



Süleyman Demirel Üniversitesi

Orman Fakültesi Dergisi

Yıl
Year 2012

Cilt
Volume 13

Sayı
Number 1

ISSN: 1302-7085
e-ISSN: 1309-2111



Faculty of Forestry Journal
Süleyman Demirel Üniversitesi

Isparta



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

Basılı ISSN: 1302-7085
Elektronik ISSN: 1309-2111

Yılda iki sayı olarak yayınlanan hakemli bir dergidir.
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi tarafından yayınlanmaktadır.
Tarandığı indeksler: CAB Abstracts, TÜBİTAK-ULAKBİM

Dergi yayın kurulu

Editör

Nevzat GÜRLEVİK, Yrd.Doç.Dr.

Yardımcı Editörler

Halil Turgut ŞAHİN, Doç.Dr.
A. Alper BABALIK, Yrd.Doç.Dr.
H. Oğuz ÇOBAN, Yrd.Doç.Dr.
Mehmet KORKMAZ, Yrd.Doç.Dr.
Mehmet TOPAY, Yrd.Doç.Dr.
Yılmaz ÇATAL, Yrd.Doç.Dr.
Tuğba YILMAZ, Arş.Gör.
Zeynep AKGÜL, Arş.Gör.
Süleyman UYSAL, Uzman

Kapak ve Logo Tasarım

Oğün Ç. TÜRKAY, Orm.Yük.Müh.

Baskı

SDÜ Basımevi – ISPARTA

İletişim

SDÜ Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Telefon : 0246 211 3833
Fax : 0246 237 1810
E-posta : ofdergi@sdu.edu.tr
Ağ adresi : http://edergi.sdu.edu.tr

Danışma kurulu

Ali Naci Tankut, Prof. Dr., Bartın Üniversitesi, Türkiye
Alois Skoupy, Prof. Dr., Mendel University, Çek Cumhuriyeti
Arif Karademir, Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Asko Lehtijarvi, Yrd.Doç.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye
Aydın Tüfekçioğlu, Prof. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye
Aynur Aydın Coşkun, Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Bahar Türkyılmaz, Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Türkiye
Cemil Ata, Prof. Dr., Yeditepe Üniversitesi, Türkiye
Emin Zeki Başkent, Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
Ertuğrul Bilgili, Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
Ferhat Gökbulak, Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Fikret Işık, Doç.Dr., North Carolina State University, ABD
Gökhan Abay, Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye
H. Hulusi Acar, Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
H. Şebnem Düzgün, Prof. Dr., Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Türkiye
Hakkı Alma, Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Kani Işık, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Kenan Ok, Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Nihat Sami Çetin, Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Nilgöl Karadeniz, Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Türkiye
Osman Karagüzel, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Sadık Artunç, Prof. Dr., Mississippi State University, ABD
Veli Ortaçşme, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, orman mühendisliği, orman endüstri mühendisliği, peyzaj mimarlığı ve yaban hayatı ekolojisi ve yönetimi çalışma konularında bilimsel makaleler yayınlamaktadır. Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Hakemlik sürecini başarıyla tamamlayıp yayına kabul edilen çalışmalardan orijinal araştırmaya dayalı olanlara yayın aşamasında öncelik verilmekte, bununla birlikte ancak sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır. Dergimiz ülkemizde elektronik dergicilik yaparak geniş kitlelere ulaşan ilk ormancılık dergisi olmanın ve TÜBİTAK-ULAKBİM ve CAB Abstracts gibi ulusal ve uluslararası veri tabanlarına ilk üye olan dergiler arasında yer almanın gururunu yaşamaktadır.

2000 yılından beri yayıncılık yapan dergimiz, 12. yılında kendisini yenileyerek daha modern bir yüze kavuşmuştur. Bu çerçevede, saygın bilim insanlarından oluşan yeni bir danışma kurulu oluşturulmuştur. Ayrıca, dergimizin formatı yenilenerek daha modern bir yapıya kavuşturulmuştur.

Dergimiz halen SCI değerlendirme sürecinde olup, gelecekte de kaliteye odaklı, bilimsel ilkeler çerçevesinde hızlı ve güvenilir yayıncılık yapan bir dergi olmayı hedeflemekteyiz. Bu hedefi gerçekleştirmede yanımızda olan bütün meslektaşlarımıza desteklerinden dolayı teşekkür eder, saygılar sunarız.



SÜLEYMAN DEMİREL UNIVERSITY
FACULTY OF FORESTRY JOURNAL

Print ISSN: 1302-7085
Electronic ISSN: 1309-2111

A peer reviewed journal, published biannually
Published by Süleyman Demirel University Faculty of Forestry
Indexed in CAB Abstracts, TÜBİTAK-ULAKBİM

Editorial Board

Editor-in-Chief

Nevzat GÜRLEVİK, Asst.Prof.Dr.

Subject Editors

Halil Turgut ŞAHİN, Assoc.Prof.Dr.
A. Alper BABALIK, Asst.Prof.Dr.
H. Oğuz ÇOBAN, Asst.Prof.Dr.
Mehmet KORKMAZ, Asst.Prof.Dr.
Mehmet TOPAY, Asst.Prof.Dr.
Yılmaz ÇATAL, Asst.Prof.Dr.
Tuğba YILMAZ, Res.Asst.
Zeynep AKGÜL, Res.Asst.
Süleyman UYSAL, Expert

Cover and Logo Design

Oğün Ç. TÜRKAY, MSc

Press

SDÜ Basımevi – ISPARTA

Contact information

SDÜ Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Phone : +90 246 211 3833
Fax : +90 246 237 1810
E-mail : ofdergi@sdu.edu.tr
Web address : <http://edergi.sdu.edu.tr>

Advisory board

Ali Naci Tankut, Prof.Dr., Bartın Üniversitesi, Türkiye
Alois Skoupy, Prof. Dr., Mendel University, Czech Republic
Arif Karademir, Assoc.Prof.Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Asko Lehtijarvi, Asst.Prof.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye
Aydın Tüfekçioğlu, Prof. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye
Aynur Aydın Coşkun, Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Bahar Türkyılmaz, Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Türkiye
Cemil Ata, Prof. Dr., Yeditepe Üniversitesi, Türkiye
Emin Zeki Başkent, Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
Ertuğrul Bilgili, Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
Ferhat Gökbulak, Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Fikret Işık, Assoc.Prof.Dr., North Carolina State University, USA
Gökhan Abay, Assoc.Prof.Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye
H. Hulusi Acar, Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
H. Şebnem Düzgün, Prof. Dr., Ortaoğu Teknik Üniversitesi, Türkiye
Hakkı Alma, Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Kani Işık, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Kenan Ok, Prof.Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Nihat Sami Çetin, Prof.Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Nilgül Karadeniz, Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Türkiye
Osman Karagüzel, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Sadık Artunç, Prof. Dr., Mississippi State University, USA
Veli Ortaçesme, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

SDÜ Faculty of Forestry Journal publishes scientific papers regarding forest engineering, forest products engineering, landscape architecture and wildlife ecology and management. Manuscripts submitted to our journal should be original works that haven't been published somewhere else. Manuscripts are accepted for publication once they successfully complete the review process. Original research papers are given a priority in publication and only a limited number of review papers are published. Our journal is proud to be the first forestry journal publishing electronically to reach wider communities and becoming one of the first members of national and international indexes such as TÜBİTAK-ULAKBİM and CAB Abstracts.

SDÜ Faculty of Forestry Journal has been published since 2000 and recently, some changes were made in its 12th year of publication. In this regard, a new advisory board is formed with well respected scientists. In addition, page layout has been modified to have a modern look.

Currently, our journal is in an evaluation process for SCI. For the future, it aims to stay focused on quality and perform fast and dependable publishing. We would like to thank our colleagues for their support to reach this goal.

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) ile ekolojik verinin modellenmesi
Kürşad Özkan..... 1-4
- Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] meşcerelerinde uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkileri
Musa Genç, Kürşad Özkan, Ramazan Özçelik, Ş. Teoman Güner, Serkan Gülsoy, Ayşe Deligöz..... 5-13
- Orman işletmelerinde iktisadilik düzeyinin TOPSIS yöntemi ile analizi
Mehmet Korkmaz 14-20
- Göller bölgesi orman yolu inşaatlarında yaklaşık maliyet ve hakediş değerlerinin irdelenmesi
H. Hulusi Acar, Mehmet Karabacak..... 21-27
- Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları avifaunası üzerine araştırmalar
Vedat Beşkardeş..... 28-34
- Farklı dikim aralıklarında yetişen dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) odunlarının bazı anatomik ve morfolojik özellikleri
Cengiz Güler, Halil İbrahim Şahin, Emrah Çiçek 35-40
- Kentsel yeşil alanlar için mekânsal yeterlilik ve erişebilirlik analizi; Burdur örneği, Türkiye
Mahmut Serhat Yenice 41-47
- Ankara ili biyoiklimsel konfor analizi
Ali Emrah Gümüş..... 48-56

Derleme

- Korunan doğal alanlarda kullanılabilecek ziyaretçi yönetim modelleri ve karşılaştırılması
Sibel Akten, Atila Gül, Murat Akten..... 57-65
- Ormanlık alanlarda toprak sıkışması sorunu
Bülent Turgut 66-73

CONTENTS

Research

- Modelling ecological data using classification and regression tree technique (CART)
Kürşad Özkan..... 1-4
- Effects of first thinning treatments on ecophysiological characteristics in Anatolian black pine [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] stands
Musa Genç, Kürşad Özkan, Ramazan Özçelik, Ş. Teoman Güner, Serkan Gülsoy, Ayşe Deligöz..... 5-13
- Analysis of economic efficiency at forest enterprises with TOPSIS method
Mehmet Korkmaz 14-20
- The investigation of approximate cost and progress payment for forest road building in Lakes Region of Turkey
H. Hulusi Acar, Mehmet Karabacak..... 21-27
- Investigations on avifauna of Yedigöller and Yeşilöz Wildlife Reserves
Vedat Beşkardeş..... 28-34
- Some anatomical and morphological properties of narrow-leaf ash (*Fraxinus angustifolia*) wood grown in different spacing
Cengiz Güler, Halil İbrahim Şahin, Emrah Çiçek 35-40
- A spatial sufficiency and accessibility analysis for urban green spaces: A case study for Burdur, Turkey
Mahmut Serhat Yenice 41-47
- Analysis of bioclimatic comfort of Ankara province
Ali Emrah Gümüş..... 48-56

Review

- The comparison of visitor management frameworks in protected natural areas
Sibel Akten, Atila Gül, Murat Akten..... 57-65
- Soil compaction in forest soils
Bülent Turgut 66-73

Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) ile ekolojik verinin modellenmesi

Kürşad Özkan

Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

İletişim yazarı/Corresponding author: kursadozkan@sdu.edu.tr , Geliş tarihi/Received: 07.07.2011, Kabul tarihi/Accepted: 08.02.2012

Özet: Orman ekosistemlerinde hedef türlerin yetişme ortamı özelliklerine göre modellenmesi ile ilgili parametrik olmayan yöntemlerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Parametrik olmayan yöntemlerden biride sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniğidir (SRAT). Bu yöntem kullanılarak hem kategorik (sınıflandırma ağacı) hem de sürekli (regresyon ağacı) bağımlı değişkenler modellenebilmektedir. Bundan dolayı SRAT hayvan ve bitki türlerinin dağılım modelleri için ideal bir yöntemdir. Bu derlemede SRAT hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Parametrik olmayan yöntemler, Tür dağılımı, Tür çeşitliliği, Coğrafi modelleme, Potansiyel dağılım

Modelling ecological data using classification and regression tree technique (CART)

Abstract: Nonparametric methods have been increasingly used in order to model the distribution of target species in the forest ecosystems by means of environmental factors in recent years. One of the nonparametric methods is classification and regression tree technique (CART). By using CART, both categorical and continuous dependent variables can be modeled. That is why CART is a suitable technique for the distribution, productivity and diversity models of animal and plant species. This review was written to give information about CART.

Keywords: Nonparametric methods, Species distribution model, Species diversity, Spatial modeling, Potential distribution

1. Giriş

Orman ekosistemlerinde modelleme çalışmaları genelde hedef türlerin yetişme ortamına uygunluğuna, verimliliğine ve tür çeşitliliğine odaklanmıştır. Bu modelleme çalışmalarında çeşitli analitik yöntemlere başvurulmaktadır. Geleneksel veya doğrusal yöntemler olarak tür dağılımında lojistik regresyon analizi ve verimlilik/tür çeşitliliği dağılımında çoklu regresyon analizi ilgi grupları tarafından en fazla bilinenlerdir. Bu yöntemler uzun yıllar boyunca ekoloji alanında çalışan araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Bununla birlikte özellikle son yıllarda parametrik ve doğrusal olmayan, hiyerarşik ve/veya kural tabanlı yöntemlerin kullanımında hızlı bir artış vardır. Ekolojik veri değerlendirme ve modelleme çalışmalarında geleneksel olmayan yöntemlerin seçiminde verinin yapısı büyük rol oynamaktadır. Ekolojik veri genelde karışıktır, dengesizdir, eksiktir, aykırı ve/veya uzak gözlem içerebilmektedir. Ekolojik ilişkiler birçok yerde doğrusal değildir ve muhatap değişkenlerin birçoğu normal dağılım gösteremeyebilir. Dahası doğrusal modeller kullanıldığında, bağımsız değişkenler üstünden bir bağımlı değişkenin varyasyonu yüksek derecede açıklansa dahi, özellikle ekolojik araştırmalarda sıklıkla karşılaşılan bağımsız değişkenler arasındaki yüksek korelasyondan doğan çoklu bağlantı problemi modelleri geçersiz kılmaktadır.

Ekolojik araştırmalarda geleneksel olmayan yöntemlere olan talep artışının bir diğer önemli sebebi, bu yöntemlere yönelik birçok yazılımın yapılmış ve kullanıma sunulmuş

olmasıdır. Bu bağlamda S-PLUS ve DTREG paket programları en fazla tercih edilenlerdir.

Geleneksel olmayan yöntemlerden en fazla tercih edilenlerinden biri sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) olarak isimlendirilmektedir. Bu derleme SRAT hakkında bilgi vermek amacıyla yazılmıştır.

2. Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği

SRAT parametrik olmayan kural tabanlı bir tekniktir. SRAT'ın temel amacı bağımlı değişkene göre ana veri matrisini (bağımsız değişkenler matrisi) homojen alt gruplara ayırmaktır. Alt grupların oluşturulmasında veri dallanan bir ağaç şeklinde hiyerarşik bir düzende sunulur. Ağaç şekil içindeki ara düğümlerde en iyi ayırımı yapmış olan bağımlı değişkenler gösterilir. Bu düğümlerin dallarında ayırıcı bağımlı değişkenlerin kritik değeri verilir. Yapraklar bağımlı değişkenin değerlerini gösterir. Kök düğüm (ilk düğüm noktası) noktasından itibaren yapraklara kadar (en son düğüm) hatlar bulunmaktadır. Bu hatlar boyunca sınıflar arası ayırımın maksimize edildiği ve her sınıfın içindeki varyasyonun minimize edildiği ayırımların kuralları gösterilmektedir. Bu yaklaşım kullanılarak hem kategorik hem de sürekli bağımlı değişkenler modellenebilmektedir. Eğer bağımlı değişken kategorik ise yöntemin adı sınıflandırma ağacı (SA), sürekli ise regresyon ağacı (RT) ismini alır (Chu vd., 2009; McKenny ve Pedlar, 2003; Navarrate ve Espinosa, 2011; Breiman vd., 1984; Özkan ve Mert 2010; De'ath ve Fabricius 2000).

2.1. Sınıflandırma ağacı

Bitki ve hayvan ekolojisinde hedef türlerin dağılım modelleri en önemli konulardan biridir ve sınıflandırma ağacı genelde türlerin dağılım modellemesi için kullanılmaktadır. Bu sebepten bağımlı değişken var-yok şeklinde iki kategoriye içermektedir (Breiman vd., 1984; De'ath ve Fabricius, 2000).

Sınıflandırma ağacı yönteminde ikili bağımlı değişkenin saflığına karar verilirken Gini katışıklık ölçümünü kullanılmaktadır.

Bir t düğümü için, Gini katışıklık indeksi ($g(t)$) aşağıdaki formülle belirlenmektedir.

$$g(t) = \sum_{j \neq i} p(j|t)p(i|t) \quad (1)$$

Burada i ve j hedef (bağımlı) değişkenin kategorileridir.

Türlerin dağılımına yönelik modellemelerde bağımlı değişkenlerin ikili (var-yok) kategorilerinden oluştuğundan dolayı indeks için eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$g(t) = 2p(1|t)p(2|t) \quad (2)$$

Düğümdeki bütün yenilenmiş kodlar sadece bir kategoriye ait olduğunda -ki bu durumda düğüm saftır- indeks değeri sıfıra eşittir. Bir düğümün en iyi kestirimini yapacak bağımsız değişkeni bulmak için bağımsız değişken setindeki her değişken değerlendirilir ve en iyi değere sahip olan -ki o katışıklık değerindeki en yüksek azalmayı göstermektedir- değişken seçilir. Herhangi bir t düğümü için düğümün bir aday ayırıcısı olan s hem sağ taraf ayırımını (t_R) hem de sol taraf ayırımını (t_L) gerçekleştirir.

Değer aşağıdaki formül ile belirlenir.

$$\phi(s, t) = g(t) - p_L g(t_L) - p_R g(t_R) \quad (3)$$

Burada P_R sağ taraftaki bağımlı t düğümündeki durumların oranını verirken P_L sol taraftaki t düğümündeki durumların oranını vermektedir. Her bir düğümde ikili s 'in bir aday S seti belirlenebilmektedir ve kök düğümü olan t_1 den başlayarak ayırıcı s^* bütün muhtemel S 'ler arasında daha büyük bir katışıklık azalama değeri ile aranmaktadır.

$$\phi(s^*, t_1) = \max_{s \in S} \phi(s, t_1) \quad (4)$$

İdeal bir ayırıcı s veri setini $g(t_L)=g(t_R)=0$ olacak şekilde iki alt gruba ayırmaktadır. Tekrarlamalı bölme algoritması, homojenlik sağlanana ve bazen tek bir durum bir sınıfta kalana kadar devam etmektedir. Bütün nihayi düğümlerin en ideal saflığa gelmesi ile maksimum ağaç elde edilmiş olur.

2.2. Regresyon ağacı

Regresyon ağaçlarında sınıflar yoktur. Bu sebepten regresyon ağacı tekniğinde sınıflandırma ayırım kuralları Gini indeksi kullanılarak uygulanamaz. Regresyon ağacındaki ayırımlar iki sonuçlanan düğüm için tahmin edilen toplam varyansın minimize olmasının gerekliliği anlamına gelen "artıkların karelerini azaltma algoritmasına"

göre gerçekleştirilir (Breiman vd., 1984; De'ath and Fabricius, 2000).

Regresyon ağacı yönteminde her düğümde minimizasyon (azaltma) problemi aşağıda gibi çözümler.

$$\arg \min_{x_j \leq x_j^R, j=1, \dots, M} [P_L \text{Var}(Y_L) + P_R \text{Var}(Y_R)] \quad (5)$$

Burada P_L ve P_R sırası ile sol ve sağ düğümlerin olasılıklarıdır. M eğitim setindeki değişkenlerin sayılarıdır.

Değişken j " x_j " olarak gösterilmektedir. x_j^R ise değişken x_j nin en iyi ayırım değerini göstermektedir. $\text{Var}(Y_L)$, $\text{Var}(Y_R)$ karşılıklı sağ ve sol alt düğümler için sorumlu vektörlerdir.

$x_j \leq x_j^R, j=1, \dots, M$ optimal ayırım sorgulaması anlamına gelmektedir.

Artıkların karelerini azaltma algoritması Gini ayırım kurallarına benzemektedir. Eğer sınıf k 'nin nesnelere değer "1", diğer sınıfların nesnelere değer "0" ataması yapılır ise, o zaman bu değerlerin örnek varyansı $p(k|t)[1 - p(k|t)]^2$ e eşit olur. Katışıklık ölçümü $i(t)$ aşağıdaki yolla bulunur.

$$i(t) = 1 - \sum_{k=1}^K p^2(k|t) \quad (6)$$

Burada $p(k|t)$ düğüm t içinde sınıf k 'nin koşullara bağlı özelliklerini, K sınıf sayısını, k sınıf indeksini ve t düğüm indeksini göstermektedir.

2.3. Optimal ağaç

Herhangi bir sınıflandırma yapmadan, sınıflandırma ve SRAT ile elde edilen ilk ağaç modele maximum ağaç ismi verilir. Veri setindeki aykırı veya uzak gözlemlerden dolayı maksimum ağaç genellikle aşırı eğitilmiştir. Bu sorunu ortada kaldırmak için budama yapılması ve optimal ağacın elde edilmesi gerekir. Uygun ağaç boyutunu bulmak için yaklaşımlardan biri veri setinin bir kısmının test için diğer kısmının eğitim için ayrılması şeklindedir. Eğitimle elde edilen ağaç model üstünden test setinde hem bütün ağaç hem de alt ağaçlar için hata değerleri hesaplanır ve en küçük hata değerine sahip alt ağaç optimal ağaç olarak belirlenir. Ancak bu yolla genellikle ideal ağacın elde edilmesi pek mümkün olmamaktadır. Dahası bu yaklaşımın kullanılması için geniş bir veri setine ihtiyaç vardır. Bunun yerine araştırmacıların daha fazla tercih ettikleri çapraz geçerlilik (cross-validation) testi uygulanabilir. Çapraz geçerlilik testinde (1) veri eşit orana (genellikle on eşit parçaya) ayrılır ve her defasında bir altgrup (verinin %10'u) test için kullanılmak üzere veriden çıkartılır ve diğer kalan veriler ile model inşa edilir. (2) Bu işlem verinin ayrıldığı parça sayısı kadar (10 defa) gerçekleştirilir ve böylece bütün veri kullanılmış olur. (3) Her defasında inşa edilen modeller ilgili test grupları ile kontrol edilir. Daha sonra bütün alt gruplar birleştirilir, 2. ve 3. adımlar ağacın her boyutu için gerçekleştirilir. Modellerin değerlendirilmesi ile en düşük hata değerine sahip ağaç optimal ağaç olarak kabul edilir (Breiman vd., 1984; De'ath ve Fabricius, 2000; Moisen, 2008).

2.4. Modellerin değerlendirilmesi

Model değerlendirmelerinde hata değerlerinin hesaplanmasında genelde sınıflandırma ağacı için sınıflandırma hata oranı kullanılır. Bunun dışında kappa katsayısı, khi kare, odds oranı ve duyarlılık testleri sınıflandırma ağacı modellerin değerlendirilmesi için kullanılabilir (Manel vd., 2001; Liu vd., 2005; Özkan ve Mert 2010). Regresyon ağacı modellerinin hata değerlendirmelerinde ortalama karakök hatası veya artıkların ortalama sapması kullanılmaktadır. Bunun yanında regresyon katsayısı, etkinlik katsayısı, Akaike kriteri ve Bayesian kriteri regresyon ağacı modellerinin değerlendirilmesi için kullanılabilir diğer yaklaşımlardır (Aertsen vd., 2010).

3. Kuralların yazılması ve coğrafi modelleme

Optimal ağaca karar verildikten sonra, analiz bitmiştir ve bu ağaç model artık kullanılmaya hazırdır. Ağaç modeller ihtiyaç duyuldukça belli alanlarda hedef değişkenin kestirimi yapmak için kullanılabilir. Diğer yandan ağaç modeller hedef değişkenlerin coğrafi modellemeleri içinde kullanılabilir. Ancak coğrafi modelleme için sınıflandırma ve regresyon ağaçlarının oluşumunu sağlayan bağımlı değişkenlerinin her birine ait dijital altlık haritalarının mevcut olması gerekir. Sınıflandırma ve regresyon ağaçlarının coğrafi modellemesi için modeldeki her nihai düğüm değeri kestirim değeri olarak kullanılır ve her hücreye bu kesitimi değerleri ilgili bağımsız değişkenlerin kritik değerleri esas alınarak atanır. Böylece hedef değişkenlerin coğrafi modellemesi gerçekleştirilmiş olur (Özkan ve Mert, 2010).

Sınıflandırma ve regresyon ağacının coğrafi modellemesinde her bir nihai düğüm için (B_n) ilgili bağımsız değişken veya değişkenlerin sürekli (formül 8) veya

kategorik (formül 9) olma durumuna göre aşağıdaki (eğer-ise kuralları) formüller kullanılır.

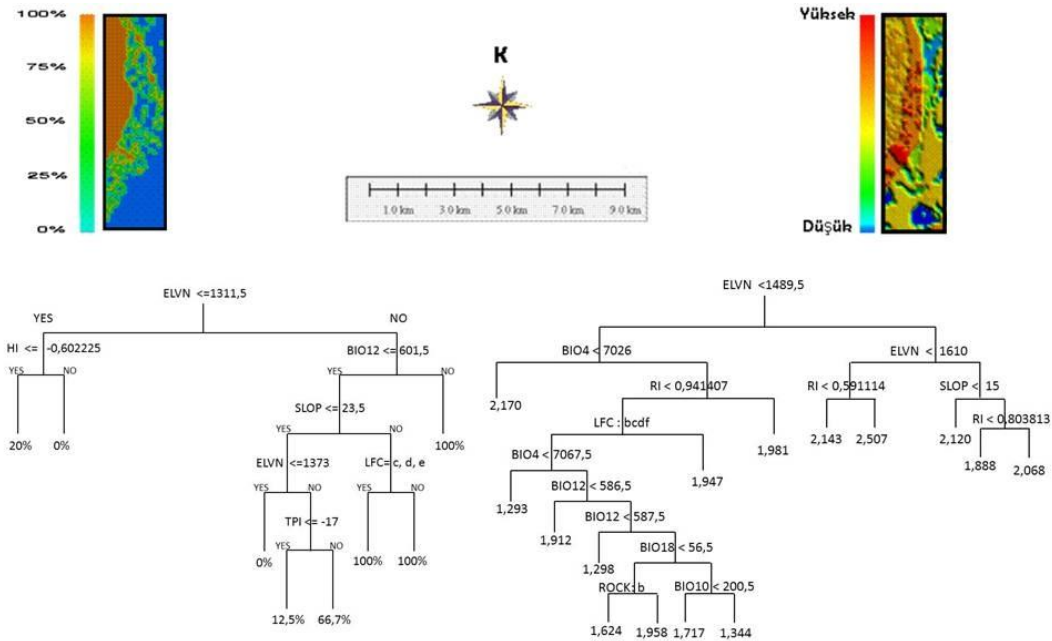
$$=E\check{G}ER(VE(X_{L1ij} \# Nd_1; X_{L2ij} \dots X_{Lnij} \# Nd_n); \longrightarrow (B_n) \quad (8)$$

$$=E\check{G}ER(VE(VEYA(X_{LC1ij}=c_1; X_{LC2ij}=c_2; \dots X_{LCnij}=c_n); \longrightarrow (B_n) \quad (9)$$

Burada $X_{L1ij} \dots X_{Lnij}$ ağaç üzerinde belli bir hatta ilk seviyeden ($L1$) (tepe düğümü) son seviyeye (nihai düğüm) (Ln) kadar i . sütun ve j . satır için ayırıcı değişkenleri ve onların kritik değerlerini göstermektedir. Nd ayırıcı değişkenlerin ilgili hat boyunca her bir seviyedeki kritik değerlerini göstermektedir. X_{LCij} kategorik ayırıcı değişkenleri göstermektedir ve c_n belli bir kategorik değişkenin eğer-ise kurallarından elde edilen kategorileridir.

4. Uygulama örneği

Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniğinin uygulama çıktılarına örnek göstermek amacıyla Şekil 1'de Yukarıgökdere yöresinde dikdörtgen şeklinde kesilen belli bir alanda henüz daha yazım aşamasında olan iki çalışmanın (Toros sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich) ve tür çeşitliliğinin (H) ağaç ve coğrafi dağılım modelleri verilmiştir. Şekil 1 de ki ağaç modellere bakılacak olursa sınıflandırma ağacı yönteminin uygulandığı Toros sedirinin dağılımında başta yükselti (ELVN) olmak üzere sıcaklık indisi (HI), yıllık toplam yağış (BIO12), eğim (SLOP), arazi şekli (LFC) ve yamaç konumu indisi (TPI) rol oynamaktadır. Regresyon ağacının uygulandığı tür çeşitliliği dağılımında da yükselti (ELVN) en önemli yetişme ortamı faktörüdür. Bunun dışında, mevsimsel sıcaklık sapması (BIO4), radyasyon indeksi (RI), eğim (SLOP), arazi şekli (LFC), yıllık toplam yağış (BIO12), en sıcak üç aylık dönemin yağışı (BIO18), en sıcak üç aylık dönemin ortalama sıcaklığı (BIO10) ve anakaya (ROCK) tür çeşitliliği ağacı modelinin oluşmasında katkıda bulunan diğer değişkenlerdir.



