S.; Eler, Ü.; Örtel, E.; Şirin, G.; Tuncel, G. 1995." Major Ion Composition of Wet and Dry Deposition in the Eastern Mediterranean Basin. The Science of the Total Environment. 164. s. 75-85.
93. Güllü, G.; Ölmez, I.; Eler, Ü.; Örtel, E.; Tuncel, G. 1995. Chemical Concentrations and size distribution of aerosols in the Eastern Mediterranean during strong dust storms. Paper presnted in the International Symposium on the Impact of African Dust Across the Mediterranean, Oristano, Italy, October.
94. Güllü, G.; Ölmez, I.; Eler, Ü.; Şirin, G.; Tuncel, G. 1995. Sources and composition of atmospheric aerosols over the Eastern Mediterranean. In, proceeding of the 10th World Clean Air Cogress, P. Antilla, J. Kamari and M. Tolvanen, Eds., 28 May – 2 June, Espoo, Finland, p. 280-283.
95. Tuncel, G.; AL-Momani, I.; Eler, Ü.; Şirin, G. 1995. Chemical composition of Eastern Mediterranean precipitations Indication of long-range transport. In, proceedings of the 10th. World Clean Air Cogress, P. Antilla, J. Kamari and M. Tolvanen Eds., 28 May-2 June Espoo, Finland, p. 273-276.
96. Miltner, A.; Zech, W.; Çepel, N.; Eler, Ü. 1996. Soil Organic Matter Composition İn Three Humus Profiles of the Western Taurus, Turkey. As Revealed By Wet Chemistry And CP/MAS C NMR Spectroscopy VCH Verlagsgesellschaft MbH-D 69451, Weinheim, Almanya.
97. Boydak, M.; Eler, Ü.; Pehlivan, N. 1996. Sedirin (*Cedrus libani* A.Rich.) Gençleştirilmesinde Yakma ve Siperin Çimlenme ve Fidanların Yaşaması Üzerine Etkileri. Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Müdürlüğü Yayını, Teknik Rapor No 2, 42 s., Antalya.
98. Al-Momani, I.; Eler, Ü.; Örtel, E.; Şirin, G.; Tuncel, G. 1996. Chemical Composition of Precipitation in the Eastern Mediterranean Atmosphere Long-Term Trends. Preservation of Our World in the Wake of Change. Vol. VI A/B, ISEEQS Pub. Jerusalem, Israel, p. 140-143.
99. Eler, Ü. 1997. Onlarda ve Bizde Zihniyet. Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı 3, s.7-9, Ankara.

100. Eler, Ü.; Özdemir, İ. 1998. Isparta'nın Orman Varlığının Geçmişteki, Aktüel, Potansiyel ve Gelecekteki Durumu. Isparta'nın Dünü, Bugünü, Yarını Sempozyumu Bildirisi, Bildiriler Kitabı, s. 215-218, S.D.Ü. Orman Fakültesi, 16-17 Mayıs, Isparta.
101. Eler, Ü. 1998. Dendrometri Ders Notları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (Fotokopi ders notu), 127 s. Isparta.
102. Eler, Ü. 1998. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (Fotokopi ders notu), 100 s. Isparta
103. Eler, Ü. 1998. Ormanlık Biyometrisi Ders Notları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (Fotokopi ders notu), 157 s. Isparta.
104. Eler, Ü. 1998. Ormanlık Politikası Ders Notları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (Fotokopi ders notu), 92 s. Isparta
105. Eler, Ü. 1998. Orman Amenajmanı Esasları Ders Notları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (Fotokopi ders notu), 92 s. Isparta.
106. Al-Momani, I.; Eler, Ü.; Şirin, G.; Örtel, E.; Tuncel, G. 1998. Doğu Akdeniz Bölgesinde Atmosferik Kirlenmelerin Yaş Çökeltme Akıları. 12. Ulusal Kimya Kongresi, 7-11 Eylül, Edirne, Bildiri Özetleri, s. 728.
107. Al-Momani, I.; Kuloğlu, E.; Eler, Ü.; Şirin, G.; Örtel, E.; Tuncel, G. 1998. Atmosphere – Sea Fluxes Pullutants : How Significant they are for the Pollution of the Black Sea and Eastern Mediterranean. International Conference on Ecotoxicology and Environmental Safety, 19-21 October, Antalya, Turkey, Abstracts, p. 61.
108. Tuncel, G.; Güllü, G.; Al-Momani, I. Kuloğlu, E.; Uzun, B.; Agra, Ö.; Karakaş, D.; Eler, Ü.; Şirin, G.; Örtel, E.; TOSUN, S. 1998. Akdeniz ve Karadeniz'de Nitelikli Hava Kirliliği Sonuçları ve Kaynak Bölgeleri. 12. Ulusal Kimya Kongresi, 7 – 11 Eylül, Edirne, Bildiri Özetleri, s. 692.
109. Eler, Ü. 1999. Orman İşletmesinin Planlanması Ders Notları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (Yayımlanmamış ders notu), 105 s.
110. Eler, Ü. 1999. Fonksiyonel Envanter. Orman Amenajman Teknik Toplantısı, 4-7 Mayıs, Bolu, 14 s.
111. Eler, Ü. 2000. Ardıc Ormanlarımız. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, s. 87-96, Isparta.
112. Eler, Ü. 2001. Orman Amenajmanı. SDÜ Yayın No 17, 199 s. Isparta.
113. Eler, Ü. 2001. Kızılçamda Sağlıklı Fakat Gövde Formu Bozuk Ağaçlardan Yetiştirilecek Bireylerin Gövde Kalitesi. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, s.11-26, Isparta.
114. Eler, Ü. 2002. Ormanlık Biyometrisi. SDÜ Yayın No 21, 182 s. Isparta.
115. Eler, Ü. 2002. Orman Amenajmanında Uyguladığımız Envanterin Kritiği. Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu. İÜ Orman Fakültesi, 18-19 Nisan, s. 138-144, İstanbul.
116. Eler, Ü.; Karakaş, R. 2002. Ardıcın Doğal Gençleştirilmesi. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı 4, s. 109-122, Antalya.
117. Eler, Ü. 2002. Bonitetin Önemi, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, s.1-10, Isparta.
118. Eler, Ü. 2002. Ulusal Orman Envanteri Kavramının Türkiye Ormanlığına Girişi ve Gelişimi. Türkiye Ulusal Orman Envanteri Uluslararası Sempozyumu, İÜ Orman Fakültesi, 24-27 Eylül, İstanbul.
119. Eler, Ü. 2002. Ülkemizin Kalkınması. Anahtar Dergisi, Milli Produktivite Merkezi Yayını, Kasım Sayısı, s. 17 - 18.
120. Eler, Ü. 2003. Dendrometri. SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 30, 233 s. Isparta
121. Eler, Ü.; Özçelik, R., 2003. Araştırma ve Orman Amenajmanı Çalışmalarında Katılımın Önemi. II. Ulusal Ormanlık Kongresi, 19-20 Mart, Türkiye Ormanlık Derneği, Bildiriler Kitabı s. 174-181, Ankara.