Şekil 1: Yukarıgökdere (Isparta) Yöresi'nde bir kesit alanda Toros sedirinin dağılımının sınıflandırma ağacı yöntemi (sağda) ve tür çeşitliliği (H) dağılımının regresyon ağacı yöntemi (solda) ile elde edilen ağaç ve coğrafi dağılım modelleri

5. Öneriler

Ekosistemlerin planlaması ile faydalanma ve sürdürülebilirlik arasındaki denge için en temel ve en fazla istenen ekolojik bilgi hedef türlerin veya tür gruplarının potansiyel değer modelleri ve/veya haritalarıdır. Ekolojik anlamda bir potansiyel değer modeli ve/veya haritasının üretilmesi, bilimsel olarak gerçek veriler üstünden ilişkilendirme ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede potansiyel değer tabanlı modeller elde edilebilir.

Ekolojik ilişkilerin karmaşıklığı doğrusal modellerin zaafalarını ortaya çıkarmaktadır. Özellikle ormanları dağlık yerlerde bulunan ülkemizde, geleneksel analitik yaklaşımlar ile ekolojik ilişkilerin yeterince açıklanamadığı bir gerçektir.

SRAT geleneksel yöntemlere alternatif olabilecek hiyerarşik, kural tabanlı, nonparametrik bir yöntemdir. SRAT ile hem kategorik hem de sürekli değişkenler modellenmektedir. SRAT ile doğrusal olmayan ilişkilerin algulanması ve modellenmesi mümkün olmaktadır. SRAT kullanılacak nonparametrik yöntemlerden sadece biridir. Bunun dışında genelleştirilmiş doğrusal modelin bir uzantısı olan genelleştirilmiş eklemeli model, yapay sinir ağları veya bulanık mantık uygulamalarına da başvurulabilir (Özkan, 2010).

Orman ekolojisi alanında model tabanlı çalışmaların bir diğer önemi, üretilen modellerin iklim değişim senaryolarının dijital verilerine uyarlanabilmesidir. Model tabanlı haritaların potansiyel değer göstermesi hedef bölgelerde özellikle ağaçlandırma, restorasyon ve koruma çalışmalarında günümüz ve geleceğe yönelik doğru kararların verilebilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Aertsen, W., Kint, V., Orshoven, J., Özkan, K., Muys, B., 2010. Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests, *Ecological modelling* 221, 1119-1130.
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R., Stone, A.C.G., 1984. *Classification and regression trees*. Wadsworth International Group, Belmont, California, USA.
- Chu, C.M, Tsai, B.W., Chang, K.T., 2009. Integrating decision tree and spatial cluster analysis for landslide susceptibility zonation. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 59:470-483.
- De'ath, G., Fabricius K.E., 2000. Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, 81(11): 3178-3192 .
- Liu, C., Berry, P.M., Dawson, T.P., Pearson, R.G., 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distribution, *Ecography* 28, 385-393.
- Manel, S., Williams, H.C., Ormerod, S.J., 2001. Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence, *Journal of Applied Ecology*, 38, 921-931.
- Mckenney, D.W., Pedlar, J.H., 2003. Spatial models of site index based on climate and soil properties for two boreal tree species in Ontario, Canada. *Forest Ecology and Management*, 175:497-507.
- Moisen, G.G., 2008. Classification and Regression Tree. In: Jorgensen SE (ed) *In Encyclopedia of Ecology*, pp.582-588.
- Navarrate E., Espinosa M., 2011. Using the non-parametric classifies CART to model wood density. *Journal of Data Science* 9:261-270.
- Özkan, K., 2010. Orman ekosistem çeşitliliği haritalama çalışmaları için ekolojik alan çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine bir öneri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi* 2:136-148
- Özkan, K., Mert, A., 2010. Isparta Yukarı Gökdere Yöresinde Kasnak Meşesinin Senaryolarına göre 2050 ve 2080 yıllarında muhtemel potansiyel yayılış alanlarının coğrafi modellenmesi, *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu* 17-18 Haziran, 2010, Anitta Otel, Çorum.

Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] meşcerelerinde uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkileri

Musa Genç^a, Kürşad Özkan^{a,*}, Ramazan Özçelik^a, Ş. Teoman Güner^b, Serkan Gülsoy^a, Ayşe Deligöz^a

^a Süleyman Demirel Fakültesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

^b Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

* İletişim yazarı/Corresponding author: kursadozkan@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 17.11.2011, Kabul tarihi/Accepted: 27.01.2012

Özet: Bu çalışma, Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) meşceresinde uygulanan ilk aralamaların şiddetinin yakın dönem ekofizyolojik etkilerini incelemek ve uygun aralama derecesini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Aralama işlemleri, doğal yolla gençleştirilmiş 36-40 yaşlarındaki Anadolu karaçamı meşcerelerinde dört farklı aralama yoğunluğunda (Kontrol, zayıf alçak aralama, mutedil alçak aralama ve kuvvetli alçak aralama) üç tekrarlı olarak uygulanmıştır. Anadolu karaçamı bireylerine ait ortalama boy, göğüs yüksekliği çapı ve gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli ile toprak özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; aralama dereceleri ağaçların çap gelişimi üzerinde istatistiksel bakımdan önemli farklar meydana getirmiştir. Ancak boy, toprak özellikleri ve gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli üzerindeki etkiler önemli değildir. Nitekim gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli, kontrol işleminde - 1,53 MPa, zayıf alçak aralama işleminde - 1,51MPa, mutedil alçak aralamada işleminde - 1,49 MPa ve kuvvetli alçak aralamada işleminde - 1,50 MPa olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Alçak aralama, Ortalama çap, Ortalama boy, Ksilem su potansiyeli, Dunnet testi

Effects of first thinning treatments on ecophysiological characteristics in Anatolian black pine [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] stands

Abstract: The aim of this study is to determine the suitable thinning intensity and examine the ecophysiological effects in the near-term of intensity of the first thinning in natural Anatolian black pine (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) stands. The thinning treatments were applied at 36-40 years old Anatolian black pine natural regeneration with four different thinning intensities (control, very light thinning, moderate thinning, and heavy thinning) and three replications. The mean height, diameter at breast height and midday shoot xylem water potential of Anatolian black pine individuals, and soil properties were evaluated. The research results reveal that thinning treatments were effective on mean diameter at breast height, but not on mean height, soil properties and midday shoot water potentials. The midday shoot xylem water potentials were -1,53 MPa in control, -1,51 MPa in very light thinning, -1,49 MPa in moderate thinning, -1,50 MPa in heavy thinning.

Keywords: Low thinning, Mean diameter, Mean height, Xylem water potential, Dunnett test

1. Giriş

Sırkılık, direklik ve ince ağaçlık çağı başlarında uygulanmaya başlanan aralama müdahaleleri, orta ağaçlık çağı başından itibaren ortaya çıkmaya başlayan meşcere kuruluşlarına (işletme amacına) ulaşmada çok önemli etkilere sahiptir. Genç bir meşcere kendi haline bırakıldığında, beklenen fonksiyonları tam olarak yerine getirmesi mümkün olmayabilir. Oysa, tekniğe uygun ve düzenli aralama kesimleri, sağlıklı ve kaliteli meşcerelerin kurulmasına paralel olarak toprak özelliklerine ve biyolojik dolaşıma da katkı sağlamaktadır (Saatçioğlu, 1971; Kalıpsız, 1988; Genç, 2011b; Odabaşı vd., 2004).

Bakımları düzenli yapılmamış meşcerelerde aralamalar, sadece bir kesimle tamamlandığında, var olan meşcere sıklığına (sıkışıklığına) şiddetli bir müdahale yapılmış olur ki, bu durumda meşcereler dış etkilere karşı dayanıksız hale gelebilir. Bu tür olumsuzluklara karşı önerilen uygulama ise aralama kesimleri kapsamında, meşcereler istenmeyen

fertlerden temizleninceye kadar, 2-3 yıllık dönüşlerle 2-3 müdahale yapmaktır (Saatçioğlu, 1971).

Doğal yayılış alanları İstanbul ve Çanakkale boğazlarının doğusunda, Kuzey – Kuzeybatı – Batı – Güney ve Orta Anadolu’da bulunan Anadolu karaçamı [(*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder], estetik, bilimsel ve ekonomik özellikleriyle kıymetli bitkisel taksonlarımızdan biridir (Genç, 2011a). Yaklaşık 400-1400 m yükseltiler arasında geniş sahalarda saf ormanları mevcuttur. Toros Dağlarındaki yayılışı oldukça geniştir. Sırkılık-direklik çağında gerçekleştirilen aralamalarda genellikle maden direği, kâğıt, selüloz odunu ve sanayi odunu; ağaçlık çağındaki kesimlerden ise her türlü yapacak odun ve özellikle traverslik tomruk elde edilmektedir (Saatçioğlu, 1969).

Planlı ve fasıllı yapılmak şartıyla, bireyler arası mücadeleye de aktif müdahalelerde bulunan aralamalara, Anadolu karaçamı meşcerelerinde de sirkılık-direklik çağında başlanır. Artık gerçek anlamda meşcere bakımı başlamıştır ve alçak aralama müdahalelerine, boniteti

yüksek yetiştirme ortamlarında gençleştirme çağına kadar devam edilebilir.

Aralama müdahaleleri sırasındaki hatalı uygulamalar, uzun yıllar telafi edilemeyen meşcere kuruluşlarına ve o oranda ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Nasıl bir meşcere istendiği (işletme amacımız), tabii ki önemlidir. Ancak bu amaca ulaşmak için, geç kalınmış da olsa, meşcere gelişme çağları bağlamında aralama kesimlerinin nasıl yapılacağına ayrıntılı biçimde ortaya koyulması gerekmektedir.

Bu çalışmayla, Kurucaova yöresindeki Anadolu karaçamı meşcerelerinde uygulanan ilk aralama kesimlerinin göğüs çapı ve boy gelişimi, toprak özellikleri ve aktüel sürgün ksilem su potansiyeli üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu, yöresel olarak belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve metod

2.1. Araştırma alanı

Çalışma, Anadolu karaçamının optimal gelişme gösterdiği alanlardan Beyşehir Orman İşletme Müdürlüğü Kurucaova yöresinde (36S354790D, 4163107K) gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Doğal meşcerelerde, bu tip araştırmaların bütününe kurulabileceği genişlikte homojen yetiştirme ortamı bulmak son derece zordur. Bu nedenle denemeler, 29 Mayıs 2004 tarihinde, 10 x 10 m'lik (100 m²) alanlarda kurulmuştur. Diğer kısıtlayıcı faktör ise, yaş benzerliğidir. Çünkü aralama kesimlerinin tatbik edildiği yaş da çok önemlidir. Nitekim deneme alanı olacak meşcerelerin, büyük yaş farklılıkları göstermemesine özen gösterilmiş ve deneme alanları, 2004 yılı gelişme dönemindeki tespitlerimize göre 36-40 yaş aralığındaki bireylerden oluşmuştur.

Deneme parsellerinin yeri belirlendikten sonra, köşe kazıklarına parsel numarası yazılmış ve oluşturulan her deneme alanındaki tüm bireylerde göğüs çapı ve boy ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 1. Deneme alanlarının alındığı Kurucaova yöresinin haritada gösterimi

Denemeler 3 yinelemeli olarak, rastlantı blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Alçak aralama müdahaleleri 3 derecede (zayıf, mutedil ve kuvvetli alçak aralama) uygulanmış ve herhangi bir müdahalenin yapılmadığı üç alan da kontrol parselleri olarak araştırmaya dâhil edilmiştir. Aralama şiddetleri, deneme alanlarından çıkarılan meşcere göğüs yüzeyi miktarına göre belirlenmiş ve kontrol parsellerinde hiçbir işlem yapılmamıştır. Deneme alanlarındaki mevcut göğüs yüzeyinin, zayıf alçak aralama ile ortalama % 2'si, mutedil alçak aralamayla % 16'sı ve kuvvetli alçak aralamada % 30'u çıkarılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Çap ve boy gelişiminin belirlenmesi

Zayıf alçak aralama uygulanan alanlarda, gövde sınıfları taksimatına göre 5. sınıf gövdeler (ölmüş, ölmek üzere veya yere yatmış sınıklar) ve galip tabakadaki her türlü hasta gövde ve dikili kurular (sınıf 2e) kesilmiştir. Mutedil alçak aralamayla, meşcere kapalılığını bozmayacak şekilde ölmüş, ölmek üzere veya yere yatmış sınıklarla galip-müşterek galip tabakadaki her türlü hasta gövde ve dikili kurular kesilip çıkarılmış; ara tabakada olup, tepeleri, galip-müşterek galip tabakadaki bireyler tarafından siperlenmiş ezilmiş 4. sınıf gövdelere de müdahalede bulunulmuştur. Hatta yine kapalılığı bozmadan, tepe gelişmesi normal ve gövde şekli iyi 1. sınıf galip gövdelere zarar veren müşterek galip tabakadaki fena şekilli azmanlardan (sınıf 2b), kırbaçlayıcılardan (sınıf 2d), sıkışık (sınıf 2a) ve çatal (sınıf 2c) gövdelerden de bir kısmı alınmıştır. Fakat 1. sınıf galip gövdelerle ara tabakada yer alan, tepeleri üstten açık, geri kalmış 3. sınıf fertlere neredeyse hiç müdahalede bulunulmamıştır. Kuvvetli alçak aralamada ise, 5. sınıf, 2e ve 4. sınıf gövdeler hemen ve yine meşcere kapalılığını sadece kırarak (kapalılık derecesi en az 0,7-0,8 olacak şekilde) 3. sınıf gövdelerden bir kısmı kesilmiştir. Keza, 1. sınıf ağaçlara zarar veren 2. sınıf gövdelere, hatta birbirine zarar veren 1. sınıf ağaçlara da, üstün vasıflı olanların lehine müdahalelerde bulunulmuştur (Genç, 2011b).

Aralama müdahalelerinin ardından, her deneme alanındaki ağaçlardan merkeze en yakın 30 adedine numara verilmiştir. Numara verme işlemi için, galvanizli metal etiketlerden yararlanılmıştır. Takiben numaralanan her ağacın göğüs çapı (mm), boyu (lata ile cm olarak) ölçülmüştür. Çalışmanın devamlılığını sağlamak ve dönemsel ölçümleri aynı yerden yapmak amacıyla ağaç gövdeleri, yerden 130 cm yükseklikten, halka şeklinde yağlı boya ile boyanmıştır. Çünkü aralama kesimlerinin meşcerede neden olduğu değişiklikleri ortaya koyabilmek için uzun süreli çalışmalara gerek duyulmaktadır (Johnstone, 1969).

Bu çalışmayla, 3 farklı derecedeki alçak aralama kesiminin, meşcere gelişimini ortaya koyan elemanlardan göğüs çapı ve boy artımını etkileme durumu, dört yıllık bir süre sonunda elde edilen verilere dayalı olarak saptanmaya çalışılmıştır. Değerlendirmede gerçek durumu yansıtabilmek amacıyla, dönemsel artım değerleri kullanılmamış; bunun yerine artım yüzdelerinden faydalanılmıştır. Fakat küçük çaplı ağaçlarda artım yüzdeleri çok yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle, gerçek durumun ortaya koyulabilmesi için uzun dönem verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Dört yıllık dönem sonunda, deneme alanlarındaki numaralı ağaçlarda kayıp yok denecek düzeydedir. Bazı

küçük kayıplar numarasız ağaçlarla tamamlanmıştır. Araştırmada ele alınan işlemlerin göğüs çapı ve boy gelişimine etkilerini açıklayabilmek amacıyla, elde edilen veriler varyans analizi ile değerlendirilmiş (Düzgüneş, 1963; Kalıpsız, 1981; Özdamar, 1999; Eler, 2002) ve çoklu karşılaştırmalar için de Dunnett Testi kullanılmıştır. Çünkü Dunnett (1955) ve Özdamar (1999), özellikle kontrol grubu kullanılarak yapılan çalışmalarda, ikili karşılaştırmalar için en uygun yöntemin Dunnett testi olduğunu belirtmektedir.

2.2.2. Aktüel Sürgün Ksilem Su Potansiyelinin Ölçülmesi

Aralama işlemlerinin bitki su potansiyeli üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla aktüel sürgün ksilem su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Sürgün ksilem su potansiyelinin belirlenmesinde basınç odası tekniği; bu bağlamda, Scholander vd., (1965) tarafından geliştirilmiş basınç odası cihazı kullanılmıştır (Şekil 2).

Basınç odası tekniği temelde; basınç odası, içerisinde azot gazı bulunan bir adet tüp ve yardımcı ekipmanlardan (lastik conta, plastik tüpçükler, örneğin lastik conta içerisine girmesini sağlayan içi boş metal çubuk ve ışıklı el büyüteci) oluşmaktadır (Şekil 3).

Aktüel sürgün ksilem su potansiyeli ölçümleri gün ortasında saat 12.00-14.30 arasında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, kontrol dâhil her bir işlemde (zayıf, mutedil ve kuvvetli alçak aralama) yaklaşık aynı yaş, çap ve boyda 6 ağaç seçilmiştir. Sürgün ksilem su potansiyelinin belirlenmesinde seçilen her bir ağacın canlı tepe tacının 1/3-2/3'lük diliminin güney kısımlarındaki dalların terminal (uç) sürgünleri kullanılmıştır. Yaklaşık 10 cm uzunluğunda bağ makası ile kesilen uç sürgünler daha sonra basınç odasına girecek şekilde keskin bir bıçakla, pürüzsüz ve hafif bir eğimle tekrar kesilmiştir. Bu kesim yüzeyinden geriye doğru yaklaşık 3 cm'lik kısım, iğne yapraklardan temizlenmiş ve ardından yine kesim yüzeyinden geriye doğru 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyularak ksilem açığa çıkarılmıştır.

Hazırlanan sürgün en fazla 3 dk içinde cihaza yerleştirilerek tüpün vanası açılmış, kesim yüzeyinde su belirinceye kadar cihazın odacığına azot gazı dolması sağlanmıştır. Kesim yüzeyi ışıklı el büyüteci ile gözlenirken su çıktığı anda cihazın subabı kapatılarak monometreden oda içindeki basınç okunmuştur (Cleary ve Zaerr, 1984). Okunan bu değer, sürgün ksilem su potansiyeli olup örneklemeye anındaki aktüel bitki su gerilimine eşittir.



Şekil 2. Basınç odası cihazı

2.2.3. Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

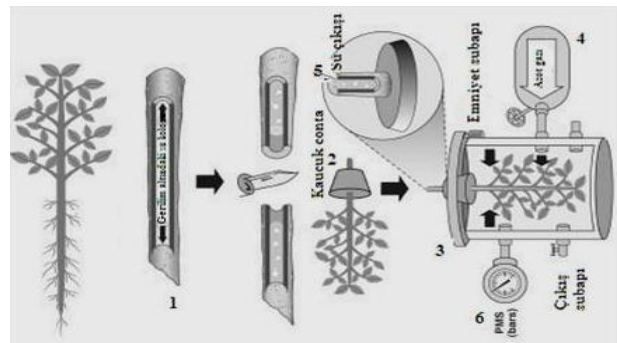
Denemenin kurulduğu 29 Mayıs 2004 tarihinden yaklaşık 1,5 yıl sonra, 09 Aralık 2006 tarihinde, 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinlik kademelerinden, kontrol işlemiyle birlikte 4 işlem ve 3 tekrerr olmak üzere 12 noktadan, toplam 36 toprak örneği alınmıştır. Araziden laboratuvara getirilen bozulmuş toprak örnekleri oda sıcaklığında hava kurusu hale getirilmiş, kök artıkları ve taşlar ayıklanmış, öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Toprak örneklerinin tane çapları Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre; toprak türlerinin belirlenmesi ise, uluslar arası tane çapları sınıfına göre (Irmak, 1954); organik madde içeriği Walkley-Black ıslak yakma yöntemi (Gülçur, 1974); toplam azot içeriği Sömi-mikro kjeldahl yöntemi (Gülçur, 1974); alınabilir fosfor içeriği Olsen ve arkadaşları yöntemi (Ülgen ve Ateşalp, 1972); değişebilir kanyonlar amonyum asetat yöntemi (Kacar, 1994); pH 1:2,5 oranında saf suda (Gülçur, 1974) ve toplam kireç içeriği Scheibler kalsimetresi (Gülçur, 1974) ile tayin edilmiştir. Toprak örneklerine ait laboratuvar ve istatistikî analiz sonuçları Ek Çizelge 1-4'de verilmiştir.

Farklı işlemlerin uygulandığı alanlardaki her bir derinlik kademesi itibariyle toprak özelliklerindeki muhtemel farklılıkları tespit etmek için varyans analizi uygulanmıştır (Kalıpsız, 1988).

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Göğüs Çapı Gelişimi

Aralama derecesindeki artışa paralel olarak ağaçların göğüs çapı gelişimi de artmaktadır. Çizelge 1 ve 2'de görülebileceği gibi, saptanan ortalama değerlere göre, kontrol ile zayıf alçak aralama ve mutedil alçak aralama ile kuvvetli alçak aralama işlemleri arasındaki farklar önemsiz iken, kuvvetli alçak aralama parsellerinde tespit edilen göğüs çapı değerleri ile kontrol ve zayıf alçak aralama parsellerinde belirlenen değerler arasındaki farklar istatistikî olarak anlamlıdır. Ancak, özellikle yoğun kar yağışlı yetişme ortamlarındaki meşcerelerde, zamanında gençlik ve sıklık bakımı yapılmamış ve ilk aralama kesimlerinde de gecikilmişse, ilk birkaç aralama müdahalesinin mutedil yapılması gerekebilir ki bu sayede kar kırması ve devriği zararları muhtemelen asgariye inecektir (Genç, 2011b; Odabaşı vd., 2004)



1- Sürgün 2- Kauçuk conta 3- Basınç odası 4- Tüp 5- Su çıkışı 6- Manometre

Şekil 3. Basınç odası cihazının şematik görünüşü ve basınç odası tekniğinin uygulanışı (Taiz ve Zeiger, 1998; Ritchie ve Landis, 2005)

Çizelge 1. Deneme öncesi ve sonrası ortalama ağaç göğüs çapı ($d_{1,3}$) değerleri

Blok	İşlem	2004 Yılı (cm)	2008 Yılı (cm)
I	Kontrol	9,44	10,38
	Zayıf Alçak Aralama	11,26	12,18
	Mutedil Alçak Aralama	10,77	11,62
	Kuvvetli Alçak Aralama	12,92	13,82
II	Kontrol	10,42	11,09
	Zayıf Alçak Aralama	13,30	14,08
	Mutedil Alçak Aralama	13,16	13,91
	Kuvvetli Alçak Aralama	12,75	18,84
III	Kontrol	10,66	11,34
	Zayıf Alçak Aralama	11,44	12,01
	Mutedil Alçak Aralama	14,45	15,40
	Kuvvetli Alçak Aralama	15,02	16,10

Çizelge 2. İşlem alanlarındaki ağaçların çap gelişimi bağlamında karşılaştırılması

İki Yönlü Varyans Analizi				
Var. Kaynağı	S.D	Kareler Ort.	F	P
Blok	2	0,0023	0,168	0,847
İşlem	3	0,0929	6,784	0,024
Hata	6	0,0137		
Toplam	11			

Dunnett Testi ile çoklu karşılaştırma				
İşlemler	Ortalamalar	Farklar	Kritik d değeri	Önemlilik
1	0,6100	-	2,971	-
2	0,7570	0,1471	2,971	Hayır
3	0,9120	0,3015	2,971	Evet
4	1,0110	0,4012	2,971	Evet

İşlemler 1: Kontrol; 2: Zayıf alçak aralama; 3: Mutedil alçak aralama; 4: Kuvvetli alçak aralama; P değeri $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli; Evet: ortalamalar arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli ve anlamlı fark var, Hayır: ortalamalar arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli ve anlamlı fark yoktur.

3.2. Boy gelişimi

Aralama işlemleri, dört gelişme dönemi sonu itibariyle, boy gelişimi üzerinde belirgin bir etkiye sahip değildir (Çizelge 3 ve 4). Saatçioğlu (1971)'nin da belirttiği gibi aslında bu, aralama müdahalelerinde sıkça karşılaşılan bir durumdur. Nitekim, Türkiye'de kızılçam ve Toros sediri türleri için yapılan araştırmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Eler, 1990; Özdemir vd., 1987; Eler vd., 1991; Eler, 1988; Eler vd., 2004; Özçelik ve Eler, 2009).

3.3. Aktüel sürgün ksilem su potansiyeli

Kontrol dâhil her bir işlemten örneklenen 6 ağaçtaki ölçümlere dayalı olarak göğüs çapı, boy, yaş ve aktüel sürgün ksilem su potansiyeli değerlerine ait aritmetik ortalama, standart sapma ve ortalamanın standart hatası hesaplanmıştır (Çizelge 5). İşlemlerin etkisi bağlamında, sürgün ksilem su potansiyelleri arasındaki farklar, istatistiksel bakımdan önemli çıkmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 3. Deneme öncesi ve sonrası ortalama ağaç boy değerleri

Blok	İşlem	2004 Yılı (m)	2008 Yılı (m)
I	Kontrol	7,97	9,12
	Zayıf Alçak Aralama	9,01	10,11
	Mutedil Alçak Aralama	9,07	10,22
	Kuvvetli Alçak Aralama	9,93	11,12
II	Kontrol	8,98	9,80
	Zayıf Alçak Aralama	9,85	10,87
	Mutedil Alçak Aralama	10,26	11,42
	Kuvvetli Alçak Aralama	10,13	11,05
III	Kontrol	9,26	10,17
	Zayıf Alçak Aralama	9,79	10,62
	Mutedil Alçak Aralama	11,16	11,89
	Kuvvetli Alçak Aralama	11,05	11,84

Çizelge 4. İşlemlerin boy gelişimi bağlamında karşılaştırılması

İki Yönlü Varyans Analizi				
Var. Kaynağı	S.D	Kareler Ort.	F	P
Blok	2	0,0065	0,675	0,776
İşlem	3	0,0053	0,544	0,670
Hata	6	0,0097	-	-
Toplam	11	-	-	-

Dunnett Testi ile çoklu karşılaştırma				
İşlemler	Ortalamalar	Farklar	Kritik d değeri	Önemlilik
1	0,954	-	2,971	-
2	0,980	0,0256	2,971	Hayır
3	1,053	0,0988	2,971	Hayır
4	0,990	0,0361	2,971	Hayır

İşlemler 1: Kontrol; 2: Zayıf Alçak Aralama; 3: Mutedil Alçak Aralama; 4: Kuvvetli Alçak Aralama; P değeri $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli; Hayır: ortalamalar arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli ve anlamlı fark yoktur.

3.4. Toprak özellikleri

Toprak özelliklerine ait laboratuvar analiz sonuçları Ek Çizelge 1'de ve her bir derinlik kademesi için belirlenen toprak özellikleri itibariyle işlemleri karşılaştırmada kullanılan varyans analizlerinin sonuçları Ek Çizelge 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Bu çizelgelerde de görülebileceği gibi, derinlik kademelerine göre belirlenen toprak özellikleri bağlamında işlemler arasında saptanan farklar, istatistikî bakımdan önemsizdir.

Araştırma alanından alınan 12 adet toprak çukurunun 3 derinlik kademesine ait özellikler Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde araştırma alanındaki toprakların toz, pH, organik madde, toplam azot, potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin derinliğe bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Topraklar kumlu balçık, balçık, kumlu killi balçık, killi balçık ve balçıklı kil türünde; orta derecede asit ve besin elementleri bakımından zengindir.

Çizelge 5. İşlemler bazında ölçüm yapılan ağaçlara ait göğüs çapı, boy, yaş ve gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli istatistikî değerleri

İşlem	İstatistikî Değerler	SP (MPa)	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)
Kontrol	\bar{X}	1,53	20	17	42
	S	0,180	2,150	3,373	3,189
	OSH	0,074	0,878	1,377	1,302
Z.A.A	\bar{X}	1,51	20	16	44
	S	0,197	1,736	2,030	2,927
	OSH	0,080	0,709	0,829	1,195
M.A.A	\bar{X}	1,49	19	17	39
	S	0,050	1,924	3,787	0,817
	OSH	0,020	0,786	1,546	0,333
K.A.A	\bar{X}	1,50	21	16	40
	S	0,171	3,960	1,105	2,714
	OSH	0,070	1,617	0,451	1,108

SP: Gün ortası sürgün su potansiyeli, Z.A.A.: Zayıf alçak aralama, M.A.A.: Mutedil alçak aralama, K.A.A.: Kuvvetli alçak aralama, \bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, OSH: Aritmetik ortalamının standart hatası

Çizelge 6. Gün ortası sürgün ksilem su potansiyeline ilişkin varyans analizi sonuçları

Özellikler	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı
Gruplar arası	3	0,0048	0,00159	0,062 ^{ns}
Gruplar içi	20	0,5134	0,02567	
Toplam	23	0,5181		

ns: Gruplar arası farklılık istatistiksel bakımdan önemsiz

4. Sonuç ve öneriler

4.1. Göğüs çapı ve boy gelişimi

Bulgularımız, kızılçam ve Toros sediri için yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Eler, 1990; Özdemir vd., 1987; Eler vd., 1991; Eler, 1988; Eler vd., 2004). Kontrol ve zayıf alçak aralama işlemlerine kıyasla kuvvetli alçak aralama, bu araştırmada da çap gelişimi üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı bir etkiye sahipken, boy gelişimi üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır.