122. Eraslan, İ.; Eler, Ü., 2003. Orman İşletmesinin Planlanması ve Denetimi, SDÜ Yayın No: 35, 408 s. Isparta.
123. Asan, Ü.; Eler, Ü. 2003. Türkiye Orman Amenajmanında Bugünkü Organizasyonun Yeniden Yapılanma Çerçevesinde İrdelenmesi. Orman Amenajman Kuruluşunun Yeniden Yapılandırılması Çalıştay bildirisi, 9-12. Eylül, Kastamonu.
124. Eler, Ü.; Asan, Ü.; Yeşil, A. 2003. Türkiye Orman Envanter Sorunları. Orman Amenajman Kuruluşunun Yeniden Yapılandırılması Çalıştay bildirisi. 9-12 Eylül. Kastamonu.
125. Asan, Ü.; Eler, Ü. 2003. Orman Amenajmanında Uygulanagelen Planlama Sistemlerinin İrdelenmesi ve Çağdaş Sistemler. Orman Amenajman Kuruluşunun Yeniden Yapılandırılması Çalıştay bildirisi. 9-12 Eylül. Kastamonu.
126. Eler, Ü., Keskin, S. 2003. Farklı Kalite Sınıflarına Ait Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarının 14 Yaşındaki Gelişme Durumları. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı, 5, s. 1-14.
127. Eler, Ü.; Özçelik, R.; Özdemir, İ.; Çatal, Y. 2004. Göller Yöresinde İki Doğal Toros Sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) Meşceresinde Gecikmiş Sıklık Bakımının Gelişme Üzerine Etkileri, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt: 8, Sayı: 1, s. 1-6. Isparta.
128. Eler, Ü. 2004. İngilizce-Türkçe Ormanlık Sözcük ve Deyimleri, SDÜ Yayın No:48, 600 s., Isparta.
129. Eler, Ü. 2005. Korunan Alanların Ayrımı ve Devamlılığının Sağlanması. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu. Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 123-132, SDÜ Orman Fakültesi, 8-12. Eylül. 2005. Isparta.
130. Özdemir, İ.; Özçelik, R.; Asan, Ü.; Eler, Ü. 2005. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması ve Fonksiyonel Planlama Sistemine Entegrasyonu. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 579-586, SDÜ Orman Fakültesi, 8-12. Eylül. Isparta.
131. Eler, Ü.; Özçelik, R.; Özdemir, İ. 2005. Ormanlıkta AR-GE Çalışmalarının Yeri ve Önemi. 1. Çevre ve Ormanlık Şurası. Tebliğler, Cilt 4, s. 1639-1646. 22-24. Mart, Antalya.
132. Özçelik, R.; Eler, Ü. 2005. Uluslararası Standartlara Uygun Bir Ulusal Orman Envanteri Modelinin Temel Özellikleri ve Türkiye İçin Öneriler. Orman Mühendisleri Odası Sempozyumu, s. 199-218, 22-24 Aralık, Antalya.
133. Eler, Ü. 2005. Ulusal Orman Envanteri Kavramının Türkiye Ormanlığına Girişi ve Gelişimi. Türkiye Ulusal Orman Envanteri Sempozyumu. İÜ Orman Fakültesi, 24-28. Eylül, Bildiriler, s. 27-35, İstanbul.
134. Eler, Ü. 2005. Çağdaş Ormanlık Yapabilmemiz ve Uluslararası Yükümlülüklerimizi Yerine Getirebilmemizde Eleman Sorunu. Orman Mühendisleri Odası Sempozyumu, s. 517-522, 22-24. Aralık, Antalya.
135. Özçelik, R., Özdemir, İ., Eler, Ü. 2005. Orman Amenajmanında Envanter sorunları ve Çözüm Önerileri. 1. Çevre ve Orman Şurası, Tebliğler, Cilt 2, s. 556-564, 22-24. Mart, Antalya
136. Eler, Ü. 2006. Ormanlık Anlayışımız. Orman Mühendisliği Dergisi, Ocak-Şubat- Mart Sayısı, s. 23-26, Ankara.
137. Eler, Ü.; Çetin, A. 2006. Ardıc Tohumunun Çimlendirilme Olanakları. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, s. 33-45, Isparta.
138. Eler, Ü.; Carus, S. 2006. Orman Hasılat Bilgisi. SDÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 66, Isparta.
139. Eler, Ü. 2006. Ülkemizde Verimlilik. Anahtar Dergisi, Nisan Sayısı, s. 17. Milli Produktivite Merkezi, Ankara.
140. Eler, Ü. 2006. Türkçe - İngilizce Ormanlık Sözcük ve Terimler. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 71, Isparta.

141. Eler, Ü.; Asan, Ü. 2007. Eraslan 90 Yaşında. İÜ Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Sayı 2, s. 37-44, Büyükdere-İstanbul.
142. Eler, Ü. 2008. Türkiye’de Orman Kaynaklarından Yararlanılmasında Yetişkin Eleman Sorunu. 3. Ulusal Ormancılık Kongresi, 20-22 Mart, Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara.
143. Eler, Ü. 2008. Türkiye’de Orman Amenajman Yönetmeliğinin Tarihsel Gelişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı: 2, s. 89-98, Isparta.
144. Eler, Ü.; Usta, H.Z.; Erkan, N.; Örtel, E. 2008. Batı Akdeniz Ormancılık Müdürlüğü’nün Orman Amenajman ve Hasılat Konularında Yaptığı Araştırmalar. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü 50. Yıl Etkinliği, Bildiriler, s. 240-250, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Antalya.
145. Eler, Ü.; Özçelik, R. 2009. Türkiye’de Orman Yangınlarında İnsan Faktörü. I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu. 07-10 Ocak, Tebliğler Kitabı, s.504-510, Antalya.
146. Eler, Ü.; Özçelik, R. 2009. Ormanda Yangın Tehlikesinin Azaltılması. I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu. 07-10 Ocak, Tebliğler Kitabı, s. 511-516, Antalya.
147. Eler, Ü. 2009. Ülkemizde Tarihsel Süreçte Halk-Orman İlişkilerinin Durumu. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, SDÜ Orman Fakültesi, Sempozyum, 19-21 Şubat, Bildiriler Kitabı, s.47-54, Isparta.
148. Özçelik, R.; Eler, Ü. 2009. Effects of Release Cutting On The Development of Young Natural Lebanon Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) Stands of The Lake Districh in Turkey. Journal of Environmental Biology, March, p. 179-182, India.
149. Eler, Ü.; Usta, H. Z. 2010. Türkiye’de Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ile İlgili Bilgiler. Web: www.baoram.gov.tr
150. Eler, Ü.; Usta, H. Z. 2010. Existing Information on Cedar of Lebanon (*Cedrus libani* A. Rich.) in Turkey. Web: www.baoram.gov.tr
151. Asan, Ü.; Eler, Ü.; Özdemir, İ.; Özçelik, R. 2010. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama Sürecinde Fonksiyonel İşletme Sınırları ve Amaç Kuruluşlarının Belirlenmesi. Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceği Çalıştayı, Sonuç Bildirgesi ve Tebliğler Kitabı, s. 127-147, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
152. Çatal, Y.; Özdemir, İ.; Özçelik, R.; Eler, Ü. 2010. Orman Amenajmanında Nasıl Bir Planlama Yapılmalıdır. Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceği Çalıştayı, Sonuç Bildirgesi ve Tebliğler Kitabı, s. 178-190, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
153. Eler, Ü. 2010. Türkiye’de Orman Amenajmanının Dünü Bugünü. Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceği Çalıştayı, Sonuç Bildirgesi ve Tebliğler Kitabı, s. 191-204, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
154. Özçelik, R.; Özdemir, İ.; Eler, Ü. 2010. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Amenajman Planlarının Düzenlenmesinde Ağaç Serveti ve Artımının Envanteri. Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceği Çalıştayı, Sonuç Bildirgesi ve Tebliğler Kitabı, s. 220-238, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
155. Eler, Ü. 2012. Araştırma ve Ormancılık. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Kuruluşunun 60. Yılında Ormancılık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 455-459; 7-9 Kasım 2012, Bolu.
156. Eler, Ü. 2012. Ormancılık Biyometrisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Gözden Geçirilmiş, Yeni Baskı) Fakültesi, Yayın No: 21, Isparta.
157. Eler, Ü. 2013. Dendrometri. (Gözden Geçirilmiş, İkinci Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 30, Isparta.
158. Özçelik, R.; Eler, Ü. 2013. Orman Amenajmanında Ağaç Serveti Envanteri. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, 26-28 Kasım, Bildiriler Kitabı, s. 665-674, Orman Genel Müdürlüğü, Antalya.
159. Aydın, A.C.; Örtel, E.; Ülküdü, M.; Sayın, M.Z.; Eler, Ü. 2013. Orman Kaynaklarının Planlanmasında Model, Klasik ve Fonksiyonel Planların Karşılaştırılması (Gazipaşa Örneği). Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, 26-28. Kasım, Antalya, Bildiriler Kitabı, s. 406-415, Orman Genel Müdürlüğü, Antalya.
160. Özçelik, R.; Diamantopoulou, M. J.; Crecente-Campo, F.; Eler, Ü. 2013. Estimating Crimean juniper tree height using nonlinear regression and artificial neural network models. Forest Ecology and Management 306 (2013) 52-60.
161. Eraslan, İ.; Eler, Ü. 2014. Orman İşletmesinin Planlanması ve Denetimi. (Gözden Geçirilmiş, İkinci Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 35, Isparta.
162. Eler, Ü. 2014. Toros Sedirinin Artım-Büyüme İlişkileri ve Amenajman İlkeleri. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. SDÜ Orman Fakültesi, 22-24. Ekim. Bildiriler Kitabı, s. 26-33, Isparta.
163. Eler, Ü.; Carus, S.; Özçelik, R.; Çatal, Y. 2014. Orman ve Toplum. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. S.D.Ü. Orman Fakültesi, 22-24. Ekim. Bildiriler Kitabı, s.147-153, Isparta.
164. Çatal, Y.; Eler, Ü.; Carus, S.; Özçelik, R.; Alkan, O. 2014. Tek Ağaçta Çap Artımı Tahmini Üzerinde Artımın Ölçüldüğü Periyot Süresi ve Meşcere Sıklığının Etkisinin İncelenmesi (Ağlasun Kızılcım Ağaçlandırmaları Örneği) II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. SDÜ Orman Fakültesi, 22-24. Ekim. Bildiriler Kitabı, s.170-178, Isparta.
165. Eler, Ü. 2015. Toros Sediri ile İlgili Bilgiler. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya.
166. Diamantopoulou, M. J.; Özçelik, R.; Cerente-Campo, F.; Eler, Ü. 2015. Estimating of Weibull Function Parameter Distribution Using Least Squares and Artificial Neural Networks Methods. Biosystems Engineering 133, 33-45.
167. Erkan, N.; Aydın, A.C.; Eler, Ü. 2016. Güney Anadolu Bölgesindeki Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Kültür Ormanlarında Değişik Silvikültürel Uygulamalara Göre Artım ve Büyüme İlişkileri. Proje Sonuç Raporu. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya.
168. Eler, Ü. 2016. İngilizce-Türkçe Ormancılık Sözcük ve Deyimleri. Yeniden Gözden Geçirilerek, Güncelleştirilmiş, İkinci Baskı. SDÜ Orman Fakültesi Yayın No:48, 565 s. Isparta.
169. Eler, Ü. 2016. Türkçe-İngilizce Ormancılık Sözcük ve Deyimler. Yeniden Gözden Geçirilerek, Güncelleştirilmiş, İkinci Baskı, SDÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 71, 367 s. Isparta.
170. Eler, Ü. 2016. Orman Amenajmanı. SDÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 17. Yeniden Gözden Geçirilerek Güncelleştirilmiş, İkinci Baskı, Isparta.
171. Özçelik, R.; Fonseca, T.J. Fidalgo; Parresol, B.R.; Eler, Ü. 2016. Modelling the Diameter Distributions of Brutian Pine Stands Using Johnson’s S_B Distribution. Forest Science, 62 (6): 587-593.