Aralama kesimleri, meşcere kuruluşunu belirleyen önemli silvikültürel müdahalelerden olup, zamanında ve

gerekli entansitede yapılması şarttır. Örneğin, aralamalarla birim alandaki fert sayısı mutlaka azalmakta, fakat kalan ağaçlar daha kalın çaplı olmaktadır. Başka bir ifadeyle, evet meşcere hacmi azalmaktadır; ancak ağaç hacminin (gövde değerinin) arttığı da bir gerçektir. Hemen vurgulamak gerekir ki, aralamalar doğal dal budanmasını doğrudan ve olumsuz etkileyebilir; bu nedenle, uygulama yoğunluğu iyi ayarlanmalıdır. Zira yapacak odun üretimine yönelik ormancılıkta hedef, boylarının asgari 2/3'ü düzgün, dolgun, dalsız (3D'li) ve düşen budak içermeyen gövdelere sahip bireylerin ekseriyeti teşkil ettiği meşcere kuruluşlarına ulaşmaktır. Bu bağlamda, aralama kesimleri gerektiği kadar şiddetli ve yine gerektiği kadar sık yapılmalıdır (Genç, 2011b).

Bununla birlikte ülkemizdeki doğal karaçam meşcerelerinin pek çoğu, mevcut durumlarına, ya hiç bakım yapılmadan ya da en fazla 10 yıl arayla yapılan aralama kesimleri ile ulaşmıştır. Araştırmamızda, en iyi çap gelişimi, kuvvetli alçak aralama müdahalesi yapılan alanlarda elde edilmiştir. Fakat özellikle sıklık bakımı yapılmamış, hatta sıklık-direklik çağında başlanması gereken aralama kesimlerine tabi tutulmadan ince ağaçlık çağlarının sonlarına veya orta hatta kalın ağaçlık çağlarına erişmiş meşcerelerde gerçekleştirilecek ilk bir-iki aralamanın mutedil olması, takiben yapılacak aralamalarla sahaların doğal gençleştirmeye hazırlanması; böylece, geç kalınmış bakım kesimleri yahut hazırlık kesimleri yapılmadan, yakalanan uygun ilk bol tohum yılında doğal gençleştirmeye başlanması, kuşkusuz daha isabetli bir çalışma olacaktır. Bu müdahale şekli, bilhassa yoğun kar yağışlarının görüldüğü yetişme ortamlarında, aralama kesimlerinin ardından görülen kar kırması veya devriği zararlarının daha düşük seviyelerde kalmasını sağlayacağından, oldukça önemlidir. Keza Türkiye'de, plan üniteleri için ayrı bir amaç ürünü ve buna uygun idare süreleri belirlenmemektedir. Fakat amaç ürünü belirlenmiş, yetişme ortamı özelliklerinin izin verdiği ve tür biyolojisinin şart koştuğu seyreltme ve ayıklama kesimleri zamanında ve uygun entansitede yapılmış doğal Anadolu karaçamı meşcerelerinde, sıklık (göğüs çapı = 8,0-10,9 cm) ve direklik (göğüs çapı = 11,0-19,9 cm) çağlarında, mevcut meşcere göğüs yüzeyinin % 30'luk kısmının çıkarılmasını sağlayan kuvvetli alçak aralama müdahalesi ile aralamalara başlamak uygun olabilir.

Çizelge 7. Derinlik kademelerine göre toprak özelliklerine ait istatistikî değerler

Derinlik Kademesi	İstatistikî Değerler	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	pH	OM (%)	Nt (%)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
0-20 cm	\bar{X}	54,0	25,0	21,0	5,80	12,5	0,35	33	211	32,0	1460	134
	S	3,6	2,9	2,3	0,10	1,8	0,05	14	30	8,0	622	40
	OSH	1,0	0,8	0,6	0,04	0,5	0,01	4	8	2,0	179	11
20-40 cm	\bar{X}	45,0	20,0	35,0	5,70	4,3	0,17	23	139	22,0	234	68
	S	5,9	3,7	3,4	0,10	0,8	0,02	12	38	4,6	177	25
	OSH	1,7	1,0	0,9	0,03	0,2	0,01	3	11	1,0	51	7
40-60 cm	\bar{X}	52,0	16,0	32,0	5,60	2,0	0,10	42	76	22,0	67	40
	S	10,5	5,7	5,9	0,10	0,7	0,02	36	28	7,0	75	24
	OSH	3,0	1,6	1,7	0,03	0,2	0,01	10	8	2,0	21	6

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, OSH: Aritmetik ortalamının standart hatası, OM: Organik madde, Nt: Toplam azot

4.2. Aktüel sürgün ksilem su potansiyeli

Gün ortasında (11:30-13:00 saatleri arasında) ölçülen bitki su gerilimi oldukça yüksektir. Nitekim bu durum, bitkilerde birçok fizyolojik faaliyetin sınırlandırılmasına sebep olmaktadır. Zira bitki su potansiyeli çap ve boy artımı, su iletimi, çiçeklenme ve meyve gelişimi, uyku haline giriş ve aşamaları, donlardan, entomolojik ve fungal zararlılardan etkilenme durumu ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin Cleary ve Greaves (1979)'e göre, bitki su gerilimi -1,0 MPa'nın altında bitki, özümleme için gerekli asgari su içeriğine sahip, terleme yapabilir ve metabolizma faaliyetlerini yerine getirebilir iken; -2,0 MPa'dan yüksek ise, metabolizma faaliyetlerini yerine getirmede güçlük çekiyor demektir.

Örneklenen ağaçların bitki su gerilimi, diri örtü durumu, toprak su depolama kabiliyeti, sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr hızı vb. hava koşullarına bağlı olarak da değişim göstermektedir. Belirtilen faktörlerin etki düzeylerini doğrudan tesir eden aralama derecelerinden zayıf alçak aralamada -1.51 MPa olan sürgün ksilem su potansiyeli, mutedil alçak aralamada -1.49 MPa, kuvvetli alçak aralamada -1.50 MPa olarak ölçülmüştür. Fakat yapılan varyans analizi sonucunda aralama işlemleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık çıkmamıştır. Normal koşullarda aralama şiddeti arttıkça meşcere içine giren ışık miktarı artacak, ot-çalı katı yoğunlaşacak ve dolayısıyla evapotranspirasyonla kaybedilen su miktarı fazlalaşacağından ağaçların aktüel sürgün ksilem su potansiyeli değerleri düşecektir. Araştırmaya konu dört işlemden rastgele örneklediğimiz ağaçlardaki tespitlerimize baktığımızda, aktüel sürgün ksilem su potansiyeli değerleri bağlamında beklenen sonuç çıkmamıştır. Ölçümlerin yağışlı bir dönemin ardından yapılmış olması, kanımızca bunun en önemli sebebidir. Çünkü toprak suyla doygun durumda olduğundan, su stresi koşulları mevcut değildir. Aralama işlemlerin olumlu ve olumsuz etkileri, toprak su stresi yüksek iken, ot ve çalı katını oluşturan bitki toplununun örtme derecelerini de kapsayan uzun dönem tespitlerine göre değerlendirilmeli ve küresel ısınmanın giderek etkisini artırdığı bu süreçte, kuraklığa dayanıklılığı ardıç türlerine, Toros sedirine (Genç vd., 2005) ve kızılçama (Dirik, 1994) kıyasla daha düşük seviyelerde kalan Anadolu karaçamı için uygun aralama dereceleri hakkında duyarlı bilgilere ulaşılmalıdır.

4.3. Toprak özellikleri

Aralamaların toprak özelliklerine etkisi üzerine yapılan birçok çalışmada, uygulanan farklı işlemler itibarıyla değişimden bahsedilmektedir. Örneğin, Olsson vd. (1996) kuzey ve güney İsveç'te sarıçam ve ladin ormanlarında uyguladıkları tıraşlama ve üç farklı şiddetteki kesimlerden 15-16 yıl sonra, tüm alanlarda, toprakta C ve N içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Yine, Camping vd. (2002) meşe (*Quercus douglasii* Hook.&Arn.) orman alanında tatbik edilen tıraşlama kesiminin, 5-15 yıl içerisinde, birçok toprak özelliğinde (karbon, azot, fosfor ve pH) azalmaya sebep olduğunu belirtmektedir. Johnson vd. (2002) ise, geniş yapraklı karışık ve saf *Pinus taeda* L. meşcerelerinde yürüttükleri çalışmada, farklı şiddette uygulanan kesimler sonrasında, saf meşcerelerde, kesimlerin ardından beş yıl boyunca toprak karbonunda kısa dönemli; geniş yapraklı karışık meşcerelerden örneklenen alanlarda ise, kesim şiddetine bakılmaksızın bütün işlemlerde önemli ve uzun

sürelili (16 yıl) değişimler tespit edildiğini ifade etmektedir. Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matlusch) Lieb.) ormanında, farklı şiddetteki (kontrol, hafif, şiddetli) aralama kesimlerinden sekiz yıl sonra yapılan tespitlere göre, ölü örtü miktarı, organik madde ve toplam azot miktarı ile üst toprak (Ah, Ael) özelliklerinden hacim ağırlığı, ince toprak miktarı, organik karbon, toplam azot ve toprak reaksiyonunun işlem alanlarına göre önemli farklar gösterdiği belirlenmiştir (Makineci, 2005). Genç Doğu kayını meşcerelerinde aralamalardan 3 yıl sonra, kılcal kök kütlesi aralamaya maruz kalan parsellerde, kontrol parsellerine oranla istatistik anlamda azalma göstermiş, toprak pH'sı ve organik madde aralama ve kontrol parselleri arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Tüfekçioğlu vd., 2005). Sıklık çağındaki sarıçam meşcerelerinde, farklı şiddetteki (kontrol, zayıf ayıklama, şiddetli ayıklama, silvikültürel ayıklama) bakım kesimlerinden 5 yıl sonra yapılan değerlendirmede, ölü örtü ve toprak özelliklerinin istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir (Tolunay, 1997).

Yukarıda sıralanan araştırmalarda görüldüğü üzere aralamaların toprak ve ölü örtü özelliklerine etkisi 8-10 yıl gibi bir sürede ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, araştırmamızda, aralamaların toprak özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin belirlenememesi, örnekleme sürenin kısa olmasından kaynaklanmaktadır. 2004 yılında kurulan bu denemenin üzerinden yaklaşık 7 yıl geçmiş olup, uygulamaların toprak özellikleri üzerine etkisine yönelik yeni değerlendirmelerin 2012 yılı sonrası yapılması düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimince desteklenmiş bir projedir (Proje No: 946-M04). Maddi destekleri için Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğüne, idari desteklerinden dolayı Beyşehir Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Camping, J.T., Dahlgren, R.A., Tate, K.W., Horwath, W.R., 2002. Changes in soil quality due to grazing and oak tree removal in California Blue Oak woodlands. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979 (Çeviri: Eyüboğlu, A.K.). Fidan. Örm. Araşt. Enst. Dergisi, 25(2): 31-67.
- Cleary, B.D., Zaerr, J.B., 1984. Guidelines For Measuring Plant Moisture Stresse With A Pressure Chamber. PMS Instrument Co., 2750 N. W. Royal Oaks Drive, Corvallis, Oregon 97330, USA, 15 p.
- Dirik, H., 1994. Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb., *Pinus pinea* L.) kurak periyoddaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İÜ Orman Fakültesi Dergisi 44 (1A) 111-121.
- Dunnett, C.W., 1955. A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. J Am. Stat. Assoc., 50: 1096-1121.
- Düzgüneş, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 364 s.
- Eler, Ü., 1988. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Artım ve Büyüme Yönünden Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 203, 54 s.
- Eler, Ü., 1990. Antalya Bölgesi Doğal Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Meşcerelerinde Gecikmiş Aralama Kesimlerinin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No: 44, 24 s.

- Eler, Ü., Solak, M., Ayhan, M., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Gençliklerinde Seyreltmenin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No: 45, s. 9-32.
- Eler, Ü., 2002. Ormanlık Biyometrisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 21, Isparta, 181 s.
- Eler, Ü., Özçelik, R., Özdemir, İ., Çatal, Y., 2004. Göller yöresinde iki genç doğal Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) meşceresinde gecikilmiş sıklık bakımının gelişme üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1): 1-6.
- Genç., M., 2011a. Silvikültürün Temel Esasları. II. Baskı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 44, 351 s.
- Genç., M., 2011b. Orman Bakımı (Asli Orman Ağacı Türlerimizin Saf ve Karışık Meşcerelerinin Bakımı). III. Baskı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 14, 216 s.
- Genç., M., Deligöz, A., Gültekin, H.C., 2005. Doğu Ladini, Toros Sediri, Anadolu Karaçamı, Boylu Ardıç, Kokulu Ardıç ve Diken Ardıç Fidanlarının Stres Etmenlerine Dayanma Yetenekleri. Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, Trabzon, Bildiriler Kitabı, I. Cilt, 474-482.
- Gülçur, F., 1974. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 207, İstanbul, 225 s.
- İrmak, A. 1954. Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metotları, İ.Ü. Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 599, O. F. Yayın No: 27, İstanbul, 150 s.
- Johnson, D. W., Knoepf, J. D., Swank, W. T., Shan, J., Morris, L. A., Van Lear D. H., Kapeluck, P. R., 2002. Effects of forest management on soil carbon: results of some long-term resampling studies. *Environmental Pollution*, 116: 201-208.
- Johnstone, W.D. 1969. Thinning Young and Old Lodgepole Pine Stands in The Supalpine Region of Alberta, Forest Research Laboratory, Alberta, Kanada.
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kalpısz, A., 1981. İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 2837/294, İstanbul, 558 s.
- Kalpısz, A., 1988. Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3516/397, İstanbul, 349 s.
- Kalpısz, A., 1993. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3793/426, İstanbul, 91 s.
- Makineci, E., 2005. Long term effects of thinning on soil and forest floor in a sessile oak (*Quercus petraea* (Matlusch) Lieb.) forest. *Journal of Environmental Biology*, 26 (2), 257-263.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, F., 2004. Orman Bakımı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:4458/474, İstanbul, 314 s.
- Olsson, A. B., Staaf, H., Lundkvist, H., Bengtsson, J., Rosén, K., 1996. Carbon and nitrogen in coniferous forest soils after clear-felling and harvests of different intensity. *Forest Ecology and Management*, 82: 19-32.
- Özçelik, R., Eler, Ü., 2009. Effects of release cutting on the development of young natural lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) stands of western Mediterranean region of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30:179-182.
- Özdamar, K. 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 533s.
- Özdemir, T., Eler, Ü., Şırlak, U., 1987. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Ayıklama Kesimleri (Sıklık Bakımı) ve Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:184, 31 s.
- Ritchie, G.A., Landis, T.D., 2005. Seedling Quality Tests: Plant Moisture Strese. *Forest Nursery Notes*, Summer 2005, pp. 6-12.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1429/138, İstanbul, 323 s.
- Saatçioğlu, F., 1971. Orman Bakımı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1636/160, İstanbul, 303 s.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science*, 148: 339-346.
- Taiz, L., Zeiger, E., 1998. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts, 792 p.
- Tolunay, D. 1997. Aladağ'da (Bolu) Sıklık Çağındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Bakımların Madde Dolaşımına Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 213 s.
- Tufekcioglu, A., Guner, S., Tilki, F. 2005. Thinnig effects on production, root biomass and some soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. *J. Environ. Biol.* 26 (1), 91-95.
- Ülgen, N., Ateşalp, M. 1972. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Sayı 21, Ankara, 17 s.

Ek Çizelge 1. Toprak örneklerine ait laboratuvar analiz sonuçları

İşlem	Açıklama	Derinlik kademesi	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (1/2,5 su)	Toplam Kireç (%)	OM (%)	Nt (%)	P (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Mg ⁺⁺ (ppm)
K1	Kontrol	0-20	50	26	24	BKi	5,90	0	9,73	0,30	20	240	38	568	83
	Kontrol	21-40	53	17	30	KiB	5,70	0	4,57	0,19	19	115	20	61	39
	Kontrol	41-60	66	15	19	KuB	5,70	0	2,62	0,11	43	36	20	47	26
K2	Zayıf	0-20	51	22	27	KiB	5,95	0	8,64	0,25	25	161	19	529	59
	Zayıf	21-40	50	18	32	KiB	5,85	0	3,26	0,16	42	105	19	158	34
	Zayıf	41-60	55	13	32	B	5,75	0	2,12	0,11	77	58	18	64	23
K3	Mutedil	0-20	54	25	21	BKi	5,85	0	12,50	0,36	67	207	34	849	133
	Mutedil	21-40	43	19	38	KiB	5,70	0	3,53	0,15	8	102	19	100	44
	Mutedil	41-60	58	13	29	B	5,60	0	1,88	0,09	41	53	31	60	36
K4	Kuvvetli	0-20	53	27	20	BKi	5,90	0	13,92	0,35	26	213	30	1556	124
	Kuvvetli	21-40	45	17	38	KiB	5,80	0	5,34	0,20	9	180	19	236	80
	Kuvvetli	41-60	58	9	33	B	5,70	0	1,76	0,10	47	58	28	38	32
K5	Zayıf	0-20	58	24	18	KuKiB	5,75	0	11,90	0,34	15	185	30	1610	138
	Zayıf	21-40	41	21	38	KiB	5,95	0	3,53	0,14	13	114	26	284	72
	Zayıf	41-60	47	19	34	KiB	5,75	0	1,74	0,11	6	107	18	36	65
K6	Mutedil	0-20	60	20	20	KiB	5,85	0	13,71	0,39	33	256	36	2137	172

İşlem	Açıklama	Derinlik kademesi	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (1/2,5 su)	Toplam Kireç (%)	OM (%)	Nt (%)	P (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Mg ⁺⁺ (ppm)
	Mutedil	21-40	42	24	34	KiB	5,95	0	4,54	0,20	30	223	29	494	115
	Mutedil	41-60	51	17	32	KiB	5,80	0	1,45	0,11	9	73	18	17	29
K7	Kuvvetli	0-20	58	20	22	KiB	6,00	0	11,89	0,28	17	167	30	1657	134
	Kuvvetli	21-40	57	13	30	B	5,80	0	3,53	0,16	46	120	26	92	54
	Kuvvetli	41-60	72	5	23	KuB	5,80	0	0,92	0,06	129	40	17	4	8
K8	Kontrol	0-20	55	25	20	KiB	5,90	0	12,05	0,36	40	220	21	1110	107
	Kontrol	21-40	43	21	36	KiB	5,75	0	4,30	0,18	18	179	18	152	73
	Kontrol	41-60	39	25	36	BKi	5,50	0	2,31	0,13	9	89	17	22	30
K9	Mutedil	0-20	53	27	20	BKi	5,90	0	14,30	0,38	43	246	39	1979	193
	Mutedil	21-40	49	21	30	KiB	5,75	0	4,46	0,18	32	169	18	183	69
	Mutedil	41-60	50	19	31	KiB	5,60	0	1,66	0,08	78	85	19	35	36
K10	Kuvvetli	0-20	49	28	23	BKi	5,90	0	14,46	0,36	38	234	30	2258	166
	Kuvvetli	21-40	36	25	39	KiB	5,90	0	4,06	0,16	23	114	22	669	111
	Kuvvetli	41-60	47	17	36	KiB	5,65	0	1,67	0,10	30	78	43	290	99
K11	Kontrol	0-20	50	29	21	BKi	5,55	0	12,95	0,40	39	188	36	1088	120
	Kontrol	21-40	40	25	35	KiB	5,80	0	4,74	0,16	14	120	31	182	68
	Kontrol	41-60	36	23	41	KiB	5,80	0	3,32	0,14	13	120	20	92	62
K12	Zayıf	0-20	57	23	20	KuB	5,50	0	14,50	0,46	37	220	52	2186	187
	Zayıf	21-40	43	24	33	KiB	5,50	0	6,38	0,24	31	136	19	198	62
	Zayıf	41-60	44	21	35	KiB	5,45	0	3,46	0,13	22	120	20	104	37

BKi: Balçıklı kil, KiB: Killi balçık, KuB: Kumlu balçık, B: Balçık, KuKiB: Kumlu killi balçık, OM: Organik madde, Nt: Toplam azot

Ek Çizelge 2. 0-20 cm derinlik kademesinde belirlenen toprak özellikleri itibarıyla işlemlerin varyans analiziyle karşılaştırılması

Değişken	Özellikler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem seviyesi
Kum (%)	Gruplar arası	32,481	3	10,827	0,785	0,535
	Gruplar içi	110,318	8	13,790		
	Toplam	142,799	11	6,108		
Toz (%)	Gruplar arası	18,325	3	9,154	0,667	0,595
	Gruplar içi	73,234	8	-		
	Toplam	91,559	11	-		
Kil (%)	Gruplar arası	4,403	3	1,468	0,224	0,877
	Gruplar içi	52,299	8	6,537		
	Toplam	56,702	11	-		
pH	Gruplar arası	0,071	3	0,024	0,983	0,448
	Gruplar içi	0,192	8	0,024		
	Toplam	0,262	11	-		
Organik madde (%)	Gruplar arası	10,127	3	3,376	0,962	0,456
	Gruplar içi	28,078	8	3,510		
	Toplam	38,206	11	-		
Nt (%)	Gruplar arası	0,003	3	0,001	0,278	0,840
	Gruplar içi	0,030	8	0,004		
	Toplam	0,033	11	-		
P (ppm)	Gruplar arası	916,456	3	305,485	1,823	0,221
	Gruplar içi	1340,479	8	167,650		
	Toplam	2256,935	11	-		
K (ppm)	Gruplar arası	3632,086	3	1210,695	1,420	0,307
	Gruplar içi	6819,910	8	85,489		
	Toplam	10451,996	11	-		
Na (ppm)	Gruplar arası	62,333	3	20,778	0,227	0,875
	Gruplar içi	7321,156	8	91,394		
	Toplam	793,489	11	-		
Ca (ppm)	Gruplar arası	1380807	3	460269,044	1,279	0,346
	Gruplar içi	2879679	8	359959,814		
	Toplam	4260486	11	-		
Mg (ppm)	Gruplar arası	6107,578	3	2035,859	1,391	0,314
	Gruplar içi	11709,910	8	1463,739		
	Toplam	17817,488	11	-		

Ek Çizelge 3. 20-40 cm derinlik kademesinde belirlenen toprak özellikleri itibariyle işlemlerin varyans analiziyle karşılaştırılması

Değişken	Özellikler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem seviyesi
Kum (%)	Gruplar arası	5,967	3	1,989	0,041	0,988
	Gruplar içi	392,437	8	49,055		
	Toplam	398,404	11	6,108		
Toz (%)	Gruplar arası	17,298	3	5,766	0,346	0,793
	Gruplar içi	133,475	8	16,684		
	Toplam	150,773	11	-		
Kil (%)	Gruplar arası	5,960	3	1,987	0,132	0,938
	Gruplar içi	120,082	8	15,010		
	Toplam	126,041	11	11		
pH	Gruplar arası	0,012	3	0,004	0,207	0,889
	Gruplar içi	0,158	8	0,020		
	Toplam	0,171	11	-		
Organik madde (%)	Gruplar arası	0,207	3	0,069	0,65	0,977
	Gruplar içi	8,451	8	1,056		
	Toplam	8,658	11	-		
Nt (%)	Gruplar arası	0,000	3	0,000	0,045	0,986
	Gruplar içi	0,008	8	0,001		
	Toplam	0,008	11	-		
P (ppm)	Gruplar arası	206,635	3	68,878	0,370	0,777
	Gruplar içi	1490,460	8	186,307		
	Toplam	1697,095	11	-		
K (ppm)	Gruplar arası	3261,451	3	1087,150	0,669	0,595
	Gruplar içi	13002,307	8	1625,307		
	Toplam	16263,758	11	-		
Na (ppm)	Gruplar arası	6,518	3	2,173	0,071	0,974
	Gruplar içi	244,281	8	30,535		
	Toplam	250,799	11	-		
Ca (ppm)	Gruplar arası	63479,018	3	21159,673	0,597	0,634
	Gruplar içi	283432,0	8	35429,003		
	Toplam	346911,0	11	-		
Mg (ppm)	Gruplar arası	1374,200	3	458,067	0,648	0,606
	Gruplar içi	5659,050	8	707,381		
	Toplam	7033,250	11	-		

Ek Çizelge 4. 40-60 cm derinlik kademesinde belirlenen toprak özellikleri itibariyle işlemlerin varyans analiziyle karşılaştırılması

Değişken	Özellikler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem seviyesi
Kum (%)	Gruplar arası	257,380	3	85,793	0,708	0,574
	Gruplar içi	969,279	8	121,160		
	Toplam	1226,659	11	-		
Toz (%)	Gruplar arası	195,357	3	65,119	2,769	0,111
	Gruplar içi	188,104	8	23,513		
	Toplam	383,461	11	-		
Kil (%)	Gruplar arası	13,247	3	4,416	0,096	0,960
	Gruplar içi	367,683	8	45,90		
	Toplam	380,931	11	-		
pH	Gruplar arası	0,008	3	0,003	0,138	0,935
	Gruplar içi	0,145	8	0,018		
	Toplam	0,153	11	-		
Organik madde (%)	Gruplar arası	3,457	3	,001	3,446	0,072
	Gruplar içi	2,675	8	000		
	Toplam	6,132	11	-		
Nt (%)	Gruplar arası	0,003	3	0,001	4,284	0,044
	Gruplar içi	0,002	8	0,000		
	Toplam	0,005	11	-		
P (ppm)	Gruplar arası	3476,588	3	1158,863	0,809	0,523
	Gruplar içi	11452,913	8	1431,614		
	Toplam	14929,500	11	-		
K (ppm)	Gruplar arası	2209,715	3	736,572	0,842	0,508
	Gruplar içi	6995,249	8	874,406		
	Toplam	9204,963	11	-		
Na (ppm)	Gruplar arası	219,431	3	73,144	1,244	0,356
	Gruplar içi	470,271	8	58,784		
	Toplam	689,701	11	-		
Ca (ppm)	Gruplar arası	8972,204	3	2990,735	0,440	0,731
	Gruplar içi	54410,222	8	6801,278		
	Toplam	63382,426	11	-		
Mg (ppm)	Gruplar arası	254,157	3	84,719	0,110	0,952
	Gruplar içi	6185,993	8	773,249		
	Toplam	6440,150	11	-		

Orman işletmelerinde iktisadilik düzeyinin TOPSIS yöntemi ile analizi

Mehmet Korkmaz

Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

İletişim yazarı/Corresponding author: mehmetkorkmaz@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 07.12.2011, Kabul tarihi/Accepted: 19.01.2012

Özet: Türkiye’de ormancılık etkinliklerinin gerçekleştirilmesinde temel birimler, devlet orman işletmeleridir. Orman işletmelerinde iktisadilik önemli bir ilkedir. Bu çalışmanın amacı; Türkiye’nin Batı Akdeniz Bölgesi’nde yer alan ve Isparta ve Antalya orman bölge müdürlüklerine bağlı olarak faaliyet gösteren on dokuz devlet orman işletmesinin 2006–2010 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemdeki iktisadiliğini analiz etmektir. Çalışmada TOPSIS (İdeal çözüme yakınlık yoluyla tercihlerin sıralanması) yöntemi kullanılmış ve toplam altı değerlendirme ölçütüne göre iktisadilik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre iktisadilik açısından en başarılı işletmeler, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü’nde Serik, Taşağıl ve Kumluca, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü’nde ise Bucak ve Sütçüler orman işletmeleridir. Bunun yanında bölge müdürlüğü merkezlerinde yer alan Antalya ve Isparta orman işletmeleri ile Elmalı orman işletmesi iktisadilik açısından en geride olan işletmelerdir.

Anahtar kelimeler: Orman işletmeleri, İktisadilik, TOPSIS

Analysis of economic efficiency at forest enterprises with TOPSIS method

Abstract: The main units that realize the forestry activities in Turkey are the state forest enterprises. Economic efficiency at forest enterprises is an important principle. The aim of this study is to analyze for economic efficiency between the years 2006 and 2010 at the nineteen state forest enterprises bound to Antalya and Isparta regional forest directorates located at the Western Mediterranean Region in Turkey. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) method was used in the study. Six evaluation criteria were based on analysis of economic efficiency. According to results of the study; the most successful enterprises in terms of economic efficiency are Serik, Taşağıl and Kumluca in Antalya Regional Forest Directorate and Bucak and Sütçüler in Isparta Regional Forest Directorate. In addition the most unsuccessful enterprises are Antalya, Isparta and Elmalı forest enterprises in terms of economic efficiency.

Keywords: Forest enterprises, Economic efficiency, TOPSIS

1. Giriş

Toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel gelişimi ve değişiminin sonucu olarak orman kaynaklarından beklentiler çeşitlenerek artmaktadır. Bu beklentilerin mal ve hizmet kapsamında değerlendirilmesi ve talep edilen mal ve hizmetlerin karşılanması bağlamında ormancılık; biyolojik ve teknik özelliğinin yanında aynı zamanda ekonomik bir etkinlik, orman kaynakları da ekonomik bir kaynaktır (Pearce, 1990). Bu kapsamda ormancılık; topluma çeşitli ürün ve hizmetler sunmaya yönelik, biyolojik, ekonomik, teknik ve sosyal çalışmaları içeren yönetsel bir etkinlik olarak tanımlanmaktadır (Akesen ve Ekizoğlu, 2010).

Ülkemizde orman kaynaklarını işletmek ve yönetmek görevini üstlenen orman işletmeleri, performanslarını arttırmak, başarıya ulaşmak ve işlevlerini etkin bir şekilde yerine getirebilmek için rasyonellik ilkeleri olarak da adlandırılan temel ilkelere uymak zorundadır. Bu ilkelere birisi iktisadilik (ekonomiklik)’tir. Bu kavram yazında, işletme rasyonelliği olarak da kullanılmakta ve işletme tarafından yapılan iş ve işlemlerin ekonomik olarak amaca uygun olup olmadığı konusunda bir hüküm vermektedir (Miraboğlu, 1983). Yani işletmelerin sahip oldukları kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı, iktisadilik ölçümlerine göre belirlenebilmektedir (Türker,

2009). İktisadilik; işletmelerde gelirlerin maliyetlere oranı ile ölçülmekte olup, belirli bir maliyetle daha yüksek başarı sağlamak ya da aynı başarıya daha düşük maliyetle ulaşmak olarak tanımlanabilir (Daşdemir, 2011). Böylece iktisadilik düzeyinin (oranının) artırabilmesi için üç yol bulunmaktadır (Türker, 2008); (1) Maliyetleri azaltmak (Gelirler sabit), (2) Hem maliyetleri azaltmak, hem de gelirleri arttırmak, (3) Gelirleri arttırmak (Maliyetler sabit).

İktisadilik, orman işletmelerinin etkinliklerinin ve amaca uygunluk derecesinin değerlendirilebilmesi için en uygun ölçü olmasına rağmen günümüzde bu ölçümlerin ve değerlendirmelerin sadece bilimsel nitelikli çalışmalarda ele alındığı (Daşdemir, 1996; Türker, 1995; Öztürk, 1997; Türker ve Türker, 1999; Şentürk, 2007), gerek orman işletmeleri gerekse bölge ve genel müdürlük düzeyinde böyle bir ölçüm ve değerlendirilmenin yapılmadığı görülmektedir. Benzer şekilde devlet orman fidanlık işletmelerinde de faaliyetlere yönelik iktisadilik ölçümleri yapılmamaktadır (Alkan, 2006).

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’nin Batı Akdeniz Bölgesi’nde yer alan Isparta ve Antalya orman bölge müdürlüklerine bağlı olarak faaliyet gösteren on dokuz devlet orman işletmesinin 2006–2010 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemdeki iktisadiliğini TOPSIS yöntemi ile analiz etmektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma alanı ve değerlendirme ölçütleri

Türkiye’de ormancılık etkinliklerinin bir bütün olarak planlanıp yürütülmesinde temel birimler devlet orman işletmeleridir. Yani orman işletmeleri, biyolojik, ekonomik, teknik ve sosyal konularda karar verme birimleridir. Ayrıca gerekli kayıtların tutulması ve muhasebe işlemleri orman işletmeleri temelinde yapılmaktadır (Daşdemir, 1996). Bu nedenle çalışmada orman işletmeleri karar verme birimleri olarak belirlenmiştir. Karar verme birimlerinin birbirlerine göre iktisadiliğini değerlendirebilmek için işletmelerin kıyas edilebilir olmaları gerekmektedir. Bu amaçla gerek biyolojik gerekse teknik ve ekonomik açıdan benzerlikleri olan ve Türkiye’nin Batı Akdeniz Bölgesi’nde yer alan 19 devlet orman işletme müdürlüğü araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Bu işletmeler iki farklı orman bölge müdürlüğüne bağlı olarak faaliyet göstermektedir (Çizelge 1).

Orman işletmelerinde iktisadilik analizleri için toplam 6 adet değerlendirme ölçütü belirlenmiştir. Ölçütlerin belirlenmesinde Şentürk (2007) ve Daşdemir (2006) tarafından yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır. Veri kaynakları; işletmelere ait bilanço, gelir tablosu, üretim ve satış cetvelleri, idari ve mali işler şube müdürlüğü kayıtları ile işletme ve pazarlama şube müdürlüklerinin kayıtlarıdır. 2006-2010 yılları arasında analiz yapıldığı ve bundan dolayı elde edilen verilerde enflasyon nedeniyle meydana gelen dalgalanmaları giderebilmek için TÜİK 2003: 100 endeksi ile nominal fiyatlar reel fiyatlara dönüştürülmüştür. Belirlenen değerlendirme ölçütleri aşağıda görülmektedir;

- Toplam gelir (TGE)/Toplam gider (TGİ)
- Satış Gelirleri (SG)/Toplam gider (TGİ)
- Kar (veya zarar) (KZ)/Toplam gider (TGİ)
- Kar (veya zarar) (KZ)/Üretim giderleri (ÜG)
- Satış gelirleri (SG)/Üretim giderleri (ÜG)
- Toplam gelir (TGE)/Genel yönetim giderleri (GYG)

Ölçütlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve işletmeler itibarıyla ölçütlerin ortalama değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3’de görülmektedir.

Çizelge 1. İşletmelerin bağlı oldukları bölge müdürlüklerine göre dağılımı

Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlükleri
Antalya	Akseki, Alanya, Antalya, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Gündoğmuş, Kaş, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Serik, Taşagül
Isparta	Isparta, Eğirdir, Sütçüler, Gölhisar, Burdur, Bucak

Çizelge 2. Ölçütlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler

	En küçük	En büyük	Ortalama	Standart Sapma
TGE/TGİ	0,184	2,450	1,048	0,416
SG/TGİ	0,162	2,299	0,987	0,406
KZ/TGİ	-0,816	1,450	0,048	0,416
KZ/ÜG	-28,925	8,300	-0,733	4,051
SG/ÜG	1,443	14,472	3,447	1,798
TGE/GYG	0,291	7,287	2,977	1,601

2.2. TOPSIS Yöntemi

Çalışmada TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. İdeal çözüme yakınlığa göre sıralama yapabilen TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olarak ekonomi/yönetim problemleri, veri tabanı seçimi, muhasebe ve finans, sermaye yatırımı, karar destek, üretim, makro-ekonomik planlama, pazarlama, ürün tasarımı, pazarlama stratejisi, planlama, çevresel kararlar gibi alanlarda kullanılabilir (Özkan, 2007). Orman kaynaklarının işlev önceliklerinin Mersin İli örneğinde belirlendiği bir çalışmada da TOPSIS yöntemi kullanılmış ve bulgular, analitik hiyerarşi süreci ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır (Yılmaz vd., 2010).

TOPSIS yöntemi, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme ise en uzak olan uygun çözümün belirlenmesi esasına dayanır (Lai, vd., 1994). Bu yöntem ayrıca sezgisel, anlaması ve uygulaması kolay olan bir yöntemdir (Özdemir ve Seçme, 2009). Aşağıda TOPSIS yönteminin aşamaları açıklanmıştır (Akyüz vd., 2011; Yaraloğlu, 2011; Demireli, 2010; Eleren ve Karagül, 2008):

1. Karar matrisinin (A_{ij}) oluşturulması: Karar matrisi, karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Değerlendirme ölçütü sayısı n ve karar noktaları (karar verme birimleri) m olmak üzere, bu matris aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Standart (normalleştirilmiş) karar matrisinin (R_{ij}) belirlenmesi: Standart (normalleştirilmiş) karar matrisinin elemanları, A_{ij} matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{ik}^2}} \quad i=1 \dots m; \quad j=1 \dots n \quad (1)$$

R_{ij} matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

3. Ağırlıklı standart karar matrisinin (V_{ij}) oluşturulması: Öncelikle değerlendirme ölçütlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir. Burada ağırlıkların belirlenmesinde karar vericinin subjektif görüşleri yer almaktadır. Daha sonra R_{ij} matrisinin her bir sütunundaki elemanlar, ilgili w_i değeri ile çarpılarak V_{ij} matrisi oluşturulur. V_{ij} matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Çizelge 3. İşletmeler itibarıyla ölçütlerin ortalama değerleri

	TGE/TGİ	SG/TGİ	KZ/TGİ	KZ/ÜG	SG/ÜG	TGE/GYG
Akseki	1,117	1,064	0,117	-0,217	5,014	2,082
Alanya	0,995	0,901	-0,005	-0,903	3,305	2,523
Antalya	0,607	0,529	-0,393	-2,797	3,006	1,052
Elmalı	0,561	0,515	-0,439	-2,657	2,319	1,490
Finike	1,104	1,047	0,104	-1,139	3,206	2,688
Gazipaşa	1,140	1,102	0,140	0,029	3,640	3,182
Gündoğmuş	0,814	0,772	-0,186	-3,230	3,894	2,043
Kaş	1,047	1,001	0,047	-0,017	2,982	2,735
Korkuteli	0,994	0,936	-0,006	-5,217	4,480	2,634
Kumluca	1,274	1,235	0,274	0,618	3,146	4,071
Manavgat	1,054	0,878	0,054	-0,092	2,435	3,741
Serik	1,575	1,451	0,575	2,454	5,580	4,521
Taşağül	1,592	1,520	0,592	1,625	5,700	5,446
Isparta	0,407	0,381	-0,593	-3,766	2,217	0,811
Eğirdir	1,004	0,956	0,004	-0,025	3,029	2,685
Sütçüler	1,245	1,200	0,245	0,605	3,519	3,811
Göhlisar	1,095	1,064	0,095	0,220	2,712	3,306
Burdur	0,989	0,944	-0,011	-0,081	2,535	2,955
Bucak	1,307	1,261	0,307	0,662	2,773	4,801

4. İdeal (A^*) ve negatif (minimum) ideal (A^-) çözümlerin hesaplanması: İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V_{ij} matrisindeki sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçükleri) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') \right\} \quad (2)$$

(2) nolu eşitlikten elde edilecek ideal çözüm seti $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ şeklinde gösterilebilir. Negatif ideal çözüm seti ise, V_{ij} matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyükleri) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') \right\} \quad (3)$$

(3) nolu eşitlikten elde edilecek negatif ideal çözüm seti, $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilebilir. Her iki eşitlikte de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme ölçütü sayısından yani n elemandan oluşmaktadır.

5. Ayırım ölçülerinin hesaplanması: Karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ideal ayırım (S_i^*) ve negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesabı (4) nolu eşitliğe, negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesabı ise (5) nolu eşitliğe göre yapılır. Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı (m) kadar olacaktır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i=1 \dots m \quad (4)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1 \dots m \quad (5)$$

6. İdeal çözüme göreli yakınlığın belirlenmesi: Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesabı (6) nolu eşitliğe göre yapılır. Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad i=1 \dots m \quad (6)$$

3. Bulgular ve tartışma

Orman işletmelerinin iktisadilik düzeyinin ölçümü için önce ölçütlere eşit ağırlıklar verilmiştir. Daha sonra farklılıkları görebilmek için ölçütlerin ağırlıkları değiştirilerek çözümlenmeler de yapılmış ve karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında yer alan 19 orman işletme müdürlüğünün TOPSIS yöntemine göre aldıkları puanlar ve sıralama Çizelge 4'de görülmektedir. Çizelge incelendiğinde 2006 ve 2007 yıllarında Akseki orman işletmesi, 2008 ve 2010 yıllarında Taşağül orman işletmesi ve 2009 yılında Serik orman işletmesi ilk sıradadır. Beş yıllık ortalamalara göre yapılan çözümlemede ise Serik orman işletmesi 2009 yılına benzer şekilde birinci sırada yer almıştır. Çözüm sonuçlarına göre tüm yıllar ve ortalamalarda ilk beş sıra içerisinde yer alan tek işletme Taşağül'dür.

Çizelge 4. Ölçütlerin eşit ağırlığına göre işletmelerin aldıkları puanlar ve sıralama

İşletmeler	2006		2007		2008		2009		2010		Ortalama	
	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra
Akseki	0,931	1	0,876	1	0,314	16	0,324	12	0,660	4	0,603	8
Alanya	0,539	14	0,364	16	0,400	14	0,196	17	0,390	16	0,360	14
Antalya	0,278	18	0,250	17	0,250	18	0,285	15	0,234	17	0,231	17
Elmalı	0,301	17	0,153	18	0,277	17	0,301	14	0,175	18	0,227	18
Finike	0,661	8	0,770	4	0,653	4	0,276	16	0,610	9	0,546	13
Gazipaşa	0,697	3	0,714	6	0,547	10	0,348	11	0,743	2	0,631	6
Gündoğmuş	0,438	16	0,435	15	0,461	13	0,194	18	0,603	10	0,311	16
Kaş	0,560	11	0,577	11	0,653	5	0,384	9	0,574	12	0,577	10
Korkuteli	0,460	15	0,836	2	0,646	6	0,126	19	0,657	6	0,338	15
Kumluca	0,710	2	0,662	9	0,732	3	0,457	6	0,674	3	0,723	4
Manavgat	0,546	12	0,546	12	0,616	8	0,364	10	0,656	7	0,580	9
Serik	0,663	7	0,677	8	0,853	2	0,950	1	0,639	8	0,950	1
Taşagül	0,690	4	0,772	3	0,980	1	0,700	2	0,856	1	0,933	2
Isparta	0,000	19	0,000	19	0,000	19	0,319	13	0,011	19	0,114	19
Eğirdir	0,544	13	0,528	13	0,465	12	0,450	7	0,519	15	0,558	11
Sütçüler	0,684	5	0,745	5	0,592	9	0,508	4	0,586	11	0,712	5
Göhlisar	0,606	9	0,580	10	0,547	11	0,460	5	0,542	14	0,614	7
Burdur	0,595	10	0,452	14	0,377	15	0,437	8	0,555	13	0,548	12
Bucak	0,683	6	0,690	7	0,619	7	0,537	3	0,660	5	0,740	3

Bunun yanında 2009 yılı dışında tüm yıllar ve ortalamalarda Isparta orman işletmesi son sıradadır. Çizelge 4'de 2006, 2007 ve 2008 yıllarında Isparta orman işletmesinin aldığı sıfır değeri, bu işletmenin tüm ölçütler için negatif ideal çözüme mutlak yakın, yani tüm ölçütler için en düşük değerlerin bu işletmeye ait olduğunu göstermektedir. Antalya ve Elmalı orman işletmeleri de genelde son sıralarda yer almaktadır. Benzer şekilde Başer vd. (2009) tarafından 2002-2006 yıllarını kapsayan ve orman işletmelerinin teknik etkinlik düzeylerinin belirlendiği bir çalışmada da, Antalya ve Isparta orman bölge müdürlüklerinde sırasıyla Taşagül ve Bucak orman işletmeleri en etkin işletmeler, Elmalı, Antalya ve Isparta orman işletmeleri ise etkinlik düzeyleri itibarıyla en geride olan işletmeler olarak bulunmuştur.

Isparta ve Antalya orman işletmelerinin bölge müdürlüğü merkezinde yer alan işletmeler olarak iktisadilik düzeylerinin düşük olması beklenen bir sonuçtur. Bu durumun en önemli nedenleri; istihdam edilen personel sayısının diğer işletmelere oranla fazla olması, bölge müdürlüğünün harcamalarının da bu işletmeler tarafından yapılması, orman amenajman heyetleri ve kadaströ başmühendisliklerinin merkez işletmelere bağlı olarak hizmet vermesi ve bundan dolayı da giderlerinin diğer işletmelere nazaran çok fazla olmasıdır. Bölge ortalamalarına göre toplam giderler içerisinde genel yönetim giderlerinin payı % 40,29 iken bu oran, Isparta işletmesinde % 51,57 ve Antalya işletmesinde % 59,96'dır. Bunun yanında il merkezlerinde yer alan orman kaynaklarında odun hammaddesi üretim düzeyinin düşüklüğü de bir neden olarak belirtilebilir.

Türker (1995) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmış ve bölge müdürlükleri ve il merkezlerinde bulunan orman işletmelerindeki aşırı personel istihdamının önlenmesi ve yapılan etkinliklere yönelik bütçe tabanlı düzenlemeler konusunda öneriler geliştirilmiştir. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü örneğinde yapılan verimlilik ve iktisadilik analizlerinde de İstanbul orman işletmesi en başarısız işletme olarak bulunmuştur (Şentürk, 2007).

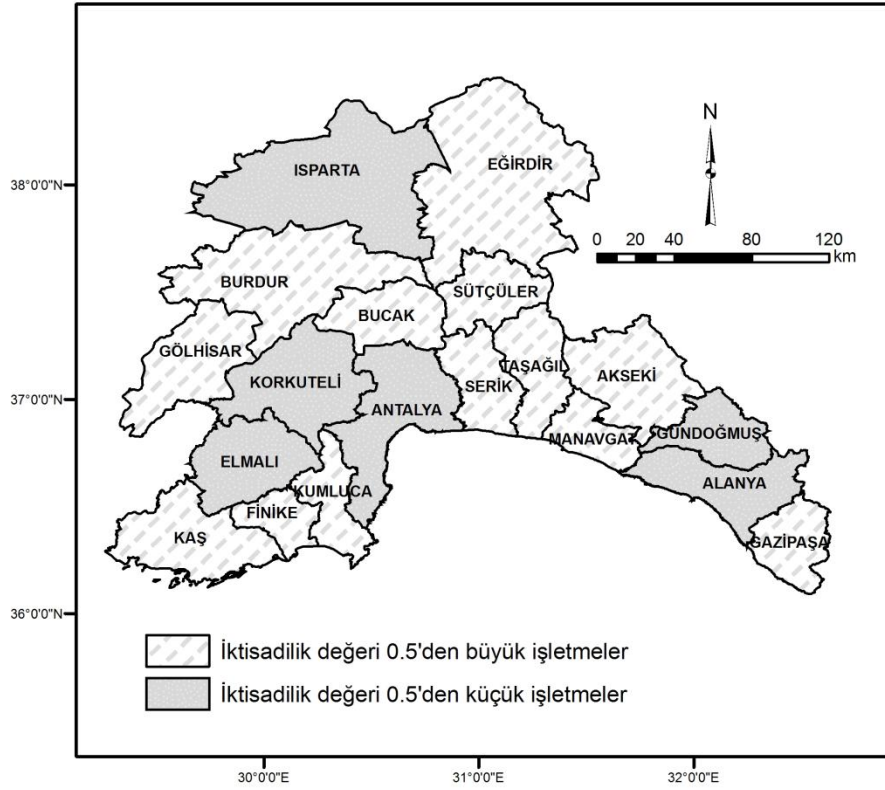
Elmalı işletmesinin son sıralarda yer almasının en önemli nedeni satış gelirlerinin diğer işletmelere kıyasla çok

düşük olmasıdır. Örneğin 2006 yılı için bölgede tüm işletmelerin satış gelirlerinin toplamı içerisinde Elmalı işletmesinin payı % 0,78 ile en düşük düzeydedir. Orman işletmelerinde toplam gelirler içerisinde satış gelirlerinin payı (bölgede ortalama % 93,30) çok yüksek olduğu için bu durum Elmalı işletmesinin toplam gelirinin de düşük olmasına neden olmaktadır.

2008 yılında meydana gelen ve bölgede yer alan Taşagül ve Serik orman işletmelerinin sınırlarında etkili olan orman yangınında 15795 ha (Taşagül: 10299,5 ha, Serik: 5495,5 ha) alan zarar görmüştür (OGM, 2011a). Bu yangın sonucunda Serik ve Taşagül orman işletmelerinde odun hammaddesi arzı olağanüstü olarak artmıştır. Odun hammaddesi arzının artışı, 2008 ve 2009 yıllarında Serik ve Taşagül orman işletmelerinin iktisadilik sıralamasında ilk iki sırada yer almalarında etkili olmuştur. Bu yangının özellikle ilgili işletmelerin yer aldığı Antalya Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı diğer işletmelerde odun hammaddesi üretimini sınırlamasıyla sonuçlandırdığı için bu yıllarda Isparta Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı bazı orman işletmeleri (Bucak, Göhlisar ve Eğirdir gibi) daha üst sıralara yükselmiştir.

Ortalamalara göre yapılan çözümlemede iktisadilik değeri 0,5'ten büyük olan işletme sayısı 13 ve 0,5'ten küçük olan işletme sayısı 6'dır. Isparta Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olarak faaliyet gösteren Isparta orman işletmesi dışındaki tüm işletmelerin iktisadilik değerinin 0,5'in üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü ile bölgenin tamamında yıllar itibarıyla değişim incelendiğinde (Şekil 2), en yüksek iktisadilik düzeyinin 2006 yılında gerçekleştiği, 2009 yılına kadar düşüş olduğu ve 2009 yılında en düşük düzeye ulaştığı görülmektedir. Bölge düzeyinde 2006 yılında 0,916 olarak bulunan iktisadilik düzeyi, 2009 yılında 0,086'ya gerilemiştir. 2010 yılında olumlu yönde artışın (0,270) olduğu görülmektedir. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nde ise en düşük iktisadilik değeri 2010 yılında gerçekleşmiştir. İşletmeler açısından konu incelendiğinde de büyük oranda benzer sonuçlara ulaşılmaktadır (Çizelge 4). Genelde işletmelerin aldıkları puanların en düşük değerleri 2009 yılına aittir.



Şekil 1. Ortalamalara göre işletmelerin iktisadilik değerlerinin karşılaştırılması

Bu durumun 2008 yılında başlayan ve orman ürünleri piyasalarında 2009 yılında etkilerini belirgin bir şekilde gösteren küresel ekonomik krizden kaynaklandığı söylenebilir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından bu dönemde satışlardaki başarının artırılması ve müşterilerin nakit darboğazının hafifletilmesi amacıyla, piyasada talebi olan ürünlerin üretimlerine öncelik verilmesi, peşinatların % 50' den % 20-40 oranlarına indirilmesi, vade sürelerinin 6 aydan 9 aya çıkarılması, peşinatsız ve faizsiz 4 ay vadeli kampanyalı satış uygulaması gibi bir dizi önlem alınmıştır (OGM, 2011b).

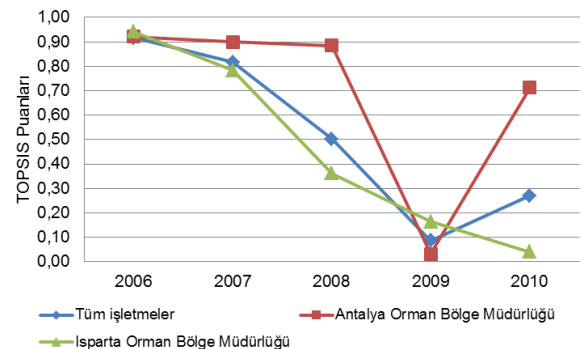
Ölçütlerin ağırlıkları değiştiğinde TOPSIS çözüm sonuçları da bu ağırlıkların etkisiyle değişmektedir (Olson, 2004). Farklı bir çözüm yapmak ve mevcut sonuçlarla karşılaştırabilmek için öncelikle ölçütlerin ağırlıklandırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ölçütler öncelik sırasına konulmuştur. Burada orman işletmelerinde kar elde etme, amaçların önem sıralarında daha alta yer aldığı için KZ/TGİ ve KZ/ÜG ölçütlerine son sıralarda yer verilmiştir. Ağırlıkların hesabı için Şahin ve Akyer (2011) tarafından yapılan çalışmadan yararlanılmış ve ağırlıklar Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5. Ölçütler için belirlenen ağırlıkların hesabı

Ölçütler	Öncelik Sırası	Sıranın tersi	Ağırlıklar
TGE/TGİ	1	1	0,408*
SG/TGİ	2	1/2	0,204
SG/ÜG	3	1/3	0,136
TGE/GYG	4	1/4	0,102
KZ/TGİ	5	1/5	0,082
KZ/ÜG	6	1/6	0,068
Toplam		2,45	1,000

*1/2,45= 0,408

Ölçütlerin farklı ağırlıklarına göre yapılan çözüm sonuçları incelendiğinde (Çizelge 6), sıralamalar farklı olmakla birlikte ilk beşte yer alan işletmelerin değişmediği görülmektedir. Bunun yanında 2006 yılında ölçütlerin eşit ağırlığına göre yapılan çözümlemede (Çizelge 4) 14. sırada olan Alanya Orman İşletmesi, ölçütlerin ağırlığı değiştirildiğinde (Çizelge 6) 9. sıraya yükselmiştir. Diğer yıllarda sıralamalar açısından ciddi bir farklılık yoktur. Ortalamalara göre yapılan çözümlemelerde de en önemli farklılık Finike Orman İşletmesindedir. Bu işletme ölçütlerin eşit ağırlığına göre yapılan çözümlemede 13. sırada yer alırken, ölçütlere farklı ağırlıklar verildiğinde 9. sıraya yükselmiştir. Diğer sıralamalarda ise önemli bir değişiklik olmamıştır.



Şekil 2. Tüm işletmeler ve bölge müdürlükleri itibarıyla iktisadilik düzeyinin yıllara göre değişimi

Çizelge 6. Ölçütlerin farklı ağırlığına göre işletmelerin aldıkları puanlar ve sıralama

İşletmeler	2006		2007		2008		2009		2010		Ortalama	
	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra
Akseki	0,934	1	0,882	1	0,288	16	0,168	12	0,617	4	0,597	7
Alanya	0,670	9	0,498	14	0,501	10	0,124	17	0,514	13	0,480	14
Antalya	0,265	17	0,263	17	0,230	17	0,126	16	0,192	17	0,190	17
Elmalı	0,259	18	0,162	18	0,221	18	0,140	14	0,117	18	0,169	18
Finike	0,677	7	0,793	4	0,615	5	0,128	15	0,611	9	0,559	9
Gazipaşa	0,716	3	0,720	6	0,499	12	0,186	11	0,706	2	0,615	6
Gündoğmuş	0,423	16	0,430	16	0,411	14	0,090	19	0,558	10	0,334	16
Kaş	0,556	12	0,583	10	0,620	4	0,233	9	0,520	12	0,541	10
Korkuteli	0,442	15	0,838	2	0,594	6	0,105	18	0,611	6	0,433	15
Kumluca	0,732	2	0,684	9	0,716	3	0,347	6	0,629	3	0,710	4
Manavgat	0,541	13	0,536	12	0,560	8	0,208	10	0,607	7	0,535	11
Serik	0,674	8	0,691	8	0,825	2	0,969	1	0,588	8	0,951	2
Taşağül	0,712	4	0,799	3	0,976	1	0,718	2	0,826	1	0,960	1
Isparta	0,000	19	0,000	19	0,000	19	0,156	13	0,013	19	0,068	19
Eğirdir	0,539	14	0,526	13	0,413	13	0,341	7	0,452	16	0,513	12
Sütçüler	0,711	5	0,760	5	0,547	9	0,430	4	0,532	11	0,696	5
Göhlisar	0,617	10	0,583	11	0,501	11	0,362	5	0,478	15	0,579	8
Burdur	0,604	11	0,446	15	0,317	15	0,322	8	0,494	14	0,501	13
Bucak	0,707	6	0,711	7	0,580	7	0,474	3	0,616	5	0,728	3

4. Sonuç ve öneriler

Hem işletmeler hem de bölgesel düzeyde iktisadiliğin ölçümü, orman işletmelerinin etkinliklerini değerlendirmek, başarı ve performanslarını belirlemek için önem arz etmektedir. TOPSIS yöntemi bu açıdan kullanılabilir bir yöntemdir. TOPSIS yönteminin sonuçları ölçütlerin ağırlığına göre değişmektedir. Bu nedenle çalışmada önce ölçütlere eşit ağırlık verilerek çözümler yapılmış, daha sonra ölçütlerin ağırlıkları değiştirilerek yeniden çözümler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bundan dolayı bir senaryo analizi olarak değerlendirilebilecek olan farklı ölçütlere göre yapılan çözümlerde, ölçütlerin ağırlıklandırılması işlemi varsayımsal olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma ile 2006-2010 yılları arasında yapılan analiz sonuçlarına göre iktisadilik açısından en başarılı işletmeler, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nde Serik, Taşağül ve Kumluca, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nde ise Bucak ve Sütçüler orman işletmeleridir. Bunun yanında bölge müdürlüğü merkezlerinde yer alan Antalya ve Isparta orman işletmeleri ile Elmalı orman işletmesi iktisadilik açısından en geride olan işletmelerdir.

Orman işletmelerinde satışların artırılmasına yönelik Orman Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan pazarlama odaklı çabaların olumlu sonuçlar verdiği 2010 yılındaki gelişmelerden görülmektedir. Bu kapsamda pazarlama odaklı çabaların geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bunun yanında orman işletmelerinin bir kamu işletmeciliği olması, pazarı olmayan mal ve hizmetleri de üretmesi gibi nedenlerden dolayı gelirlerinin ancak bir noktaya kadar artırılabilmesi mümkündür. Bundan dolayı orman işletmelerinde iktisadilik düzeyinin artırılmasında en önemli yolun maliyet minimizasyonu olduğu görülmektedir.