Instructions for authors

Manuscript should be prepared in A4 page size, with Times New Roman font and 12 pt font size, as plain text. Unless necessary, no special formatting should be used. Page and line numbers should be included into the manuscript. Please check out the explanations below for other details.

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not exceed 250 words, and briefly explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be used below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units. Abbreviations should be explained briefly within a parenthesis where it appears first.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Oliver et al., 1996; Geray, 1998). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). See Appendix 1 for details on references.

Tables and figures: All tables and figures (graphs, photographs, maps etc.) should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be given at the end of the manuscript. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be simple, and their text, number and symbol components should be easily visible and understandable. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution and 8.15 or 17 cm width. Characters within the figures should be in Times New Roman font type and 8 pt font size.

Submission of a manuscript: All review and publishing processes are carried out online in [DergiPark Academic](#). Authors should first “[register](#)” and “[login](#)” to the system and then upload their manuscript with a “[cover letter and copyright transfer form](#)”.

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, 12 punto Times New Roman yazı tipinde ve düz metin şeklinde hazırlanmalıdır. Zorunlu olmadıkça hiçbir özel format kullanılmamalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir. Diğer hususlar için lütfen aşağıdaki açıklamalara bakınız.

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri yer almalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalı, kısaca araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında kullanılabilir.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) uygun olmalıdır. Kısaltmalar ise metin içerisinde ilk geçtiği yerde parantez içinde açıklanmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Oliver vd., 1996; Geray, 1998). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). Kaynaklar hakkında detaylar için Ek 1'e bakınız.