İşletmelerde başarı ve performans artışının ödüllendirilmesine yönelik çalışmalar yönetici ve çalışanların motivasyonunu arttıracaktır. Bu kapsamda ödül-teşvik sisteminin kurulmasına yönelik çalışmalar önemsenmelidir.

Kaynaklar

- Akesen, A., Ekizoğlu, E., 2010. Ormancılık. Ormancılık Politikası (Ed: Akesen A, Ekizoglu A), TOD Yayınları No: 6, ISBN 978-9944-0048-3-1, Ankara, 19-36 s.
- Akyüz, Y., Bozdoğan, T., Hantekin, E., 2011. TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, X III (1): 73-92.
- Alkan, H., 2006. Devlet Orman Fidanlık İşletmelerinin Kapatılması ve Özelleştirilmesi Çabalarına İlişkin Bir Değerlendirme, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 62-71.
- Başer, M., Tosunoğlu, Ş., Kılıçarslan, Y., 2009. Türkiye'de Orman Döner Sermaye İşletmelerinin Etkinlik Analizi: Sorunlar, Çözümler ve Politika Önerileri. ISBN 978-605-393-043-3, 253 s.
- Daşdemir, İ., 1996. Orman İşletmelerinin Başarı Düzeylerinin Belirlenmesi (Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi Örneği). Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:1, Erzurum, 162 s.
- Daşdemir, İ., 2011. Ormancılık İşletme Ekonomisi. Bartın Üni. Yayın No: 5, Orm. Fak. Yayın No: 3, ISBN 978-605-60882-3-0, Bartın, 407 s.
- Demireli, E., 2010. TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 5 (1): 101-112.
- Eleren, E., Karagül, M., 2008. 1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi. Yönetim ve Ekonomi, 15(1): 1-14.
- Lai, Y.J., Liu, T.Y., Hwang, C.L., 1994. TOPSIS for MODM. European Journal of Operational Research, 76 (3): 486-500
- Miraboğlu, M., 1983. Ormancılık İşletme İktisadi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 340, İstanbul, 248 s.
- OGM, 2011a. Orman Yangınları Kayıt ve Takip Sistemi, Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr [Erişim Tarihi: 21.11.2011]
- OGM, 2011b. 2010 Yılı Orman Ürünleri Piyasasındaki Gelişmeler ve 2011 Yılı Beklentileri, Orman Genel Müdürlüğü web sitesi, <http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/isletmepazarlama/Dokumanlar/ORM%20%20C3%9CRN%20VE%20P%20C4%B0YASA%20ARA%20C5%9CETIRMA/Piyasa%20Raporlar%20C4%B1/6.pdf> [Erişim Tarihi: 14.11.2011].
- Olson, D.L., 2004. Comparison of Weight in TOPSIS Models. Mathematical and Computer Modelling, 40 (7-8): 721-727.
- Özdemir, A.İ., Seçme, N.Y., 2009. İki Aşamalı Stratejik Tedarikçi Seçiminin Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, XI(2): 79-112.

- Özkan, Ö., 2007. Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, ELECTRE ve TOPSIS Örneği, DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 180 s.
- Öztürk, A., 1997. Artvin ve Ardahan Devlet Orman İşletme Müdürlükleri Karşılaştırmalı Örnekleri Yardımı ile Devlet Orman İşletmelerinde Ekonomik Başarının Belirlenmesi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 136 s.
- Pearce, P. H., 1990. Introduction of Forestry Economics. University of British Columbia Press, ISBN: 9780774803366, Vancouver, 242 s.
- Şahin, Y., Akyer, H., 2011. Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. SDÜ Vizyoner Dergisi, 3 (5): 72-87.
- Şentürk, G., 2007. Devlet Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi (İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Örneği). İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 57 A(1): 21-41.
- Türker, A., 2009. Orman İşletmeleri Muhasebesinde Maliyet Muhasebesinin Uygulanabilirliği. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2011, Bildiriler Kitabı, 263-271 s., Isparta.
- Türker, M.F., 1995. 25 Devlet Orman İşletmesinin Gelir ve Gider Analizi Yardımıyla Ekonomik Başarılarının Belirlenmesi. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23-25 Ekim 1995, Bildiriler (Cilt: 4), 223-229 s., Trabzon.
- Türker, M.F., 2008. Ormancılık İşletme Ekonomisi. Derya Kitabevi, ISBN: 978-605-60295-0-9, Trabzon, 255 s.
- Türker M.F., Türker, E.S., 1999. Çok Değişkenli İstatistik Analiz Yardımı İle Orman İşletmelerinin Ekonomik Analizi (Doğu Karadeniz Bölgesi 25 Devlet Orman İşletmesi Örneği). Turk J Agric For. 23/1:169-177.
- Yaralıoğlu, K., 2011. TOPSIS Yöntemi. Dokuz Eylül Üniversitesi web sitesi, www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/.../TOPSIS_Yontemi.doc, [Erişim Tarihi: 11/10/2011]
- Yılmaz, E., Keleş, H., Koçak, Z., 2010. Mersin İlinde Orman Kaynaklarına İlişkin İşlev Önceliklerinin Belirlenmesi, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 35, Tarsus, 223 s.

Göller bölgesi orman yolu inşaatlarında yaklaşık maliyet ve hakediş değerlerinin irdelenmesi

H. Hulusi Acar^a, Mehmet Karabacak^{b,*}

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

^b Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Bucak Orman İşletme Müdürlüğü, Burdur

* İletişim yazarı/Corresponding author: karabacakmehmet@hotmail.com, Geliş tarihi/Received: 29.04.2011, Kabul tarihi/Accepted: 18.10.2011

Özet: Orman yolları; ormanların ekonomik, ekolojik ve sosyal fonksiyonlarının yerine getirilmesi için kullanılan yüksek maliyetli alt yapı tesisleridir. Yol yapım maliyetini etkileyen en önemli iş kalemi kazı işleri olduğundan; kazı miktarları ve zemin sınıfları ihale sürecinde isabetli tespit edilmelidir. Uygulamada, orman yolu yapım ihalesi için gerekli olan yaklaşık maliyet cetvelindeki iş miktarları gözlemsel metotlarla tespit edilerek, proje hazırlanmadan 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu (KİK) kapsamında yol yaptırılmaktadır. Göller Bölgesinde (Isparta Orman Bölge Müdürlüğü) 2003-2008 yıllarında yapılan 43 adet orman yolunun yaklaşık maliyet, ihale ve ödeme evrakı incelenmek suretiyle bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya konu olan orman yollarının ihale sürecinde tespit edilen iş miktarları ve maliyeti ile hakediş aşamasında tespit edilen iş miktarları ve maliyeti karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarda çizelgeler, grafikler ve istatistiksel yöntemler kullanılarak bir değerlendirme yapılmıştır. Yürürlükteki KİK kapsamındaki ihale dosyaları incelenerek mevcut uygulamanın aksayan yönleri tespit edilmiş ve çözüm yolları sunulmuştur. İhale sürecinde tespit edilen maliyet ve kazı miktarları ile ödeme anındaki maliyet ve kazı miktarları arasında farkların olduğu tespit edilmiştir. Yol yapımı ile ilgili olarak teklif cetvellerinde yer alan iş miktarlarını sadece gözlemsel arazi keşifleri ile belirlemenin yeterli olamayacağı sonucuna varılmıştır. Yol yapımında zemin derinliğine ilişkin strüktürü belirleyecek modern yöntemler kullanılarak gerçekçi sonuçlar elde edilmelidir. Bunun için jeofizik yöntemlerden yararlanılabilir. Orman yolları yapımında proje ve ihalenin başarılı sonuçlanabilmesi için; kazı miktarları ve zemin sınıflarına dağılımının tespiti daha isabetli yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Orman yolu yapımı, Yol maliyeti, Zemin sınıfı, Yaklaşık maliyet ve hakediş, Göller bölgesi

The investigation of approximate cost and progress payment for forest road building in Lakes Region of Turkey

Abstract: Forest roads are high-cost basic facilities allowing economic, ecological and social functions of forests to be fulfilled. Because the most essential work item affecting road construction cost is excavation works, amount of excavation and land classifications have to be most appropriately determined within bidding process. In regard to application, the amount of work given in approximate cost sheet required for bidding for forest road construction is determined by means of observational methods and the bidding is conducted within the scope of Public Procurement Law No:4734 before the project is made. After the documents including approximate cost, bidding and payment for 43 forest roads built in The Lakes Region of Turkey (Isparta Regional Directorate of Forestry) during the period (2003-2008) were obtained, the project started. The amount and cost of work determined in the bidding process for the roads involved in the research have been compared with those determined in the progress payment process. Within these comparisons, a consideration has been carried out by using tables, graphics and statistical methods. After the bidding files in the scope of Public Procurement Law in force were inspected, faulting components of the current application have been determined and solutions are suggested. It has been detected that the cost and amount of excavation determined in the bidding process differ from those determined in the payment process. It has been found out that it is not sufficient to determine amount of work given in bidding sheets related to road construction only by means of observation-based field reconnaissance. Projects providing better results as a result of using modern methods which can specify structure of land depth while conducting a road construction shall be designed. For this reason, geophysical methods can be benefited from. In order to conduct effectively biddings for forest road construction, amount of excavation and its distribution to land classifications shall be most appropriately determined.

Keywords: Forest road construction, Road cost, Land classification, Approximate cost and progress payment, The Lakes region

1. Giriş

İnsanoğlunun doğadaki yaşamı içinde yaptığı en önemli mühendislik yapılarından biri yoldur (Destanlioğlu ve Önder, 2009). Ormanların işletmeye açılması, entansif ve amaca uygun bir rasyonel ormancılık uygulamasını olanaklı hale getirmektedir. Bu amaçla ihtiyaç duyulan araçlardan birisini orman yolları teşkil etmektedir. Ülkemizde ormancılık çalışmaları ülkenin değişik yerlerinde ve dağlık

durumdaki 21,2 milyon ha (OGM, 2011) civarında orman alanı üzerinde yürütülmektedir. Bu kadar geniş ve dağlık, hatta çoğunlukla dağlık arazi üzerinde çalışmak, bu alanların iyi bir yol ağına sahip olmasıyla mümkündür. Her yıl yaklaşık 15 milyon m³ aslı orman ürünü transportunun yapıldığı orman yolları ekonomik, sosyal ve kültürel faydalar da sağlamaktadır (Erdaş vd., 1995).

Türkiye’de 2007 yılı itibariyle 138 639 km üretim yolu, 811 km kule/kulübe yolu ve 16 306 km yangın emniyet yolu

olmak üzere toplam 155 806 km orman yolu bulunmaktadır. Fonksiyonel planlama yaklaşımına göre yeniden tespit edilen miktarlar yani yeni yapılacak yollarla birlikte toplam 210 000 km orman içi yol ve 26 000 km yangın emniyet yolu miktarına ulaşılması beklenmektedir (Eker vd., 2010).

Yol yapım maliyetini etkileyen en önemli iş kalemi kazı işleri olduğundan; kazı miktarları ve zemin sınıfları ihale sürecinde isabetli tespit edilmelidir. Uygulamada, orman yolu yapım ihalesi için gerekli olan yaklaşık maliyet cetvelindeki iş miktarları gözlemsel metotlarla tespit edilerek, proje hazırlanmadan 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu (KİK) kapsamında ihaleye çıkılmaktadır. Teklif cetvelinde belirtilen iş miktarlarına göre müteahhitler tekliflerini sunmaktadır. İşin sonunda teklif cetvelindeki iş miktarlarında değişikliğin olması; yüklenicinin az kazanç ya da haksız kazanç elde ettiği yönünde ciddi şüphelerin doğmasına neden olmaktadır.

Açık ihale yada doğrudan temin yoluyla yaptırılmak istenen yolun metraj cetvellerinin hazırlanmasında ise profil noktalarında yamaç eğimi ve yolun genişliği dikkate alınmakta olup orman yol projesi hazırlanmamaktadır.

Bu araştırmada proje hazırlanmadan ve modern yöntemler kullanılmadan sadece gözlemlere dayalı olarak tespit edilen yaklaşık maliyet değerleri ile iş bitiminde ödemeye esas değerler karşılaştırılmış, uygulamada yaklaşık maliyet değerleri ile hakediş değerleri arasında fark olup olmadığı, fark var ise hangi kalemlerde fark olduğu ve farkın neden kaynaklandığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Konu ülkemize ait bir uygulama olduğundan uluslararası literatürde doğrudan yer almamakla beraber, ülkemizde de bu konu ile doğrudan ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma alanı olan Göller Bölgesi, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü (IOBM) ile sınırlandırılmıştır. IOBM 29°30'60" - 31°90'43" doğu meridyenleri, 36°80'05" - 38°61'26" kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Son altı yılda (2003-2008) yapılan orman yollarının ihale öncesinde tespit edilen yaklaşık maliyet değerleri ile hakediş değerleri karşılaştırılarak incelenmiştir. Araştırmaya konu tüm yollar B tipi tali orman yolu niteliğindedir.

2.1. Materyal

Araştırma konusuna esas bilgiler işletme müdürlüklerindeki ihale dosyalardan temin edilerek çalışmalara başlanmıştır. Bu amaçla ihale dosyalarından yaklaşık maliyet cetveli, ihale onay belgesi, ihale komisyonu kararı, yaklaşık maliyet metraj cetveli, yaklaşık maliyet etüt karnesi, birim fiyat teklif cetveli, hakediş raporu, hakediş raporu yapılan işler listesi, hakediş metraj cetveli, var ise ilgili yolun haritası temin edilmiştir.

Toplam 43 adet orman yoluna ait yaklaşık maliyet ve hakediş değerleri (maliyet, kazı ve dolduru miktarları) karşılaştırılmak üzere ihale dosyalarından temin edilmiştir. Elde edilen bilgi ve değerler geliştirilen etüt formlarında toplanmıştır (Karabacak, 2010).

Yapılan incelemeler neticesinde elde edilen bilgilerin kaydedilmesi için Microsoft Excel programı kullanılarak iki adet etüt formu geliştirilmiştir:

a. Maliyetler ile ilgili bilgi ve değerlerin işlendiği etüt formu.

b. Kazı miktarları ile ilgili bilgi ve değerlerin işlendiği etüt formu.

Çalışma konusu ile ilgili orman yollarından bazıları arazide yerinde incelenmiştir. Yapımı biten yolların bir kısmının kazı seviye incelendiğinde kazılan yerin üst kısmında çok az miktarda toprak olduğu, alt kısımların ise tamamının ya da tamamına yakınının kaya (a) ya da küskülük (b) olduğu görülmüştür (Şekil 1).

2.2. Yöntem

Araştırma alanı Göller Bölgesi ile sınırlı tutularak, çalışmaya literatür taraması ve yol yapım çalışmaları ile ilgili genel bilgiler edinilerek başlanmıştır. Yürürlükteki KİK'nun 2003 yılı başında yürürlüğe girmesi, bu tarihten önceki ihale dosyalarının arşivleme sisteminin düzenli olmaması nedenleri ile aynı ihale kanununa (4734 sayılı KİK) tabi olarak yapılan ihale dosyaları incelenmiştir. Yaklaşık maliyet ve hakediş değerleri iki şekilde karşılaştırılmıştır.

1- Yaklaşık maliyet cetvelinde yer alan iş miktarlarına göre en uygun teklifi vererek yolun yapımını üstlenen yüklenicinin teklif değerleri ile hakediş değerleri karşılaştırılmıştır.

2- Yaklaşık maliyet cetvelinde yer alan kazı miktarları ve yol uzunluğu ile hakediş raporu yapılan işler cetvelinde yer alan kazı miktarları ve yol uzunluğu karşılaştırılmıştır.

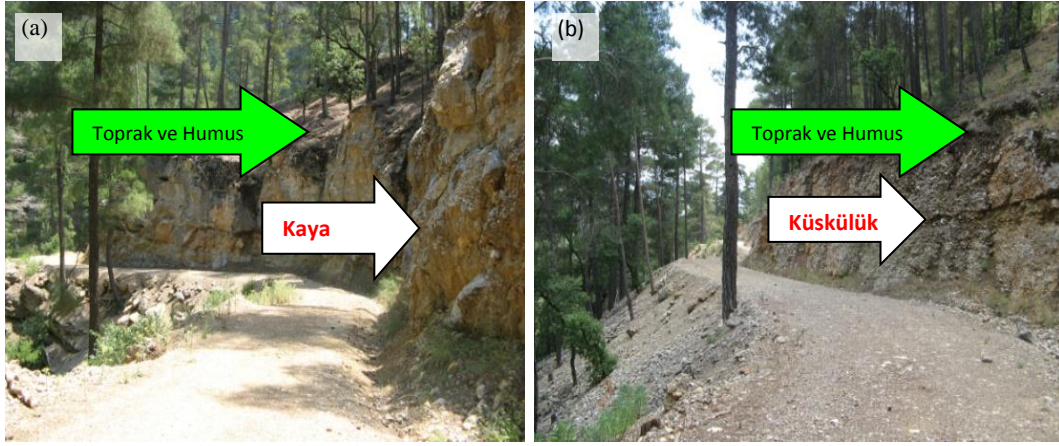
Veriler elde edilirken 1. keşif değerleri olarak yaklaşık maliyet (teklif) değerleri, 2. keşif değerleri olarak hakediş değerleri ihale dosyalarından elde edilmiştir. Maliyetleri karşılaştırmak için teklif (yaklaşık maliyet iş miktarı x teklif birim fiyat) ve hakediş değerleri (yapılan iş miktarı x teklif birim fiyat), iş miktarlarını karşılaştırmak için ise yaklaşık maliyete ve hakedişe esas oluşturan iş miktarları ihale dosyalarından elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçların ulusal ve uluslararası karşılaştırmalarının yapılabilmesi için maliyet ile ilgili elde edilen değerler, Acar ve Eker'in (2001) yaptığı çalışmada olduğu gibi dolara (ABD) çevrilmiştir.

İhale dosyalarından elde edilerek etüt karnesinde toplanan bilgilerin adları istatistik programlarında analizlerini yapabilmek ve 2-3 sayfada bu bilgileri toplamak için kodlanmıştır.

Göller Bölgesi'nde yapımı tamamlanan 43 adet orman yoluna ait dosyada incelemeler yapılarak elde edilen veriler MS Excel programında hazırlanan etüt karnesinde toplanarak irdelenmiştir. Yaklaşık maliyet ve hakediş değerleri arasında fark olup olmadığını anlamak için grafikler ve tablolar hazırlanarak analiz edilmiştir.

İstatistiksel olarak elde edilen değerlerin arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için bağımlı iki örnek t-testi (paired-samples t-testi) uygulanmıştır. Elde edilen farklar (yaklaşık maliyet - hakediş değerleri) ile diğer değerler (yamaç eğimi, yol eğimi, hakediş hazırlayanlar vb.) arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını tespit etmek için korelasyon analizi yapılmıştır.



Şekil 1. Yöreye ait orman yolu zemin yapıları: a) Toprak+kayalık zemin yapısı, b) Toprak+küskülük zemin yapısı

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Maliyetler ile kazı miktarlarına ait bulgular ve tartışma

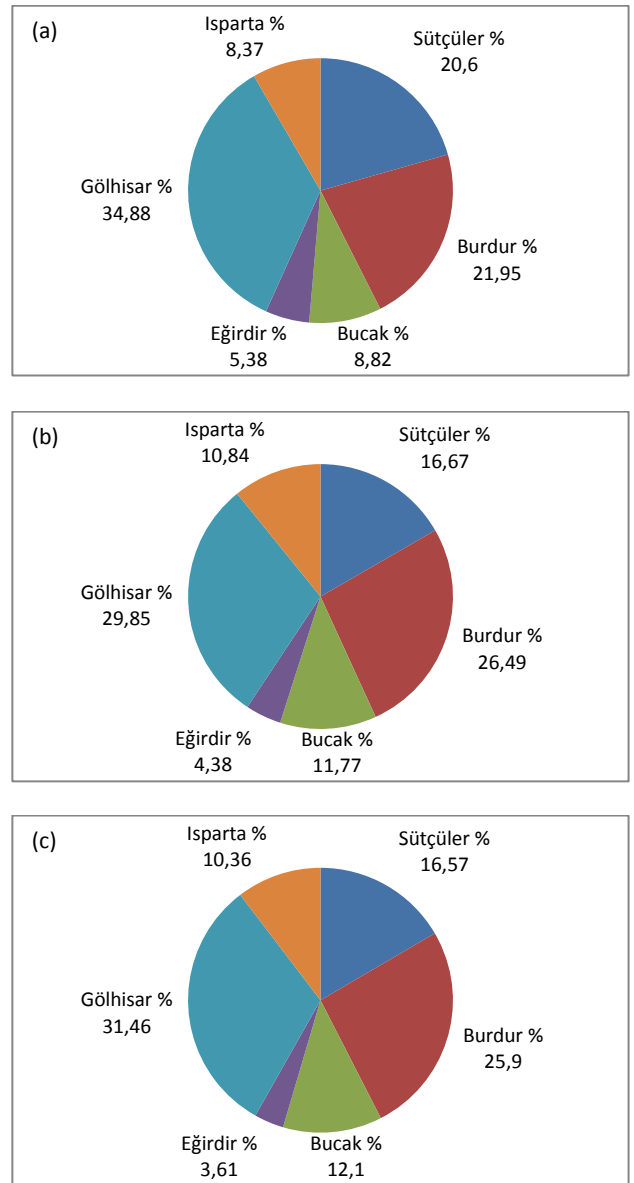
Göller Bölgesi'nde son altı yılda yaptırılan 43 adet yolun toplam uzunluğu 113638 m ve toplam maliyeti 1 295 122,84 \$ olup bu yolların yapımı için toplam 444 475,349 m³ kazı yapılmıştır. Bu yolların uzunluklarına göre ve toplam maliyetlerine göre işletme müdürlüklerine dağılımı Şekil 2.a ve 2.b'de gösterilmiştir.

Yapılan yolların işletme müdürlüklerine göre birim maliyeti hesaplandığında, birim yol yapım maliyeti en yüksek işletme müdürlüğü Bucak Orman İşletme Müdürlüğü olup 1 m yolun yapım maliyeti 15,21 \$/m'dir. Bu değer sırasıyla; Isparta Orman İşletme Müdürlüğü'nde 14,76 \$/m, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü'nde 13,75 \$/m, Gölhisar Orman İşletme Müdürlüğü'nde 9,76 \$/m, Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü'nde 9,27 \$/m ve Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü'nde 9,22 \$/m olarak bulunmuştur. Yapılan yolların toplam kazı miktarının işletme müdürlüklerine dağılımı ise Şekil 2.c'de gösterilmiştir.

Şekil 2 dikkatle incelendiğinde işletme müdürlükleri arasındaki sıralamanın değişmemesi; yol uzunluğu, kazı miktarı ve maliyet arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Yapılan yolların işletme müdürlüklerine göre birim kazı miktarı hesaplandığında birim uzunlukta en yüksek kazı Bucak Orman İşletme Müdürlüğünde yapılmış olup, 1 m yol için ortalama 5,364 m³/m kazı yapılmıştır. Bu değer sırasıyla; Isparta Orman İşletme Müdürlüğü'nde 4,844 m³/m, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü'nde 4,615 m³/m, Gölhisar Orman İşletme Müdürlüğü'nde 3,528 m³/m, Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü'nde 3,146 m³/m ve Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2,623 m³/m olarak bulunmuştur.

Yaptırılan 113,638 km uzunluğundaki orman yollarının toplam maliyeti 1.295.122,84 \$ olup kazı ve dolduru çalışmalarının maliyeti 1 240 612,74 \$, diğer çalışmaların (kök sökme, hendek tesviyesi, platform tesviyesi) maliyeti 54 510,10 \$'dır. Toplam maliyetin % 95,8'ini kazı ve dolduru çalışmalarının maliyeti, % 4,2'sini ise diğer maliyetler oluşturmaktadır.



Şekil 2. Göller Bölgesi'nde yapılan (2003-2008) orman yollarının a) Hakediş yol uzunluğunun, b) Toplam maliyetinin, c) Toplam kazı miktarının işletme müdürlüklerine dağılımı

Her kazı sınıfı için teklif edilen toplam bedellerle beraber, ödenen bedeller, toplam teklif tutarı, hakediş toplam tutarı ve farkları Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde; küskülük ve toprak kazı sınıfları için teklif edilen bedelden daha az miktarda ödeme yapılırken, kaya kazıları için teklif edilen bedelin üzerinde bir ödeme yapılmıştır. Teklif edilen miktarın üzerinde ödeme ise en fazla çok sert kaya kazısı için yapılmıştır. Bu sonuç; zor kazı iş kalemleri için ihale öncesinde yapılan tespitlerin yeterli olmadığına işaret etmektedir.

Yukarıdaki çizelgede belirtilen maliyetler ile ilgili farkların oluşmasına sebep olan hakediş ve yaklaşık maliyet kazı miktarları farkları grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

Her bir kazı sınıfı için yapılan toplam ödeme miktarı ile beraber o kazı sınıfına ait kazı miktarı, tüm kazı toplamı için ödenen toplam bedel ve toplam kazı miktarı ile ilgili kalemlere ait ortalama birim maliyetler Çizelge 2’de verilmiştir.

Yolların toplam maliyeti 1 295 122,84 \$’dır (kazı, kök sökümü, platform tesviyesi vs masraflar dahil). Bu rakamlara göre 1 km yolun yapım maliyeti ortalama olarak 11 396,92 \$/km(11,39 \$/m) hesaplanmıştır. Acar ve Eker (2001), Doğu Karadeniz Bölgesinde ekskavatör ile inşaatı yapılan 4+341 km yol üzerinde yaptıkları araştırmada, % 65-75 eğimli arazide ve % 2-7 arasında değişen eğime sahip bir yolda yol inşaat maliyetini 1999 fiyatlarına göre 5,87 \$/m olarak bulmuşlardır. Bu rakamlara göre son altı yılda Göller Bölgesi’nde yapılan yolların maliyeti Doğu Karadeniz’deki söz konusu çalışmanın yaklaşık iki katıdır.

Yapılan yolların toplam maliyetinin % 95,8’ini kazı ve dolduru çalışmaları oluşturmakta olup kazı maliyetlerinin zemin sınıflarına dağılımı Şekil 4.a’da gösterilmiştir. Küskülük kazı oranı % 27,54, sert kaya oranı % 27,16 olmasına rağmen toplam kazı maliyetinin % 42,33’ünü sert kaya maliyeti oluştururken, % 13,49’unu küskülük maliyeti oluşturmaktadır. Kazı zorlaştıkça maliyeti de artmaktadır. Şekil 4.b’de ise toplam kazı miktarının zemin sınıflarına dağılımı gösterilmiştir.

Yol yapımında maliyeti etkileyen en önemli unsurlar kazı miktarları olup bunlar toprak kazısı, yumuşak kaya kazısı, sert kaya kazısı ve çok sert kaya kazısıdır. Bu kazı çeşitlerinden maliyeti etkileyen en önemli kazı kalemi ise çok sert kaya kazı miktarıdır.

İncelenen 43 adet yolda hakediş cetvelindeki kazı miktarı toplamı ile yaklaşık maliyet kazı toplamı farkı 5 adet yol için negatif yönde olmasına rağmen; yaklaşık maliyet cetvelinde belirtilen kazı miktarına göre teklif edilen maliyet hakediş aşamasında pozitif yönde değişmiştir. Bu da göstermektedir ki; hakediş aşamasında maliyeti düşük olan kazı çeşitlerinin miktarlarında düşüş olurken, maliyeti yüksek olan kazı çeşitlerinin miktarlarında artış olmuştur. Yaklaşık maliyet yol uzunluğu ile hakediş yol uzunlukları arasında da sapma tespit edilmiştir.

Yapılan yolların; teklif edilen maliyetinin, hakediş maliyetinin ve farkının, yaklaşık maliyet kazı miktarının, hakediş kazı miktarının ve farkının, yol uzunluklarının işletme müdürlüklerine dağılımı Çizelge 3’de verilmiştir.

3.2. İstatistiksel açıdan bulgular ve tartışma

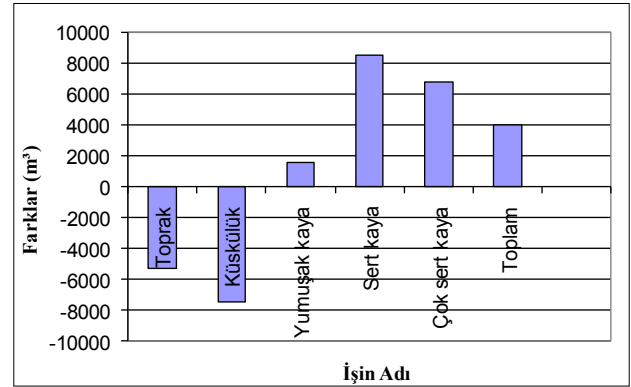
Toplam teklif tutarı ile hakediş toplam tutarı arasında farklılık olup olmadığını belirlemek amacı ile yapılan bağımlı iki örnek t-testi sonucunda t hesap değeri 2,766 hesaplanmıştır. Teklif toplam tutarı ile hakediş toplam tutarı

arasındaki fark % 99 (p=0,008) güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Hakediş kazı miktarları ile yaklaşık maliyet kazı miktarları arasında farklılık olup olmadığını belirleyebilmek için yapılan bağımlı iki örnek t-testi sonucunda, hakediş sert kaya kazı miktarı ile yaklaşık maliyet sert kaya kazı miktarı arasındaki fark % 95 (p=0,025) güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Hakediş çok sert kaya kazı miktarı ile yaklaşık maliyet çok sert kaya kazı miktarı arasındaki fark da %95 (p=0,014) güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 1. Teklif edilen maliyetlerin ve ödenen miktarların zemin sınıflarına dağılımı, toplam kazı teklif tutarı, kazı için ödenen toplam tutar ve farkları (Karabacak, 2010).

Maliyet Adı (\$)	Teklif (t)	Hakediş (h)	Fark (h-t)	Fark (%)
Toprak kazı ve kullanma maliyeti	101778,49	96795,48	-4983,01	4,90
Küskülük kazı ve kullanma maliyeti	175952,60	167344,01	-8608,59	4,90
Yumuşak kaya kazı ve kullanma maliyeti	248882,09	251915,23	3033,14	1,22
Sert kaya kazı ve kullanma maliyeti	493281,74	525183,79	31902,05	6,47
Çok sert kaya kazı ve kullanma maliyeti	163563,67	199374,23	35810,56	21,89
Toplam tutar	1183458,59	1240612,74	57154,15	4,83



Şekil 3. Kazı sınıflarına göre hakediş ve yaklaşık maliyet iş miktarları farkı

Hakediş toplam kazı miktarı ile yaklaşık maliyet toplam kazı miktarı arasında (p=0,521) istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamış olmasına rağmen, teklif toplam tutarı ile hakediş toplam tutarı arasındaki fark % 99 (p=0,008) güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hakediş toplam kazı miktarı ile yaklaşık maliyet toplam kazı miktarı arasında anlamlı farklılık bulunmamasına rağmen, teklif toplam tutarı ile hakediş toplam tutarı arasında % 99 (p=0,008) güven düzeyinde anlamlı fark bulunması; kazı maliyeti yüksek zemin sınıflarının (sert kaya ve çok sert kaya) kazı miktarları arasındaki farklılıktan kaynaklanmıştır.

Kazı miktarı ile ilgili olarak elde edilen t-testi sonuçları; kazı işi zor yani, kazı maliyeti yüksek olan zemin sınıflarının yaklaşık maliyet kazı miktarları ile hakediş kazı miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu göstermiştir.

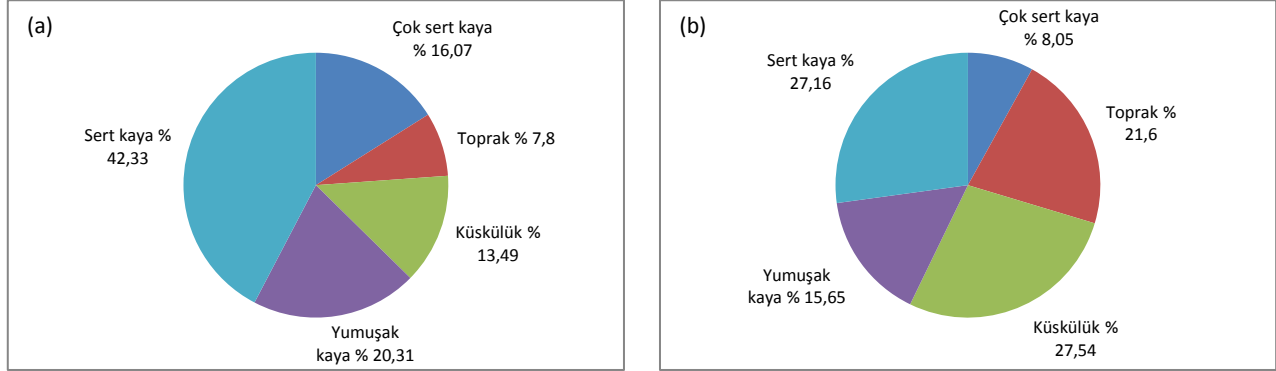
Yaklaşık maliyet ile hakediş yol uzunluk farkı ile yaklaşık maliyet ve hakediş zemin sınıflarına ait kazı miktarı farkları arasındaki korelasyon Çizelge 4’te verilmiştir.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; fark7 ile diğer kazı farkları arasında % 95 ve % 99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. Yapılan korelasyon analizi ile fark7 ile yamaç eğimi arasında % 99 güven düzeyinde (p=0,009) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur.

Yolun hakedişini ve yaklaşık maliyetini hazırlayanların değişmesi ile toplam farkın oluşması arasında korelasyon analiziyle anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Ancak, anlamlılık açısından toplam fark (fark7) ile yaklaşık maliyeti hazırlayanlar arasındaki ilişki (p=0,211), toplam fark ile hakediş hazırlayanlar arasındaki ilişkiden (p=0,619)

daha yüksektir. Bu sonuç; yaklaşık maliyeti hazırlayanların daha isabetli tespit yapmaları gerektiğini göstermiştir.

Yolun hakedişini hazırlayanlar ile fark6 arasında korelasyon analiziyle % 99 güven düzeyinde (p=0,003) anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuç; gözlemsel metotlarla zemin sınıflarının isabetli tespitinin yapılamadığını göstermekle birlikte, yaklaşık maliyet hazırlanırken çok sert kaya kazı miktarının daha özenle ve de modern yöntemlerle tespitinin yapılması gerektiğini göstermiştir.



Şekil 4. a) Toplam kazı maliyetlerinin, b) Toplam kazı miktarlarının zemin sınıflarına dağılımı

Çizelge 2. Toplam maliyet değerleri ve yapılan yol uzunluğunun işletme müdürlüklerine dağılımı (Karabacak, 2010)

İşletme Müdürlüğü	Hakediş (\$), h	Teklif (\$), t	Fark (\$),(h-t)	Yol Uzunluğu(m)
Burdur	343 010,49	334 131,33	8 879,16	24 943
Bucak	152 493,44	151 485,18	1008,26	10 027
Eğirdir	56 734,21	58 923,37	-2 189,16	6 118
Göhlisar	386 621,93	368 906,99	17 714,94	39 632
Isparta	140 379,30	126 298,93	14 080,37	9 510
Sütçüler	215 883,47	201 618,55	14 264,92	23 408
Toplam	1 295 122,84	1 241 364,35	53 758,49	113 638

Çizelge 3. Toplam kazı miktarları ve yapılan yol uzunluğunun işletme müdürlüklerine dağılımı (Karabacak, 2010)

İşletme Müdürlüğü	Hakediş (m ³), h	Yaklaşık Maliyet (m ³), y	Fark (m ³),(h-y)	Yol Uzunluğu (m)
Burdur	115 102,365	112 436,219	2 666,146	24 943
Bucak	53 783,815	53 787,520	-3,705	10 027
Eğirdir	16 047,347	16 519,812	-472,465	6 118
Göhlisar	139 837,209	135 153,639	4 683,570	39 632
Isparta	46 063,361	48 083,268	-2 019,907	9 510
Sütçüler	73 641,252	74 463,178	-821,926	23 408
Toplam	444 475,349	440 443,636	4 031,713	113 638

Çizelge 4. Yaklaşık maliyet ile hakediş yol uzunluğu ve kazı farkları arasındaki korelasyon

		Fark 1	Fark 2	Fark 3	Fark 4	Fark 5	Fark 6	Fark 7
Fark 1	Pearson Kor.	1,000	0,029ns	0,238ns	0,524***	-0,037ns	-0,121ns	0,384**
	Önem Düzeyi		0,852	0,125	0,000	0,814	0,441	0,011
Fark 2	Pearson Kor.		1,000	0,762***	0,357*	0,488**	0,724***	0,572***
	Önem Düzeyi			0,000	0,019	0,001	0,000	0,000
Fark 3	Pearson Kor.			1,000	0,463**	0,542***	0,662***	0,862***
	Önem Düzeyi				0,002	0,000	0,000	0,000
Fark 4	Pearson Kor.				1,000	0,258ns	0,347*	0,504**
	Önem Düzeyi					0,095	0,023	0,001
Fark 5	Pearson Kor.					1,000	0,573**	0,366**
	Önem Düzeyi						0,000	0,016
Fark 6	Pearson Kor.						1,000	0,392**
	Önem Düzeyi							0,009
Fark 7	Pearson Kor.							1,000
	Önem Düzeyi							

Fark1: Hakediş yol uzunluğu- yaklaşık maliyet yol uzunluğu

Fark2: Hakediş toprak kazı miktarı-yaklaşık maliyet toprak kazı miktarı

Fark3: Hakediş küskülük kazı miktarı-yaklaşık maliyet küskülük kazı miktarı

Fark4: Hakediş yumuşak kaya kazı miktarı-yaklaşık maliyet yumuşak kaya kazı miktarı

Fark5: Hakediş sert kaya kazı miktarı-yaklaşık maliyet sert kaya kazı miktarı

Fark6: Hakediş çok sert kaya kazı miktarı-yaklaşık maliyet çok sert kaya kazı miktarı

Fark7: Hakediş toplam kazı miktarı-yaklaşık maliyet toplam kazı miktarı

Yapılan korelasyon analizi ile % 99 güven düzeyinde yamaç eğimi ile toplam fark (fark7) arasında anlamlı ilişki belirlenmiştir ($p=0,009$). Acar vd. (2003)'e göre, toplam yol yapım maliyetinin çoğunluğunu kazı ve dolduru masrafları oluşturur. Özellikle, dağlık bölgelerde yol temeli genellikle kazı alanına inşa edilir, böylece kazı maliyetleri toplam yol maliyetini artırır.

4. Sonuçlar ve öneriler

Yüzeysel tespit yöntemiyle saptanan zemin sınıflarının iş bitiminde tespit edilen gerçek değerler ile tutarlı olmadığı anlaşılmıştır. Toplam teklif maliyetine göre hakediş toplam tutarının 53 758,49 \$ (% 4,33) daha fazla olduğu bulunmuştur. Gerek zemin sınıfları arasındaki değişimden ve gerekse toplam kazı miktarındaki değişimden dolayı kazı teklif maliyeti ile kazı hakediş maliyeti arasında fark oluşmuştur. Kazı ve dolduru için teklif toplamından 57 154,15 \$ (% 4,83) daha fazla ödeme yapılmıştır. Diğer işler (kök sökme ve tesviye) için teklif edilen miktara göre 3 395,66 \$ (% 5,86) daha az ödeme yapılmıştır.

Yaklaşık maliyet ile hakediş kazı miktarlarında farklılık tespit edilmiş olup kazı miktarlarındaki değişim sadece zemin sınıfları arasında gerçekleşmemiştir. Toplam kazı miktarlarında da değişiklik olmuştur. Toplam kazı miktarı yaklaşık maliyet değerlerine göre artmış olup, toplam kazı miktarı farkı 4 031,713 m³ (% 0,92) bulunmuştur.

Toprak ve küskülük kazı miktarlarında hakediş aşamasında negatif yönde değişim olurken, birim maliyeti daha yüksek ve kazı işi zor olan yumuşak kaya, sert kaya ve çok sert kaya kazı çeşitlerinde pozitif yönde değişim olmuştur. En fazla kazı artışı 8 549,382 m³ ile sert kaya kazı iş kaleminde gerçekleşmiştir. Yaklaşık maliyet etüdünde zemin altında tespit edilemeyen kaya miktarı ve özelliği, iş miktarının ve maliyetin tespit edilmesini güçleştirmektedir.

Yaklaşık maliyet yol uzunluğu ile hakediş yol uzunluğu arasında da farklılık vardır. Göller Bölgesi'nde son altı yılda ihaleli yaptırılan 113,638 km uzunluğundaki yolların toplam maliyeti 1 295 122,84 \$ (11 396,92 \$/km) olup, kazı ve dolduru çalışmalarının maliyeti 1 240 612,74 \$ (% 95,8), kök sökme, hendek tesviyesi ve platform tesviyesi iş kalemlerinin toplam maliyeti 54 510,10 \$ (% 4,2)' dir. Göller Bölgesi'nde son altı yılda ihaleli yaptırılan 43 adet yolun 42 adedi (% 97,67) ekskavatörle inşa edilmiştir. Yapımı tamamlanan 113,638 km yol için 444 475,349 m³ kazı yapılmıştır. Toplam kazı maliyeti 1 240 612,74 \$ olup 1 m³ kazının maliyeti 2,79 \$'dır. Kazısı en fazla maliyetli zemin sınıfı olan çok sert kayanın 1 m³'ü için ortalama 5,57 \$ harcama yapılmıştır.

Kazı işlemleri zor olan sert kaya ya da çok sert kaya miktarları yol maliyetini çok ciddi şekilde etkilediğinden; maliyeti yüksek kazı türlerinin tespitindeki hatalar hakediş hazırlanırken yol maliyetini büyük miktarda değiştirmektedir. 32, 33, 42 ve 43 nolu yollarda olduğu gibi, toplam kazı miktarı yaklaşık maliyet cetvelindeki tespite göre hakediş aşamasında azalırken yol yapım maliyetinin artması; maliyeti düşük olan kazı kalemlerinde düşüş olurken, maliyeti yüksek olan kazı iş kalemlerinde hakediş aşamasında artış olduğunu göstermektedir.

Göller Bölgesinde yapılan yolların yaklaşık maliyetleri ile hakedişleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olduğu belirlenmiştir. İstatistiki değerlendirmelere göre

toplam kazı farkı ile zemin sınıflarına göre çıkarılan kazı farkları, yol uzunluk farkı ve yamaç eğimi arasında anlamlı bir ilişki vardır. Diğer değişkenler ile toplam kazı farkı arasında çalışma konusu olan bu yollar için anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Korelasyon analiziyle; toplam kazı farkı ile yamaç eğimi arasında % 99 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ilişki bulunmuştur.

Sonuç olarak; kişisel tecrübelerle ve tahmine dayalı zemin etütleri ile belirlenen yol güzergahı kazı işleri miktarı ve maliyeti, hakedişte hazırlanan miktar ve maliyetten farklı olmaktadır. Farklılık; birinci keşifte yapılan tahminlerin tutarsızlığından kaynaklanmaktadır.

Yol yapımı ile ilgili olarak hazırlanan ihale dosyalarında yer alan kazı hacimlerinin gerekli proje hazırlanmadan sadece arazi keşifleri ile düzenlenen tablolar ile tespit edilmesi, iş bitiminde ihale sürecinde tahmin edilen iş miktarında genellikle değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum ise yüklenicinin bazen haksız kazanç elde etmeleri bazen de işin gerektirdiği teknik yapıların eksik olarak inşa edilmesi ile sonuçlanmaktadır. Her iki durumda da idare kamu yararını kollamakta zorlanmaktadır.

Gözlemsel metotlarla, kişisel tecrübelerle ve tahmine dayalı olarak yapılan zemin sınıfları tahmini, yaklaşık maliyet ve hakediş arasında önemli farklılıklara neden olmaktadır. Proje hazırlanmadan, zemin sınıfları ve kazı miktarı net tespit edilmeden birim fiyat teklifine göre yapılan mevcut uygulama yeterli olamamaktadır.

Elde edilen sonuçlara bağlı olarak ortaya konan öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Yol yapımı esnasında zemin sınıfları ve kazı miktarları daha isabetli tespit edilerek yol yapımını üstlenen firmaların veya şahısların az kazanç elde ettiği ya da haksız kazanç elde ettiği yönündeki şüpheler ortadan kaldırılmalıdır.
- Ekolojik problemlerin olduğu ve geçmişte yaklaşık maliyet ile hakediş arasında fark olan yerlerde, zemin sınıflarının tespitinde jeolojik ve jeofizik zemin etüd yöntemlerinden faydalanılmalıdır. Bunun için jeoloji ve jeofizik mühendisleri yaklaşık maliyet tespiti aşamasında çalıştırılabilir.
- Zemin etütleri ve sınıf tayinleri ile oranlarını tam tespit edilebilecek yöntemler geliştirilerek tam tespit edilebilmeli ve bu doğrultuda uygulama projeleri hazırlanarak ihale yapılmadığı.
- Yaklaşık maliyet toplam kazı miktarı ile hakediş toplam kazı miktarı arasında fark olması sadece zemin sınıflarının tayininde değil, kazı miktarlarının tespitinde de hata yapıldığını göstermektedir. Bu nedenle kesin sonuçlara daha yakın bilgiler içeren projeler yapılmalıdır. Zemin sınıflarının tayininde hata olsa dahi toplam kazı miktarı değişmemelidir. Bu durum yöneticiler tarafından titizlikle takip edilmelidir.
- Yaklaşık maliyet cetvelinde yer alacak kazı ve dolduru miktarlarının hesaplanmasında modern yöntemlerden olan NetCAD harita çizim programının NETPRO modülünden yararlanılabilir.
- Orman yolu projeleri ile, ihale öncesi tahmin değerlerinin yapım sonucunda oluşacak kesin iş miktarlarına yaklaştırılması temin edilerek, orman yolu yapım çalışmalarının daha gerçekçi bir yaklaşımla devam etmesi sağlanmalıdır. Böylece; OGM kaynaklarının daha rasyonel kullanılması sağlanabilecek, ormancılık sektöründe iş yapan özel kişi ya da kurumların idareye duydukları güven düzeyi artırılacaktır.

- İncelenen 43 adet yoldan sadece bir tanesinin yapımında buldozer kullanılmış olması memnun edici olmakla beraber, buldozerle yol yapımı çok dik arazide çevresel nedenlerle artık terk edilmelidir. Eğimin yüksek olduğu yerlerde (eğim>%50) ekskavatorle orman yolu inşaatı zorunlu tutulmalıdır.
- Çok pahalı yollar için (10 000\$<) veya 1 km ve daha uzun yolların yapımı için kesinlikle proje hazırlanmalıdır. Bu konuda gerekli yasal düzenleme yapılmalıdır.
- Yol yapım maliyetinin % 95,8'ini kazı ve dolduru masrafları oluşturduğundan, kazı ve dolduru miktarları daha isabetli tespit edilmelidir.
- Kazı işlemi zor olan ve yol yapım maliyetini çok etkileyen zemin sınıfları (sert kaya, çok sert kaya) daha gerçeğe yakın tespit edilmelidir.
- İstatistiksel açıdan, toplam fark ile yaklaşık maliyeti hazırlayanlar arasındaki ilişki, toplam fark ile hakedişi hazırlayanlar arasındaki ilişkiden daha yüksek olduğundan yaklaşık maliyeti hazırlayanların daha donanımlı kişiler olması sağlanmalıdır.
- Yamaç eğiminin çok yüksek olduğu yerlerde yol maliyeti arttığı gibi zemin sınıflarının tahmini de zorlaştığından bu tür yerlerde zorunlu olmadıkça yol planlanmamalıdır. Planlanmış yollarda da gerektiğinde güzergah değişikliğine gidilebilmelidir. Zorunlu olarak yol planlanmış ve bu yol inşa edilecek ise yamaç eğiminin yüksek olduğu yerlerde kazı derinliği arttığından, zeminin altındaki zemin sınıflarının tespitinde gözlemsel metotlar yerine radar ya da sismik gibi modern jeofizik yöntemler kullanılmalıdır.
- Teklif birim fiyat ile yol yaptırılmasından vazgeçilerek; modern yöntemlerle kazı miktarlarının ve zemin sınıflarının gerçeğe en yakın tespiti sağlanmalı, proje hazırlanarak orman yolları yaptırılmalı ve böylece OGM uygulayıcılarının hata yapma oranları en aza indirilmelidir.

Kaynaklar

- Acar, H.H., Eker, M., 2001. Excavator using for the forest road construction at steep terrain and its case in Turkey. Third Balkan Scientific Conference, Study Conservation and Utilization of Forest Resources, Proceedings Volume IV, pp.2-6, Sofia.
- Acar, H.H., Eker M., Coşkun, N., 2003. A research on the determination of the forest roads ground base type by terrestrial methods. Proceeding, High Tech. Forest Operations for Mountainous Terrain, 5-9, October 2003, Schlaegli-Austria.
- Destanloğlu, C., Önder S., 2009. Isparta Eğirdir Karayolunun Peyzaj Planlama İlkeleri açısından İrdelenmesi, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A/1, 154-166, Isparta.
- Eker, M., Acar, H.H., Çoban, H.O., 2010. Orman Yollarının Potansiyel Ekolojik Etkileri, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A/1, 109-125, Isparta.
- Erdaş, O., Acar, H.H., Tunay, M., Karaman, A., 1995. Türkiye'de Orman İşçiliği ve Üretim, Orman Yolları, Orman Ürünleri Transportu, Ormanlıkta Mekanizasyon ve Mülkiyet-Kadastro ile İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Türkiye Ormanlık Raporu, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No. 48, Trabzon.
- Karabacak, M., 2010. Göller Bölgesinde İnşa Edilen Orman Yollarında Yaklaşık Maliyet ve Hakediş değerlerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 98 s., Trabzon.
- OGM, 2011. Ülkemizdeki orman alanlarının durumu. Orman Genel Müdürlüğü internet sitesi, <http://www.ogm.gov.tr>, [Erişim zamanı: 12 Mart 2011].

Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları avifaunası üzerine araştırmalar

Vedat Beşkardeş

İstanbul Üniversitesi, Ormanlık Meslek Yüksekokulu, Avcılık ve Yaban Hayatı Programı, İstanbul

İletişim yazarı/Corresponding author: vkardes@istanbul.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 09.01.2012, Kabul tarihi/Accepted: 31.01.2012

Özet: Bu çalışma Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarında bulunan kuş türlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanı 50.950 hektar büyüklüğünde olup, 4x4 km'lik toplam 36 adet örnekleme alanına ayrılarak noktada gözlem ve sayım yapılmıştır. Toplam olarak 19 takım ve 45 familyaya ait 132 kuş türü tespit edilmiştir. Bunlardan 79'u (%59,85) Passeriformes takımına aittir. 36 kuş türünün alanda ürediği saptanmıştır. Alanda tespit edilen Anadolu sıvacısı (*Sitta krueperi* Pelzeln, 1863) IUCN (Uluslararası Doğa Koruma Birliği) kırmızı liste ölçütlerine göre tehdiye yakın (NT; Near Threatened) kategorisindedir. Ayrıca bu çalışma sonucunda, Picidae familyasına ait ülkemizde görülen tüm ağaçkakan türlerinin sahada gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kuş türleri, Yedigöller, Yeşilöz, Yaban hayatı geliştirme sahası

Investigations on avifauna of Yedigöller and Yeşilöz Wildlife Reserves

Abstract: The aim of this study is to determine bird species of Yedigöller and Yesilöz Wildlife Reserves. The study area covers 50.950 ha. It was subdivided to 36 plots (4 x 4 km). Counting and observation of birds were done in the center point of all these plots. A total of 132 species belonging to 45 families of 19 orders were identified. 79 of these (%59,85) birds species were classified as Passeriformes. 36 bird species breed in the region. According to red list criteria of IUCN (International Union for Conservation of Nature) *Sitta krueperi* Pelzeln, 1863 observed in the study area was categorized as near threatened (NT). In addition, according to the results, all species of Picidae family that have seen in Turkey, were determined to live in the study area.

Keywords: Bird species, Yedigöller, Yeşilöz, Wildlife reserve

1. Giriş

Kuşlar böceklerin, sürüngenlerin ve kemirgenlerin kontrolü, değişik bitki türlerinin tozlaşmasını sağlama ve büyük türler için av olmalarıyla ekosistemde önemli rollere sahiptir (Marquis ve Whelan, 1994). Kuşlar diğer canlılara göre çevredeki değişimlere çok daha kısa zamanda tepki vermektedir (Arslangünoğdu, 2006). Bundan dolayı kuş türlerinin çeşitliliği alandan alana ve yıldan yıla farklılıklar gösterebilmektedir (Gaud vd., 1986).

Ormanlar odun üretmenin yanı sıra, ekolojik döngüde oksijen üretilmesi, çevre ve gürültü kirliliğini azaltmaları gibi birçok önemli fonksiyona sahip olup (Thomas ve Packham, 2007), çok zengin bitki ve hayvan çeşitliliği gösteren çok önemli yaşam alanlarıdır (Lerner ve Lerner, 2008). Ormanların geleneksel anlamda olduğu gibi sadece odun üretiminden ibaret olduğu düşüncesine benzer şekilde yaban hayatı yönetiminin de sadece av hayvanlarının avlandırılması olarak düşünülmesi, yaban hayatı yönetiminde yapılan önemli yanlışlardan biridir (Payne ve Bryant, 1998). Hâlbuki doğal kaynakların tamamı ekosistemin bir parçası olarak düşünülmeli ve yönetilmelidir (Patton, 1992).

Dünya üzerinde 9700 (Bilgin, 2000), Avrupa'da yaklaşık 700, Türkiye'de ise 456 kuş türü tespit edilmiştir (Heinzel vd., 1995). Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları Euro-Siberian bitki kuşağı ile İrano-Turonian bitki kuşağının (Davis 1965-1988) her ikisinin de

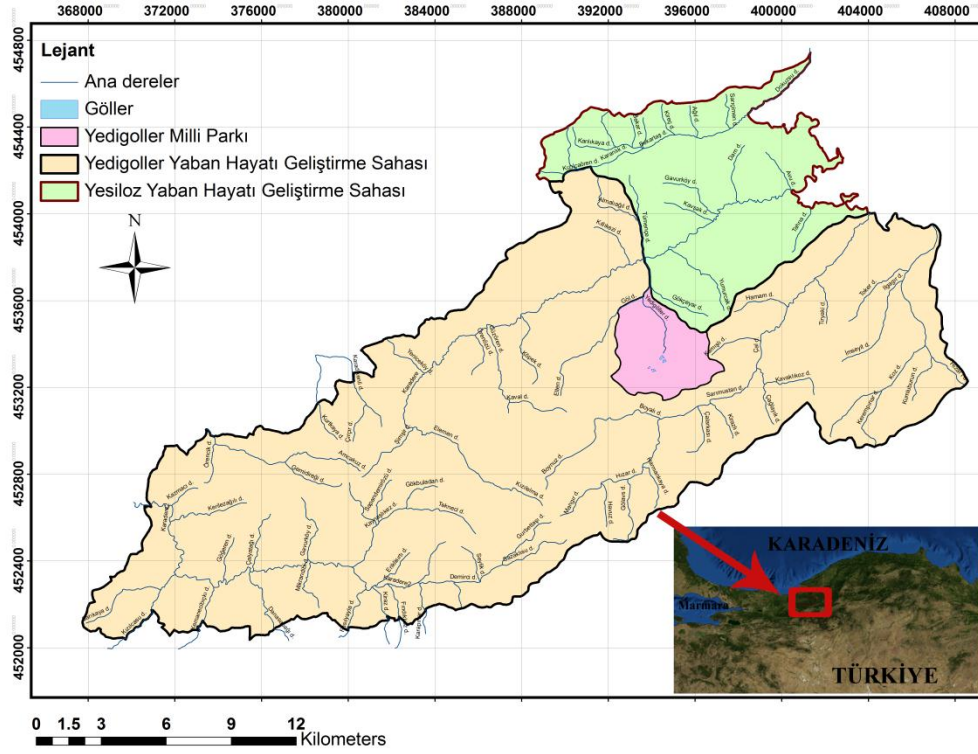
etkisinin bulunduğu bir alandadır. Bu durum, alanın biyolojik çeşitliliğini arttıran bir etkidir.

Çalışmanın amacı yaklaşık % 96'sı orman habitatu, % 4'ü açık alan olan, içinde irili ufaklı 8 adet göl içeren, dere ekosistemi açısından zengin (Beşkardeş, 2009) ve sınırında bir hidroelektrik santral gölü bulunan Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarında bulunan kuş türlerinin tespitinin yapılarak, sahanın yönetim ve gelişme planlarına katkıda bulunmaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Yedigöller Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Yedigöller Milli Parkı çevresinde, 50.950 hektarlık alanda 18.01.2002 tarihinde yaban hayatı koruma sahası olarak ilan edilmiştir. 2005 yılında ise alanın statüsü yaban hayatı geliştirme sahası olarak değiştirilmiştir. Daha sonra alanının 9.168 ha'ı 16.08.2006 tarihinde Zonguldak ili sınırları içinde bulunduğu Bakanlar Kurulu Kararıyla Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahası olarak ayrılmıştır. Çalışma alanı 31° 25' 0" E" - 31° 55' 00" E" boylamları ve 41° 05' 00" N" - 40° 49' 00" N" enlemleri arasında olup (Şekil 1), Batı Karadeniz Bölgesi'nin yüksek dağlık yapısının tipik bir parçasıdır (Kazancı, 2007). Alanın yükseltisi 240 – 1982 m arasında değişmektedir (Beşkardeş, 2009).



Şekil 1. Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları, Bolu

Alanda Karadeniz iklimi görülmektedir. Bolu ilinin 72 yıllık Meteorolojik verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 10,2°C, en yüksek sıcaklık 39,4°C, en düşük sıcaklık -34°C'dir. Yıllık ortalama güneşlenme süresi 5 saat 49 dakikadır. Bağıl nem % 72, ortalama yağış 536 mm olup, ortalama yağışlı gün sayısı 137,7 gündür. Günlük en çok yağış miktarı 78,8 mm'dir. Karla örtülü gün sayısı 38,9 gün, donlu gün sayısı 96,4 gündür (DİE, 2001).