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller (grafik, fotoğraf, harita vb.) metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve metnin sonuna eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller mümkün olduğu kadar sade olmalı, içerilerindeki metin, rakam, sembol vb. unsurlar net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde ve 8.15 ya da 17 cm genişliğinde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde ve 8 punto büyüklüğünde olmalıdır.

Makalenin gönderilmesi: Dergimizin tüm hakemlik ve yayıncılık faaliyetleri online olarak [DergiPark Akademik](#) üzerinden yürütülmektedir. Yazarların öncelikle dergimize “[kayıt](#)” olup sisteme “[giriş](#)” yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte “[üst yazı ve telif devir](#)” formunu sisteme yüklemelidirler.

Appendix 1. References

In accordance with generally accepted principles; author, publication year, title, publisher, page numbers and other appropriate information should be given for each reference.

Electronic references: Ordinary internet sites sources with limited credibility and permanence should not be used as an electronic reference. If a publication exists in both print and electronic versions, the print version should be preferred as a reference.

If used, electronic sources should be treated as printed sources; author, year of publication, title of the article or web page, publisher's name and place should be given. DOI numbers should be included at the end if an online-only publication is used as reference.

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

Binkley, D., Stape, J.L., Ryan, M.G., 2004. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, 193: 5-16.

Sarıkaya, A.G., Fakir, H., 2016. The morphological and distribution areas characteristics of native *Phlomis* L. (Lamiaceae) taxa in the Lakes District, Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2): 85-93, DOI: 10.18182/tjf.45620.

Book / Kitap

Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons, New York.

Geray, A.U., 1998. *Ekonomi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 3870/430, İstanbul.

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

Little, C.H.A., Pharis, R.P., 1995. Hormonal control of tree stem growth. In: Gartner, B.L. (Ed.), *Plant Stems: Physiology and Functional Morphology*, Academic Press, New York, pp. 281-319.

Alkan, H., 2007. Devlet orman fidanlık işletmeleri (DOFİ)'nde maliyet yönetimi ve pazarlama. Yahyaoğlu, Z., Genç M. (Ed.), *Fidan Standardizasyonu*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:75, Isparta, s. 493-548.

Thesis and dissertation / Tez

Gurlevik, N., 2002. Stand and soil responses of a loblolly pine plantation to midrotation fertilization and vegetation control. PhD Dissertation, North Carolina State University, NC, USA.

Ok, K., 1997. Aynı yaşlı ormanlarda kesim düzeninin ekonomik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Conference proceedings / Konferans bildirisi

Erkan, N., 2002. Growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) in natural forest and plantation in Turkey. *Proceedings of IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations*, 11-13 September 2002, İzmit, Turkey, pp. 67-74.

Erdin, K., Şentürk, N., Yeşil, A., Koç, A., Selik, C., Yener, H., Yılmaz, Y., Atıcı, E., 1994. Nasıl bir orman bilgi sistemi (ORBİS)? 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, s. 136-141.

Electronic reference / Elektronik kaynak

FAO, 2011. *Fact and figures: Forest cover*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/forestry/28808/en/>, Accessed: 22.12.2012.

OGM, 2015. *Bal ormanları*. Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Ankara, <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Ormanlar%C4%B1.pdf>, Erişim: 06.03.2015.

Ek 1. Kaynaklar

Genel kabul görmüş ilkelere uygun olarak, her bir yayının yazarı, yayın yılı, başlığı, yayıncısı, sayfa numarası ve gerekli diğer bilgileri verilmelidir.

Elektronik kaynaklar: Sıradan bir internet sitesi gibi güvenilirliği ve devamlılığı şüpheli olan elektronik kaynaklar tercih edilmemelidir. Eğer bir kaynağın hem elektronik hem de basılı hali mevcutsa, basılı olanı referans gösterilmelidir.

Eğer kullanılacaksa, elektronik kaynaklar da basılı kaynaklar gibi düşünülmeli; yazar, yayın yılı, makale veya internet sayfasının başlığı, yayıncı adı ve yeri verilmelidir. Sadece çevrimiçi yayın yapan dergilerde DOI numarası da kaynağın sonuna eklenmelidir.