Çalışma alanı Göknaar-Kayın-Çam mıntıkası ile Karaçam-Sarıçam ve Yazın yeşil Meşelerin oluşturduğu mıntıkası özelliklerini göstermektedir. Göknaar-Kayın-Çam mıntıkası, dağların denize bakan yüzlerinde ve yaklaşık 1000 m'nin üstünde *Fagus sylvatica* ssp. *orientalis*, *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* ve *Pinus sylvestris*'den oluşan kışa dayanıklı nem ormanlarını kapsamaktadır. Kayın yalnız kenar dağların denize bakan dış kısımlarında su bölümü çizgisi yakınlarına kadar ulaşmakta, ancak iç taraflara sarkmamaktadır. Buna karşılık Göknaar Alplerdekine benzer bir durum göstererek dağların iç kesimlerine kadar girmektedir. Karaçam – Sarıçam – ve yazın yeşil Meşe mıntıkası, Kuzey Anadolu orman kuşağının iç tarafa doğru olan biraz daha kurak ve karasal iklime sahip kısmında yayılış göstermektedir (Saatçioğlu,1976).

2.2. Yöntem

Kuş gözlemleri 2008 yılında her ay üçer günlük periyotlar halinde yapılmıştır. Gözlemler sabahın erken saatlerinden güneş batana kadar sürdürülmüştür. Geceleri ise baykuş türleri için ses dinleme çalışmaları yapılmıştır. Gözlemlerde (10x50) dürbün ve (15 x 45 - 60) teleskop kullanılmıştır. Çalışmada kuş türlerinin teşhisinde Heinzel vd., 1995; Mullarney vd., 1999, sistematğinde ise Peterson,

2012; Gill ve Donsker, 2012 kaynaklarından yararlanılmıştır.

Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme sahaları, 4x4 km'lik toplam 36 adet örnekleme alanına ayrılmıştır. Tüm örnek alanlara gidilerek, her örnek alanın merkezinde olmak üzere noktada kuş gözlemi ve sayımı yapılmıştır (Bibby vd., 2000; Gregory vd., 2004). Ayrıca bir alandan bir diğerine geçerken rastlanan farklı kuş türleri de kaydedilmiştir. Kuşların üreme durumlarının belirlenmesinde uluslararası üreme kodlarından yararlanılmıştır.

Tespit edilen kuş türlerinin aylık sayılarına göre aşağıdaki formüller kullanılarak Shannon - Wiener (S-W) çeşitlilik indeksi ile Evennes (Eşit dağılım) değerleri bulunmuştur. Ayrıca birey sayısı ile kuş türleri ve kuş türleri ile S-W çeşitlilik indeksi arasındaki korelasyonlar da araştırılmıştır.

Shannon - Wiener Çeşitlilik indeksi (H):

$$H = \sum_{i=1}^s (P_i \times \log P_i)$$

Evennes - Eşit dağılım (E):

$$E = H / \log S$$

S= Tür sayısı,

Pi = i. sınıftaki birey sayısının toplam birey sayısına oranı

Ayrıca tespit edilen kuş türlerinin bölgesel statüleri ve IUCN (2011) tarafından yayınlanan kırmızı liste ölçütlerine göre statüleri belirlenmiştir.

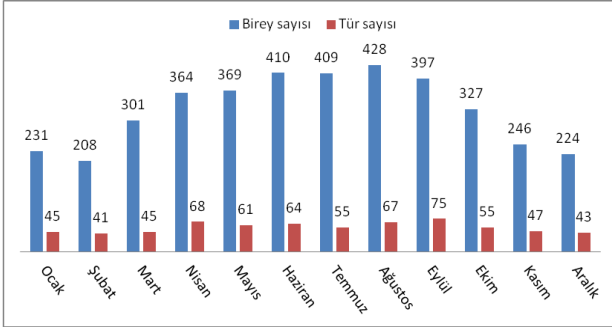
	Takım / Familia / Tür	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Bölgesel durumu ¹	TUCN kriteri ²	Üreme durumu ³
	Tytonidae															
34	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)		1				1			1		1	1	Y	LC	?
	Strigidae															
35	<i>Bubo bubo</i> (Linnaeus,1758)				1		1			1				Y	LC	?
37	<i>Strix aluco</i> Linnaeus,1758	1		1	1		1		1		1			Y	LC	?
36	<i>Athene noctua</i> (Scopoli,1769)		1		1				1		1			Y	LC	?
38	<i>Asio otus</i> (Linnaeus,1758)			1			1			1				Y	LC	?
	Caprimulgiformes															
	Caprimulgidae															
39	<i>Caprimulgus europaeus</i> Linnaeus, 1758							2	2					YG	LC	-
	Apodiformes															
	Apodidae															
40	<i>Tachymartus melba</i> (Linnaeus,1758)				12	18	17	13	14					YG	LC	?
41	<i>Apus apus</i> (Linnaeus,1758)					4	3	9						YG	LC	?
	Coraciiformes															
	Alcedinidae															
42	<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus,1758)						1		1	1				YG	LC	?
	Meropidae															
43	<i>Merops apiaster</i> Linnaeus,1758				6					2				G	LC	-
	Bucerotiformes															
	Upupidae															
44	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758						1	1	2					YG	LC	?
	Piciformes															
	Picidae															
45	<i>Jynx torquilla</i> Linnaeus,1758									2				G	LC	-
46	<i>Dendrocopos minor</i> (Linnaeus,1758)		1			1				1		1		Y	LC	+
47	<i>Dendrocopos medius</i> (Linnaeus,1758)	1	1	2	1			2		1	1		1	Y	LC	+
48	<i>Dendrocopos leucotos</i> (Bechstein,1803)		1		1		1	2	1		1	1		Y	LC	?
49	<i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich & Ehrenberg,1833)			1	1	2		2		1		1		Y	LC	+
50	<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus,1758)	3	2	5	2	4	2	2	5	2	3	6	2	Y	LC	+
51	<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus,1758)		1	1		1		1			1		1	Y	LC	+
52	<i>Picus viridis</i> Linnaeus,1758		2	1	2		1			1		2	2	Y	LC	+
53	<i>Picus canus</i> Gmelin,1788	1		1	1	1	1		1	1	1		1	Y	LC	+
	Passeriformes															
	Laniidae															
54	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus,1758				3	5	9	11	8					YG	LC	?
55	<i>Lanius senator</i> Linnaeus,1758					2				1				G	LC	-
	Oriolidae															
56	<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)									2				G	LC	-
	Corvidae															
57	<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus,1758)	6	5	9	4	6	3	3	7	8	8	7	13	Y	LC	+
58	<i>Pica pica</i> (Linnaeus,1758)	2	4	6	8	2	5	7	8	3	2	3	3	Y	LC	+
59	<i>Coloeus monedula</i> Linnaeus,1758	14		20				12	4		8			Y	LC	?
60	<i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus,1758	11		13										G, KG	LC	-
61	<i>Corvus corone</i> Linnaeus,1758	4	8	4	6	11	12	15	13	6	12	4	5	Y	LC	+
62	<i>Corvus corax</i> Linnaeus,1758	2	2	2	3	4	2	2	4	2	4	2	4	Y	LC	+
	Paridae															
63	<i>Poecile palustris</i> (Linnaeus,1758)	2	2	6	7	6	8	5	13	9	11	8	7	Y	LC	+
64	<i>Periparus ater</i> (Linnaeus,1758)	4	5	6	9	11	8	5	3	6	5	6	2	Y	LC	+
65	<i>Parus major</i> Linnaeus,1758	12	14	17	21	32	45	42	33	28	26	19	15	Y	LC	+
66	<i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus,1758)	5	7	9	13	7	10	9	11	9	7	7	6	Y	LC	+
	Alaudidae															
67	<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus,1758)			2	2		3			3			2	Y	LC	?
68	<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus,1758)				11			4	8	6				YG	LC	?
	Hirundinidae															
69	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus,1758)									2				G	LC	-
70	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus,1758						30	55	42					YG	LC	?
71	<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus,1758)				24	17	12							YG	LC	?
72	<i>Cecropis daurica</i> (Laxmann,1769)								8	6				YG	LC	?
	Cettidae															
73	<i>Cettia cetti</i> (Temminck,1820)				1	2	1	1						YG	LC	?
	Aegithalidae															
74	<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	4		2	3				1		3		2	Y	LC	+
	Phylloscopidae															
75	<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus,1758)				2	2			3	2				G	LC	-
76	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot,1817)			4	7	9	8	11	7	2				YG	LC	+
77	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein,1793)								1	2				G	LC	-
	Acrocephalidae															
78	<i>Iduna pallida</i> (Hemprich & Ehrenberg,1833)								1	1				YG	LC	?
79	<i>Hippolais icterina</i> (Vieillot,1817)				2				2					G	LC	-
	Sylviidae															
80	<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus,1758)				4	2	5	3	2	2	4			YG	LC	+
81	<i>Sylvia borin</i> (Boddaert,1783)				2	2	2		3					YG	LC	?
82	<i>Sylvia curruca</i> (Linnaeus,1758)				1	2		1	1					YG	LC	?
83	<i>Sylvia communis</i> Latham,1787				2		1			2				YG	LC	?

	Takım / Familia / Tür	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Bölgesel durumu ¹	IUCN kriteri ²	Üreme durumu ³
84	<i>Sylvia melanocephala</i> (Gmelin,1789)				1	4	2		2					YG	LC	?
	Regulidae															
85	<i>Regulus ignicapilla</i> (Temminck,1820)	1		2		3	3		1		1			Y	LC	?
86	<i>Regulus regulus</i> (Linnaeus,1758)		2		1		2		1	2	1	2	1	Y	LC	?
	Troglodytidae															
87	<i>Nannus troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	4	3		2		1		1		2	3	2	Y, KG	LC	+
	Sittidae															
88	<i>Sitta europaea</i> Linnaeus,1758	2	3	5	9	7	9	4	6	8	4	3	1	Y	LC	+
89	<i>Sitta krueperi</i> Pelzeln,1863	1	2		2	3		4	6	5	3		1	Y	NT	+
	Certhidae															
90	<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus,1758	1		4	1				2			3		Y	LC	?
91	<i>Certhia brachydactyla</i> Brehm,1820		4		3		2		1		1	1	2	Y	LC	+
	Sturnidae															
92	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus,1758			25						54				G	LC	-
	Turdidae															
93	<i>Turdus merula</i> Linnaeus,1758	16	18	20	26	28	26	24	32	24	28	23	24	Y	LC	+
94	<i>Turdus pilaris</i> Linnaeus,1758	2	4								6	3	5	KG	LC	-
95	<i>Turdus iliacus</i> Linnaeus,1758	7	4									6		KG	LC	-
96	<i>Turdus philomelos</i> Brehm,1831	2	3		12	8	11			8	3		1	Y	LC	+
97	<i>Turdus viscivorus</i> Linnaeus,1758	3			2	3			4	6			4	Y, KG	LC	?
	Muscicapidae															
98	<i>Eriothacus rubecula</i> (Linnaeus,1758)	3	2	8	5	8		3	9	3	3	6	2	Y	LC	+
99	<i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehm,1831)					3	2	4	3					YG	LC	?
100	<i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin,1774)				2	4	4	6	7	7	3			YG	LC	?
101	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus,1758)								2	2				G	LC	-
102	<i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus,1758)				3		2			2				G	LC	-
103	<i>Saxicola torquatus</i> (Linnaeus,1766)			5	7	4	7	9	11	3				G	LC	-
104	<i>Oenanthe isabellina</i> (Temminck,1829)									2				G	LC	-
105	<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus,1758)					5	6		7	5				YG	LC	?
106	<i>Muscicapa striata</i> (Pallas,1764)				2	2	4	6	8	5	2			YG	LC	+
107	<i>Ficedula parva</i> (Bechstein,1792)								2					YG	LC	-
	Cinclidae															
108	<i>Cinclus cinclus</i> (Linnaeus, 1758)	2	1		1			1		2	1	2		Y	LC	?
	Passeridae															
109	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus,1758)	8	10	15	14	16	11	13	12	11	14	16	12	Y	LC	+
110	<i>Petronia petronia</i> (Linnaeus,1766)	6		15		12				7		5		Y	LC	?
	Prunellidae															
111	<i>Prunella modularis</i> (Linnaeus,1758)		2									2		KG	LC	-
	Motacillidae															
112	<i>Motacilla flava</i> Linnaeus,1758									2	2			G	LC	-
113	<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall,1771						2		2	2	2			G, YG	LC	?
114	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus,1758			3	7	5	7	8	12	6	4			YG	LC	+
115	<i>Anthus campestris</i> (Linnaeus,1758),					3	5	8						G, YG	LC	?
116	<i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus,1758)					2								G	LC	-
	Fringillidae															
117	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus,1758	12	17	30	25	22	37	33	25	28	32	18	15	Y	LC	+
118	<i>Fringilla montifringilla</i> Linnaeus,1758	4										7	8	KG	LC	-
119	<i>Serinus serinus</i> (Linnaeus,1766)				6	8		9		11				G, YG	LC	?
120	<i>Carduelis chloris</i> (Linnaeus,1758)	12		8	5			9	9			2		Y	LC	+
121	<i>Carduelis spinus</i> (Linnaeus,1758)	4										5		KG	LC	-
122	<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus,1758)	12	11	9	18	15	26	12	12	21	16	21	16	Y	LC	+
123	<i>Carduelis cannabina</i> (Linnaeus,1758)				2		2	1						YG	LC	?
124	<i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas,1770)				4		2	1						G, YG	LC	-
125	<i>Loxia curvirostra</i> Linnaeus,1758					1			2	2				G	LC	-
126	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus,1758)	3		4	4	5	4		6		5		5	Y	LC	+
127	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus,1758)		7	1		2		1		8		6	9	Y, KG	LC	+
	Emberizidae															
128	<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus,1758				5	12		16	8		3			YG	LC	?
129	<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus,1758					4	9					12		G, KG	LC	-
130	<i>Emberiza cia</i> Linnaeus,1766				3	4			2					YG	LC	?
131	<i>Emberiza cirulus</i> Linnaeus,1766			2	4	7				4	1		1	Y	LC	?
132	<i>Emberiza melanocephala</i> Scopoli,1769					2	3							YG	LC	-
	Toplam Birey Sayısı	231	208	301	364	369	410	409	428	397	327	246	224			
	Tür Sayısı	45	41	45	68	61	64	55	67	75	55	47	43			
	Shannon - Wiener Çeşitlilik	1,4518	1,3700	1,4604	1,6291	1,5992	1,5444	1,4792	1,6029	1,6043	1,4419	1,4795	1,4103			
	Shannon - Wiener Evenness	0,61422	0,59102	0,58922	0,63609	0,62298	0,59108	0,56637	0,60912	0,61733	0,57342	0,61878	0,60000			

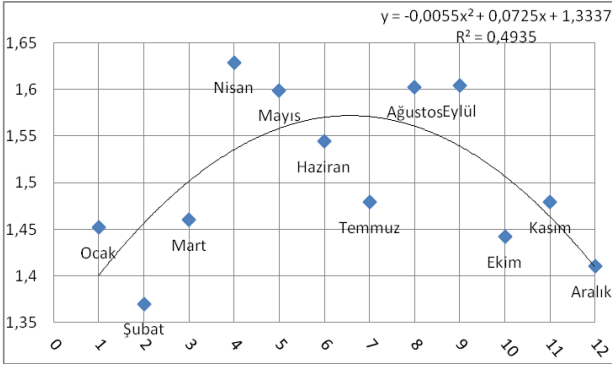
¹⁾ Bölgesel Statüsü: Y = Yerli, KG = Kış Göçmeni, YG = Yaz Göçmeni, G = Geçit Kuşu

²⁾ IUCN kırmızı liste durumu: LC (Least Concern = düşük riskli), NT (Near Threatened = tehlide yakın)

³⁾ Üreme durumları: + = Üremektedir, - = Ürememektedir, ? = Üreme bilgisi elde edilememiştir.



Şekil 2. Aylara göre tür ve birey sayılarındaki değişim



Şekil 3. Shannon - Wiener çeşitlilik indeksi

Birey sayıları ile tür sayısı arasındaki korelasyon katsayısı 0,867 ve kuş türü sayısı ile S-W çeşitlilik indeksi arasındaki korelasyon katsayısı ise 0,91 olarak bulunmuştur.

4. Sonuç

Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarında 36 örnekleme alanında, noktada yapılan gözlemler sonucunda 19 takım ve 45 familyaya ait 132 kuş türü tespit edilmiştir. Bu türlerden 36'sının alanda ürettiği saptanmıştır. Üreyen türlerin 26'sı Passeriformes, 7'si Piciformes, 2'si Accipitriformes ve 1'i Pelecaniformes takımına aittir. Dreyer ve Dreyer (1999)'a göre orman ekosistemlerindeki Passeriformes takımına ait kuş türlerinin oranı %61 civarındadır. Bu çalışmada ise %59,85 olarak tespit edilen bu oran, Keten vd., (2010)'e göre % 67, Logminas ve Riauba (1999)'a göre %64,9, Gooders (2001)'a göre %64'tür. Bu oranlar ormanlık alanlarda Passeriformes takımına ait kuş türlerinin diğer türlere göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

Çalışmada en fazla birey yaz aylarında, en fazla tür sayısı ise Nisan (68 tür), Haziran (64 tür), Ağustos (67 tür) ve Eylül (75 tür) aylarında tespit edilmiştir. Kış aylarında kuş türü çeşitliliği ve birey sayısı yaz aylarına göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 2). Birey sayısı ile tür sayısı arasında pozitif korelasyon ($r=0,867$), yine kuş türü sayısı ile S-W çeşitlilik değeri arasında da pozitif korelasyon ($r=0,91$) bulunmuştur. İlkbahar ve yaz aylarındaki kuş türü sayısındaki artış, ilkbahar ve sonbahar göçleriyle gelen kuşların tür sayısındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Yapılan S-W çeşitlilik indeksi de bunu desteklemektedir (Şekil 3). Benzer sonuçlar, Gündoğdu (2002)'nin Isparta çevresindeki çalışmasında, Arslangüdoğdu (2010)'nin Belgrad Ormanı kuş türü ve çeşitliliği çalışmasında ve Keten (2009)'in Efteni gölü'nde yaptıkları çalışmalarda da elde edilmiştir.

Ayrıca çalışma alanına 2003-2005 yılları arasında Sülün

(*Phasianus colchicus*) salınmış, ancak bu uygulama başarılı olamamıştır.

Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları ülkemizde nesli azalan geyiklerin korunması amacıyla kurulmuştur. Bu alanın yaban hayatı geliştirme sahası olması alanda var olan diğer yaban hayatı değerlerinin de korunmasına hizmet etmektedir. Margules ve Pressey (2000)'e göre yaban hayatı koruma alanlarının iki esas rolü bulunmaktadır: Birincisi, kuruldukları bölgelerin biyolojik çeşitliliğini gösterirler. İkincisi de bu biyolojik çeşitliliği birçok tehlike ve tehditten ayırarak korurlar. Çalışma alanında yerli olan *Sitta krueperi* (Anadolu sıvacağı), IUCN kriterlerine göre Tehdide yakın (NT) kategorisindedir.

Aquila chrysaetos ve *Bubo bubo* gibi önemli yırtıcı türlerin alanda üreme bilgilerine bu çalışmada ulaşılamamasına rağmen, bu yırtıcılar ekosistemdeki besin zincirinde en üst basamakta bulunduklarından yaban hayatı yönetim ve gelişme planlarında bu türlerin sürekli olarak izlenmesi gereklidir. Bununla birlikte; *A. chrysaetos*'un 20-150 km², *B. bubo*'nun ise 20-50 km² büyüklüğünde yaşam alanına ihtiyacı bulunmaktadır (Bezzel, 1996; Cramp, 1998). Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları bölünmemiş büyük ormanlık habitatları içermesi sebebiyle yırtıcı kuş türlerine çok iyi bir yaşam alanı oluşturmaktadır. Bu nedenle alanın bu türler açısından parçalanmadan korunması büyük önem taşımaktadır.

Erdoğan (1996) Yedigöller Milli Parkında 4-6 Haziran ve 25-26 Temmuz 1994 yaptığı çalışmada 114 kuş türü tespit ettiğini belirtmektedir. Tüm yıl boyunca her ay üç gün olmak üzere yapılan bu çalışmada ise Erdoğan (1996) tarafından tespit edilen *Nycticorax nycticorax*, *Ixobrychus minutus*, *Neophron percnopterus*, *Falco naummanii*, *Falco peregrinus*, *Alectoris graeca*, *Tringa totanus*, *Apus pallidus*, *Alauda arvensis*, *Monticola solitarius*, *Locustella fluviatilis*, *Sylvia hortensis*, *Phylloscopus inornatus*, *Ficedula albicollis*, *Ficedula semitorquata*, *Parus lugubris*, *Remiz pendulinus*, *Lanius minor*, *Lanius nubicus*, *Sturnus roseus*, *Passer montanus*, *Passer hispaniolensis*, *Emberiza hortulana*, *Emberiza schoeniclus* türleri tespit edilmemiştir.

Çalışma alanının sınırında elektrik sağlamak için inşa edilen Köprübaşı Baraj Gölü bölgede görülen karabatak sayısının artmasını sağlamıştır. Daha önceki yıllarda tarafından yapılan gözlemlere göre karabatak sayıları 3-6 arasında ve Dirgine – Karadere mahallesi arasındaki dere kısmında bulunurken, baraj gölünün inşasından sonra göl ve çalışma alanı çevresinde 20-40'lı karabatak gruplarına rastlanabilmektedir. Bu çalışma, ileriki yıllarda Baraj gölünün, çalışma alanındaki kuş türleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini ortaya koyacak, yaban hayatı geliştirme sahasının yönetim ve gelişme planına katkı sağlayacak altlık çalışma özelliğindedir.

Marquis ve Whelan (1994)'a göre ormanlarda böcekçil kuşların bulunması zararlı böceklerin sayısını kontrol etmede büyük önem taşımaktadır. Mikunski vd., (2001)'ye göre ormanlık alanlarda tüm kuş türlerinin çeşitliliğiyle Picidae familyasının tür sayısının zenginliği arasında doğru orantı bulunmaktadır. Ayrıca ağaçkakan türleri yaşlı ormanları tercih eden türlerdir (Sarıkaya ve Gündoğdu, 2011). Tüm bu sebeplerle, ağaçkakanlar ormandaki kuş çeşitliliğinin biyolojik göstergeleri olarak düşünülebilir. Bu anlamda, ülkemizde görülebilen tüm ağaçkakan türlerine çalışma alanında tespit edilmesinin alanın biyolojik zenginliğini gösteren önemli bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Arslangündođdu, Z., 2006. İstanbul Boğazı Kış Ortası Sukuşu Sayımı. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B 56 (1): 141-147.
- Arslangündođdu, Z., 2010. Bird Species and Their Abundance in Istanbul Belgrad Forest. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 60 (1): 14-28.
- Beşkardeş, V., 2009. Yedigöller Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Sahasında Yaban Hayatı Yönetimi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 162 s.
- Bezzel, E., 1996. Vögel beobachten (Practische Tips, Vögelschutz, Nisthilfen). BLV. Verlagsgesellschaft, München, 159 s.
- Bibby, C., J., Burgess, N., D., Hill, D., A., Mustoe, S., 2000. Bird Census Techniques. Second edition, 302 s.
- Bilgin, C., 2000. Gökyüzüne dargın kuşlar. Gezi Traveler Dergisi, 3 (29): 92-99
- Cramp, S., 1998. The Complete Birds of the Western Palearctic. Software Optimedia, Oxford Cd-Rom, Oxford University Press.
- Davis, P., H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1-9, Edinburg University Press, Edinburg.
- Dreyer, E., Dreyer, W., 1999. Der Kosmos-Waldführer Auflage:3. Franckh-Kosmos Verlags, Stuttgart, 383 s.
- Erdoğan, A., 1996. Yedigöller Milli Parkı Avifaunası Üzerine Araştırmalar. Tabiat ve İnsan. 30 (3): 6-12.
- Gaud, W., S., Balda, R., P., Brawn, J., D., 1986. The Dilemma of Plots or Years: A Case for Long-Term Studies. Wildlife 2000 (Modelling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates, Editörler J. Verner, M.L. Morrison, C.J. Ralph, 1986) pp 223-227.
- Gill, F. ve Donsker, D.(Eds), 2012. IOC World Bird Names (v2.11). Available at <http://www.worldbirdnames.org/> (erişim tarihi Ocak 2012).
- Gooders, J., 2001. Vögel Europas (Beobachten und Bestimmen). Weltbild Verlag GmbH, Augsburg, 288 s.
- Gregory, R., D., Gibbons, D., W., Donald, P., F., 2004. Bird census and survey techniques. In: Bird ecology and conservation; a handbook of techniques (Eds.: W.J. Sutherland, I. Newton and R.E. Green). Oxford University Press, pp 17-56.
- Gündoğdu, E., 2002. Isparta Çevresindeki Bazı Korunan Alanlarda Orman Kuşları Üzerine Gözlemler. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 1: 83-100.
- Heinzel, H., R. ve Parslow, J., 1995. Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları. Doğal Hayatı Koruma Derneđi, İstanbul, 384 s.
- IUCN, 2011. The IUCN Red List of Threatened Species. http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/static/categories_criteria_a_3_1 (2001 Categories & Criteria (version 3.1)), (Erişim tarihi 20.11.2011).
- Kazancı, N., 2007. Orta Anadolu'daki Milli Parklar ve Civarlarındaki Jeositler ve Jeolojik Miras 2, (Bolu) Yedigöller Milli Parkı. Bolu Valiliđi, 54 s.
- Keten, A., 2009. Düzce - Efteni Gölü Vertebrata (Omurgalı) Faunası Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul, 165 s.
- Keten, A., Beşkardeş, V., Arslangündođdu, Z., 2010. Ornitofauna Of Kocaeli-Yuvacik Dam Watershed In Turkey. Journal of Environmental Biology, 31 (1): 189-195.
- Lerner, B., W., Lerner, K., L., 2008. Environmental Science: In Context. Gale, 1000 s.
- Logminas, V., Riauba, G., 1999. Ornithofauna of the Surrounding Forests of Lake Kretunas. Acta Zoologica Lituanica, 9 (1): 211-214.
- Margules, C., R., Pressey, R., L., 2000. *Systematic Conservation Planning*. <http://www.geography.ryerson.ca/jmaurer/411SystConservPlan.pdf>, [Ziyaret edilen Tarih 15.11.2007].
- Marquis, R., J., Whelan, C., J., 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leafchewing insects. Ecology, 75: 2007-2014.
- Mikunski, G., Gromadzki, M., Chylarecki, P., 2001. Woodpeckers as Indicators of Forest Biodiversity, Conservation Biology, 15 (1): 208-217.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D., Grant, P., J., 1999. The Birds of Europe. Princeton University Press, London, 400 s.
- Patton, D., R., 1992. Wildlife Habitat Relationships in Forested Ecosystems. Timber Press, Portland, Oregon, 350 s.
- Payne, N., F., Bryant, F., C., 1998. Wildlife Habitat Management of Forestlands, Rangelands and Farmlands. Krieger Publishing Company, Florida 840 s.
- Peterson, A., D., 2012. Zoonomen, Zoological Nomenclature Resource. <http://www.zoonomen.net/> (Erişim tarihi: Ocak 2012).
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2187, O.F. Yayın No: 222, 423 s.
- Sarıkaya, A., G., Gündoğdu, E., 2011. Kütahya Kent Ormanı ve Çamlıca Mesire Alanı'nın kuş faunası, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 12: 13-19.
- Thomas, P., A., Packham, J., R., 2007. Ecology of Woodlands and Forests, Description, Dynamics and Diversity. Cambridge University Press, 544 s.
- DİE, 2001. Meteoroloji Verileri. Türkiye İstatistik Yıllığı, Devlet İstatistik Enstitüsü.

Farklı dikim aralıklarında yetişen dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) odunlarının bazı anatomik ve morfolojik özellikleri

Cengiz Güler^a, Halil İbrahim Şahin^{a,*}, Emrah Çiçek^b

^a Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce

^b Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce

* İletişim yazarı/Corresponding author: halilibrahimsahin@duzce.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 18.08.2011, Kabul tarihi/Accepted: 04.01.2012

Özet: Bu çalışma ile Adapazari-Süleymaniye subasar ormanlarında dört farklı dikim aralığında (3x2, 3x2.5, 3.75x3.75, 4x4 m) yetişen Dar Yapraklı Dişbudak odunlarının bazı anatomik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda lif uzunluğu, lif genişliği, çeper kalınlığı, lümen genişliği, trahe hücre uzunluğu tespit edilmiştir. Bu değerler kullanılarak, lif-boyut ilişkileri (Elastikiyet katsayısı, Keçeleşme oranı, Rijidite Katsayısı, Runkel sınıflaması, F faktörü, Mühlstep sınıflaması) belirlenmiştir. Elde edilen verilerle bu türün selüloz ve kâğıt endüstrisi açısından uygunluğu araştırılmış ve tüm plantasyonlara ait sonuçlar, Dar Yapraklı Dişbudak'ın kâğıt hamuru üretimine uygun bir hammadde olduğunu göstermiştir. Diğer bölgelerle karşılaştırıldığında en uygun dikim aralığının II. bölge (3x2,5 m) olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dar Yapraklı Dişbudak, Dikim aralığı, Lif özellikleri

Some anatomical and morphological properties of narrow-leaf ash (*Fraxinus angustifolia*) wood grown in different spacing

Abstract: This study aims to determine some anatomical and morphological properties of Narrow-Leaf Ash wood which grown in four different spacing (3x2, 3x2.5, 3.75x3.75, 4x4 m) at Adapazari-Süleymaniye bottomland forests. For this end, we determined fiber length, fiber width, wall thickness, lumen width, vessel length. Using these values we determined the fiber-size correlations (the elasticity coefficient, felting rate, rigidity coefficient, Runkel classification, F ratio, and Mühlstep classification). The potential use of this specimen in the pulp and paper industry is investigated based on the fiber-size correlation data. Results revealed that all the plantations of Narrow-Leaved Ash can supply raw material suitable for pulp production. Among the spacing alternatives the most suitable one is spacing II (3x2,5 m).

Keywords: Narrow-Leaf Ash, Spacing, Fiber properties

1. Giriş

Ülkemiz toplam orman alanı 21,2 milyon hektar olup bu alanların % 46'sını yapraklı ağaç türleri oluşturmaktadır. Toplam dişbudak orman alanı yaklaşık 14.410 hektardır. Bu ormanların neredeyse tamamını dar yapraklı dişbudak (DYD, *F. angustifolia*) oluşturmaktadır. Dişbudak, Trakya, Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi, Marmara ve Ege Bölgesi'nde yayılış göstermektedir (Anonim, 2006).

Türkiye'de dört adet doğal dişbudak türü (*Fraxinus angustifolia*, *F. excelsior*, *F. ornus* ve *F. pallisae*) bulunmaktadır (Davis, 1987). DYD hızlı gelişen bir tür olup yaklaşık 40 yıldır dikimle yetiştirilmektedir (Çiçek, 2002; Çiçek ve Yılmaz, 2002). Yapay DYD meşcerelerinde genel ortalama artım 23 m³/ha ulaşmaktadır. Cari hacim artımı 15-20 yaşlarında 33 m³e kadar çıkabilmektedir (Kapucu vd., 1999).

Dişbudak bükme ve masif mobilya üretiminde, kaplama, spor aletlerinden raket, bilardo masası, hokey sopası, sandal körekleri, gemi omurgasında, uçak ve yatların masif kısımlarının üretiminde geniş yıllık halkalara sahip odunları ise karoser yapımında kullanılmaktadır (Merev, 1984; Bozkurt ve Erdin, 1997).

Orman ürünleri endüstrisinin hammadde ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için özellikle

endüstrisi orman kaynaklarına bağlı olan ülkeler geleneksel ormancılık uygulamaları dışında hızlı gelişen türlerde plantasyonlar kurmaktadır. Elde edilen hammaddenin özellikleri incelenip orman endüstrisi için uygun olan odun hammaddesinin üretilmesine önem vermektedirler. Bu amaçla kullanılan türe ve üretim amacına bağlı olarak farklı dikim aralıkları veya sıklıkları kullanılmaktadır. Bilindiği üzere plantasyonlarda birim alanda elde edilen biokütle miktarı yanında bu biokütle endüstriyel kullanıma uygunluğu da son derece önemlidir (Güler vd., 2009).

Dikim aralıkları, yetiştirilecek ormanların kalite ve kitle üretimi ile tesis maliyetine etki yapmakta, ürün kalitesini ve miktarını önemli derecede etkilemektedir (Boydak, 1992). Dikim aralığı her şeyden önce ağaçların yetişme ortamından faydalanma derecesini belirler. Ağaçlar arasındaki mesafe, yoğunluk ve direnç özellikleri üzerine etkili olmaktadır. Bu durum özellikle halkalı ve yarı halkalı trahe düzenine sahip yapraklı ağaçlar için geçerli olup, artan büyüme hızı ile birlikte daha yüksek yoğunlukta ve sertlikte odun oluşmaktadır. Çünkü artan büyüme hızına rağmen, ilkbahar odunu genişliği nispeten değişmeden kalmaktadır (Haygreen ve Bowyer, 1996). Halkalı traheli ağaçlarda büyüme hızı yavaşladığında ise, kalın çeperli yaz odunu lif hücrelerinin ve küçük çaplı trahelerin oluşumu minimuma iner (Paul, 1963). Böylece belli limitler içinde kalan büyüme hızı oranı,

halkalı traheli ağaçların daha yoğun olmasına neden olur. Jane vd., (1970)*de bu konuya dikkat çekmiş olup, yoğunluktaki artışın belirli limitler içinde kalan hızlı büyümlerde söz konusu olduğunu belirtmiştir. Çünkü, ekstrem büyüme hızı anormal derecede ince çepirli lif ve yüksek oranda paranzim hücrelerinin meydana gelmesine neden olmaktadır.

Yıllık halkaların ilk yaşlarda geniş olması genç odun oranını da artırmaktadır. Genç odun düşük yoğunlukta olduğundan ağaçta bulunuş oranına göre genellikle yoğunluk azalmasına neden olmaktadır. Her ne kadar geniş aralıklı meşcerelerde sık meşcerelere nazaran daha kısa sürede ticari büyüklükte ağaçlar elde edilirse de hektardaki lif üretim miktarı arzu edildiği kadar yüksek olmamaktadır. Çünkü böyle meşcerelerde ortalama hacim ağırlık değerinin daha düşük olduğu bilinmektedir.

Geniş aralıklı yetiştirilen bir meşcerede, sık yetiştirilenlere nazaran daha kalın dallar ve fazla sayıda budak bulunabilmektedir. Böylelikle geniş dikim aralığında yetişen ağaçların biçme sonucunda sık dikim aralığında yetişenlere göre daha düşük randıman elde edilmektedir. Ayrıca açıkta yetişen ağaçlarda konikleşme daha fazla olup sık meşcerelerde ise çap düşüşü daha yavaş ve daha dolgun gövdeler oluşmaktadır (Doğu, 2002).

Üretime yönelik ağaçlandırmalarda dikim aralıkları üretim amacına göre değişmektedir. Kalitenin ön planda olduğu kaplamalık, doğramalık, kereste ve tel direği gibi üretim amaçlarında daha sıkı dikim aralığı ön görülmektedir. Bu durumda toprağa gelen ışık süratle azalır ve kapalılığa bağlı olarak boy büyümesi hızlanır. Gövde dolgunluğu artar, cılız, konik gövde oluşumu önlenmiş olur ve dal hacmi azalır. Selüloz ve kağıt endüstrisi için istenilen kalite ve ağırlıktaki odun seyrek dikim ve hızlı büyüme ile sağlanamaz. Çünkü selüloz verimi bakımından ağaçların hektardaki kg üretim, m³ üretiminden daha büyük önem taşımaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Özellikle Avrupa ülkeleri, DYD (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)'ın hızlı büyüyen bir tür olması ve odununun yüksek endüstriyel değeri nedeniyle dikkatlerini bu tür üzerine çevirmişlerdir. Son zamanlarda tür ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (Fraxigen, 2005; Gerard vd., 2006; Kremer vd., 2006). Mevcut literatür incelendiğinde DYD'nin doğal meşcerelerdeki odun özelliklerine yönelik araştırmalar bulunmakla birlikte, yapay meşcerelerin (plantasyonlu) odun özellikleri konusunda diğer bir ifadeyle dikim aralığının veya sıklığının odunun morfolojik özellikleri üzerine etkisine ilişkin literatür oldukça sınırlıdır. Bu nedenle dişbudak odunun iç morfolojik yapısının detaylı olarak bilinmesi ile emprenye, kağıt, mobilya ve kaplama sanayinde kullanımını artıracaktır. Böylece gelecekteki kullanım alanlarına uygunluk derecesini saptamaya yönelik çalışmalara önemli bilimsel bir kaynak olacaktır.

Kâğıt endüstrisinde hammadde temininde selüloz ve kağıt için uygun lif morfolojisine sahip yerli odunsu türler kullanılmaktadır. Bu olanakların yetersiz ve sınırlı olduğu durumlarda kağıt hamuru dışalım veya geniş plantasyonları kurulmuş hızlı gelişen türlerden hammadde kaynağı olarak yararlanılmaktadır. Bir başka deyişle lif morfolojisi bakımından selüloz ve kağıt üretimine uygun olan değişik bitkisel kaynaklar hammadde temininde kullanılmaktadır. Ancak bu konudaki tercihler ülkelerin orman varlığına ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişebilmektedir (Yaman ve Gencer, 2005).

Farklı dikim aralıklarında yetiştirilen DYD (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odunlarının bazı anatomik özellikleri ve lif morfolojisi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu türün, lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunan bazı verilere (Elastikiyet katsayısı, Keçeleşme oranı, Rijidite katsayısı, Runkel sınıflaması, F faktörü, Mühlstep sınıflaması) dayanılarak selüloz ve kağıt endüstrisindeki kullanılabilirliği de değerlendirilecektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan ağaçlar, Adapazarı-Süleymaniye yöresindeki subasar ormanlık arazisinde farklı dikim aralıklarındaki DYD plantasyonlarından alınmıştır. Belirtilen amaç doğrultusunda Adapazarı-Süleymaniye yöresindeki, 3x2 m (1666 ad/ha), 3x2,5 m (1333ad/ha), 3,75x3,75 m (730 ad/ha), 4x4 m (625 ad/ha) dikim aralıklarının tespiti yapılmış ve her grubu temsil edecek ortalama göğüs çapına karşılık gelen, çatlaksız ve anormal tepe formu göstermeyen 4'er adet (toplam 16 ağaç) deneme ağacı motorlu testere ile kesilerek sahadan çıkartılmıştır. Araştırma alanına ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Kesilen her bir ağacın kuzey yönü işaretlendikten sonra, dipten itibaren her 2 m yükseklikten 15 cm kalınlığında tekerlekler çıkartılmıştır.

2.2. Yöntem

Bilindiği üzere ağaç malzeme heterojen bir yapı sergilemekte, lif boyutları türden türe değişiklik gösterdiği gibi aynı tür içerisinde bile farklılık göstermektedir. Bu problemi ortadan kaldırmak için lif ölçümü ve hücre boyutlarının belirlenmesinde her bir tekerleğin 10. yıllık halkasından başlanarak 15. yıllık halkası da dâhil olmak üzere enine kesiti 5 yıllık halkayı kapsayan küp şeklinde yaklaşık 1.5x1.5x1.5 cm boyutlarında örnekler alınmıştır.

Elde edilen örnekler, damıtık su içerisinde suyun dibine çökünceye kadar kaynatıldıktan sonra 1 hacim % 96'lık alkol, 1 hacim gliserin ve 1 hacim damıtık su karışımında 15-20 gün bekletilmiştir. Mantarlaşmayı önlemek için karışıma birkaç damla fenol ilave edilmiştir (Normand, 1972).

Kesitler Reichert kızaklı mikrotomunda alınmıştır. Her örnekten enine, radyal ve teğetsel yönlerde olmak üzere 15-20 µm kalınlığında üçer kesit alınarak 15-20 dakika sodyum hipoklorit içerisinde bırakılmıştır. Daha sonra damıtık su ile yıkanan kesitler 1-2 dakika asetik asitli ortamda tutulmuştur.

Kesitler saf suyla iyice yıkandıktan sonra safraninle boyanmıştır. Boyama işleminden sonra kesitler su ile iyice yıkandıktan sonra %50'lik alkole alınmış ve en son işlem olarak da lam ve lamel arasına enine radyal ve teğetsel sıraya göre gliserin jelatinle kapatılarak ölçmelere hazır hale getirilmiştir (Normand, 1973; Serdar ve Gerçek, 2003).

Çizelge 1. Araştırma alanına ve DYD ağaçlarına ait ortalama değerler

Dikim Aralığı	Çap _{1.30} (cm)	Boy (m)	Yaş (yıl)	Dikilen Ağaç Sayısı (adet)
I. Bölge (3x2 m)	41	35	38	1666
II. Bölge (3x2,5 m)	30	28	26	1333
III. Bölge (3,75x3,75 m)	29	31	29	730
IV. Bölge (4x4 m)	21	21	24	570

Enine kesitlerde trahelerin birim alandaki (1 mm^2) sayıları, ilkbahar ve yaz odununda ayrı olarak vizopanla sayılmıştır. Obj x 10 ile bir kenarı 12,5 cm olan kare şeklindeki milimetrik kağıt kullanılmıştır (ölçek: 1 mm: 12,5 cm). Trahelerin ilkbahar odunundaki teğet ve radyal çapları x 6,3 objektifinde (1 taksimat: 15,254 μm), yaz odunundakiler ise x 40 objektifinde (1 taksimat: 2,38 μm) ölçülmüştür. Teğet kesit üzerinde özışınlarının birim alan ve birim uzunluktaki sayıları obj. x 10 ile sayılmışlardır. Özışınlarının yükseklik ve genişlikleri araştırma mikroskobunun x 16 objektifinde (1 taksimat: 6,06 μm) ölçülmüştür.

Maserasyon işlemi için Schultze yöntemi kullanılarak lifler serbest hale getirilmiştir. Bu yöntem odun elemanlarına en az zarar vermesi ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir (Kasaplıgil, 1965). Maserasyon işlemi için örnekler önce kibrit çöpü büyüklüğünde parçacıklara ayırdıktan sonra bu parçacıklar beher içerisine alınıp bir miktar su ile birlikte nitrik asit ve sodyum kloritle muamele edilmiştir. Bu ortamda örnekler, reaksiyon başlayacak kadar ısıtılıp ışıktan uzak bir ortamda lifler serbest hale getirilmiş, süzme işlemi ile sudan tamamen arındırılarak depolanıp gliserin içinde saklanmıştır. Ölçme işleminden önce safraninle boyanan örneklerden geçici preparatlar hazırlanmıştır.

Ölçümler araştırma mikroskobunda yapılmış, lif ve trahe hücre uzunluğu için x 6,3 (1 taksimat: 15,254 μm) objektifinde, lif genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı x 40 (1 taksimat: 2,38 μm) objektifi kullanılmıştır.

Kağıt endüstrisinde bitkisel bir materyalin üretim için uygunluğunun belirlenmesinde lif boyutları ve bu boyutlara dayanılarak hesap edilen oranlar son derece önemlidir (Bozkurt, 1971; Göksel, 1986; Tank vd., 1990). Elde edilecek kağıt özelliklerini etkileyen lif boyutları ve bu boyutlar arasındaki ilişkiler aşağıdaki eşitliklerden yararlanılarak değerlendirilecektir.

Keçeleşme Oranı: Lif Uzunluğu (L)/Lif Genişliği (D)
Elastikiyet Katsayısı: Lümen Genişliği (d) x 100/Lif Genişliği (D)
Rijidite Katsayısı: Lif Çeper Kalınlığı (W) x 100/Lif Genişliği (D)
Runkel Sınıflaması: 2 x Lif Çeper Kalınlığı (W)/Lümen Genişliği (d)
F Faktörü: Lif Uzunluğu (L) x 100/ Lif Çeper Kalınlığı (W)

Mühlstep sınıflaması: Lif Çeper Alanı (D^2-d^2) x 100/Lif Enine Kesit Alanı (D^2)

Dört farklı dikim aralıklarından alınan örneklerin, ilkbahar ve yaz odunu trahelerinin uzunlukları ve çapları (teğet, radyal), multiseri özışını yükseklikleri ve genişlikleri, birim alandaki özışını ve trahe sayıları tespit edilmiştir. Lif uzunlukları, lif genişlikleri, lümen genişlikleri, çeper kalınlıkları ve trahe hücre uzunlukları varyans analizi ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Anatomik özellikler

Dişbudak odunlarının trahe dizilişleri halkalı yapı göstermektedir. Genellikle yapraklı ağaç odunlarında trahelerin çapları türlere göre yaklaşık 50-450 mikron, trahe uzunlukları ise 0,2-1,3 mm arasındadır. Lif uzunlukları 1-2 mm, lif genişlikleri ise 15-30 μm arasında değişmektedir (Nikitin, 1966; Kırıcı, 2003). Kağıtçılıkta bu lifler kısa lifler olarak ifade edilmektedir.

Lif çeper kalınlığı da bireysel liflerin sağlamlığı üzerine etkilidir. Çok ince çeperli liflerden üretilen kağıtların özellikle yırtılma direncinin düşük olduğu bildirilmektedir (Kırıcı, 2003). Anatomik ölçümlerle ilgili araştırma sonucunda, ölçüm sayısı, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

DYD odunlarında yapılan ölçüm ve sayımların ortalamalarına göre; ilkbahar odunu trahe teğet ve radyal çapları en yüksek IV. bölgede en düşük değerler ise sırasıyla teğet çap için III. bölgede, radyal çap için ise II. bölgede elde edilmiştir. Yaz odunu trahe teğet ve radyal çapları en yüksek değerleri III. bölgede (sırasıyla 63,31 μm ve 62,83 μm), en düşük değerler ise II. bölgede (sırasıyla 46,84 μm ve 45,08 μm) tespit edilmiştir. Multiseri özışını yüksekli dikim aralığının artışına bağlı olarak azalmaktadır. Ancak IV. bölgede ise tekrar bir artış gözlemlenmektedir. Multiseri özışını genişliği ve sayısı en yüksek değerleri II. bölgede tespit edilmiştir. Birim alandaki (1 mm^2 deki) özışını sayısı en yüksek 6,94 ile I. bölgede elde edilirken en düşük değer ise II. bölgede (4,98) elde edilmiştir. Birim alandaki (1 mm^2 deki) trahe sayısında dikim aralığının artışına paralel olarak artış gösterirken, IV. bölgede ise en düşük değer elde edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı dikim aralıklarına ait DYD odununun anatomik özellikleri

Anatomik özellikler	n	I. Bölge (3x2 m)	II. Bölge (3x2,5 m)	III. Bölge (3,75x3,75 m)	IV. Bölge (4x4 m)
İ.O.T.T.Ç.	50	197,39 (32)	201,05 (40)	192,20 (34)	230,34 (31)
İ.O.T.R.Ç.	50	206,23 (35)	196,17 (39)	220,27 (37)	236,13 (50)
Y.O.T.T.Ç.	50	61,12 (11)	46,84 (7,8)	63,31 (16)	56,07 (16)
Y.O.T.R.Ç.	50	60,02 (13)	45,08 (11)	62,83 (21)	56,45 (18)
M.Ö.Y.	50	299,73 (94)	271,37 (66)	268,94 (78)	290,52 (87)
M.Ö.G.	50	39,94 (5,3)	52,54 (8,4)	25,21 (2,70)	27,88 (4,0)
M.Ö.S.	50	2,78 (0,51)	2,92 (0,49)	2,44 (0,50)	2,58 (0,50)
B.A.Ö.S	50	6,94 (1,02)	4,98 (1,02)	5,88 (1,27)	6,14 (1,11)
B.A.T.S	50	14,55 (2,4)	15,30 (2,6)	16,26 (3,27)	13,86 (4,4)

Standart sapma değerleri parantez içerisinde verilmiştir, n: Örnek sayısı (adet), İ.O.T.T.Ç.: İlkbahar Odunu Trahe Teğet Çapı (μm), İ.O.T.R.Ç.: İlkbahar Odunu Trahe Radyal Çapı (μm), Y.O.T.T.Ç.: Yaz odunu trahe teğet çapı (μm), Y.O.T.R.Ç.: Yaz odunu trahe radyal çapı (μm), M.Ö.Y.: Multiseri özışını yüksekliği (μm), M.Ö.G.: Multiseri özışını genişliği (μm), M.Ö.S.: Multiseri öz ışını sayısı (adet), B.A.Ö.S.: Birim alandaki (1 mm^2 deki) özışını sayısı (adet), B.A.T.S.: Birim alandaki (1 mm^2 deki) trahe sayısı (adet).

3.2. Morfolojik Özellikler

Farklı dikim aralıklarında yetiştirilen DYD (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odunlarının lif morfolojisine ait; lif uzunluğu, lif genişliği, trahe hücre uzunluğu, lümen genişliği ve tek lif çeper kalınlığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Belirlenen lif boyutları ve bu boyutlara dayanılarak yukarıda verilen eşitlikler çerçevesinde hesaplanan keçeleşme oranı, elastikiyet katsayısı, rijidite katsayısı, Runkel sınıflaması, F faktörü, Mühlstep sınıflaması belirlenmiştir (Çizelge 4). Çizelge 3'te bölgelere göre dişbudak odunlarına ait lif boyutları, Çizelge 4'te ise lif boyutları arasındaki ilişkiler verilmiştir.

DYD odunlarının lif uzunluğu I. bölge hariç, dikim aralığının artışına bağlı olarak lif uzunluğunda da artış görülmektedir. En yüksek lif uzunluğu miktarı IV. bölgede (1326 µm) tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak ise I., III. ve IV. bölgelerin lif uzunlukları arasında fark olmadığı, II. bölgenin ise bu üç bölgeden daha kısa lifli ve farklı olduğunu ($p<0,05$) göstermektedir. Lif genişlikleri 24,6-28,4 µm arasında değişmekte olup en düşük lif genişliği değeri I. bölgede bulunmuştur. İstatistiksel olarak I., III. ve IV. bölgelerin lif genişlikleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, II. bölgenin lif genişliği bu bölgelerden daha büyük ve farklı bulunmuştur ($p<0,001$). Hem lif uzunluğu hem de lif genişlikleri literatür değerlerine uygun bulunmuştur (Panshin ve Zeeuw, 1970; Sarıbaş, 1989; Yaman ve Gencer, 2005). Liflerin lümen çapları III. ve IV. bölgelerde aynı bulunmuştur (14,9 µm). En yüksek lümen çapı 19,7 µm ile II. bölgede tespit edilmiştir. Lif çeper kalınlığı en düşük I. bölgede 3,57 µm, en yüksek ise 5,47 µm ile III. bölgede elde edilmiştir. Lif çeper kalınlıkları istatistiksel olarak III. ve IV. bölgeler arasında fark olmayıp, diğerlerinden farklı bulunmuştur ($p<0,001$). Trahe hücre uzunluğu, en yüksek II. bölgede 320 µm olarak elde edilirken, I., III. ve IV. bölgeler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, II. bölge diğer bölgelerden farklı bulunmuştur.

4. Sonuç ve öneriler

Lif boyutlarının tespitinde kesitler özden başlayarak 10-15. yıllık halkaları içeren küp şeklindeki parçalara ayrılmış, ilkbahar ve yaz odunu ayrımı yapılmaksızın ölçümler yapılmıştır. Burada amaç hangi dikim aralığındaki ağacın lif morfolojisi açısından değerlendirilmesinin daha uygun olacağını belirlemesidir. Bölgeler arasında en yüksek lif

uzunluğu değeri IV. bölgede (1326 µm) en düşük lif uzunluğu ise II. bölgede (1154 µm) elde edilmiştir. Lif uzunluğu, kâğıdın yırtılma direnci için çok önemlidir. Lif uzunluğunun artışına bağlı olarak bir araya gelen iki lif arasındaki temas yüzeyinin artması ile yapışma direncinin de arttığı belirtilmektedir (Dadswell ve Watson, 1962; Alkan vd., 2003; Yaşar vd., 2010). Ancak çok uzun liflerden yapılan kağıtlarda formasyon bozukluklarının da meydana geldiği bilinmektedir (Kırcı, 2003). Kâğıdın patlama ve kopma direnci ile elastikiyet özellikleri de lif uzunluğundan etkilenmektedir (Yaman ve Gencer, 2005). Morfolojik özellikleri tespit edilen DYD odunlarının lif boyutları kullanılarak elde edilen oranlar Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Genel olarak yapraklı ağaçlarda keçeleşme oranı 70'in altındadır. Yapılan ölçümler sonucunda bütün dikim aralıklarında keçeleşme oranlarının 70'in altında olduğu görülmüştür. En yüksek keçeleşme oranı II. bölgede (53,88), en düşük ise IV. bölgede (41,70) tespit edilmiştir. Alkan vd., (2003) yapmış oldukları çalışmalarında *Fraxinus excelsior*'un keçeleşme oranını 50,61 olarak tespit etmiştir.

Elastikiyet katsayısı ile kâğıdın çekme direnci doğru orantılı olduğu, elastikiyet katsayısının artması ile çekme direncinin de arttığı belirtilmektedir (Göksel, 1986). Elastikiyet katsayısına göre lifler, çok esnek lifler (>75), esnek lifler (50-75), rijit lifler (30-50) ve çok rijit liflerdir (<30) olarak dört grupta değerlendirilmektedir (Tank, 1980). Bu gruptan ilk ikisi kâğıt hamuru üretimi açısından arzu edilirken diğerleri yeterli esnekliğe sahip olmadığı için daha ziyade lif levha ve mukavva üretiminde kullanılırlar. Yapılan çalışmada tüm dikim aralıklarından elde edilen elastikiyet katsayısı değerleri ikinci gruba girmektedir. Yine en yüksek elastikiyet katsayısı değeri II. bölgede (70,56) bulunmuştur.

Rijidite (katılık) katsayısı ile kâğıdın fiziksel özellikleri arasında ters bir orantı vardır. Rijidite katsayısı yüksek olan liflerde lifler arası bağlantı yeterince kurulamamaktadır. Katılık katsayısının düşüklüğü elde edilecek kâğıdın kopma ve patlama dirençlerini olumlu yönde etkilemektedir. Rijidite katsayısı en düşük 14,72 ile II. bölgede, en yüksek ise 21,64 ile I. bölgede tespit edilmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda verilen değerlerle karşılaştırıldığında bu değerlerin iğne yapraklı ağaç türlerine yakın değerler vermektedir (Göksel, 1984; Bozkurt vd., 1993; Bektaş vd., 1999). Özellikle II. bölgeden elde edilecek hammaddenin kâğıt hamuru üretimi bakımından daha uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. DYD odununun farklı bölgelere ait lif morfolojisi

Bölgeler	n	Lif Uzunluğu (µm)	Lif Genişliği (µm)	Lif Lümen Çapı (µm)	Lif Çeper Kalınlığı (µm)	Trahe Hücre Uzunluğu (µm)
I. Bölge	25	1292 (154) ^b	24,6 (3,6) ^a	17,4(3,8) ^{bc}	3,57(0,9) ^a	291 (56) ^a
II. Bölge	25	1154 (188) ^a	28,4 (4,3) ^b	19,7 (4,2) ^c	4,33(1,3) ^b	320 (52) ^b
III. Bölge	25	1238 (199) ^{ab}	25,8 (4,5) ^{ab}	14,9(4,5) ^{ab}	5,47(1,4) ^c	279 (22) ^a
IV. Bölge	25	1326 (256) ^b	25,9 (3,7) ^{ab}	14,9(4,1) ^{ab}	5,25(1,2) ^c	276 (45) ^a

a: Sütunlardaki aynı harfleri taşıyan veriler istatistiksel olarak farklı değildir ($P<0,05$).

Çizelge 4. Lif boyutları arasındaki oranlar

Bölgeler	Keçeleşme Oranı	Elastikiyet Katsayısı	Rijidite Katsayısı	Runkel Sınıf.	F Faktörü	Mühlstep Sınıf.
I. Bölge	51,93	56,73	21,64	0,84	252	66,79
II. Bölge	53,88	70,56	14,72	0,43	387	49,61
III. Bölge	49,70	56,87	21,56	0,82	244	66,56
IV. Bölge	41,70	69,24	15,38	0,47	297	51,25

Runkel sınıflamasına göre I'ın altındaki değerlere sahip lifler esnek lifler olarak kabul edilmekte ve bu lifler presleme esnasında kolayca yassılaşılarak daha kuvvetli lifler arası bağ oluşturmaktadır. Tüm bölgelerden elde edilen Runkel sınıflaması I'ın altında bulunmuş olup, en düşük değer II. bölgede (0,43) elde edilmiştir.

Fleksibilite (F) faktörü, liflerden elde edilecek kâğıtların esnekliğini belirten bu katsayı bölgelere göre 244 ile 387 arasında değişmiş olup, en esnek lifler yine II. bölgeden (387) elde edilmiştir.

Mühlstep sınıflamasının saptanmasıyla lif genişliğine oranla en ince çeperli liflerin avantajlı durumunu ortaya koymak, liflerin yassılaşıma yeteneklerini ve dolayısıyla kâğıt ağırlığına etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında ölçülen tüm bölgelerde Mühlstep sınıflaması düşük olarak elde edilmiş, bölgelere göre bu değer 49,61–66,79 arasında değişmiştir. En düşük değer ise II. bölgede (49,61) bulunmuştur.

Sonuç olarak bütün bu oranlar değerlendirildiğinde dört bölgenin de lif yapıları kâğıt hamuru üretimine uygun olduğu görülmektedir. Ancak lif morfolojisi olarak II. (3x2,5 m) bölgeden alınan örneklerin, diğer bölgelerle karşılaştırıldığında kâğıt hamuru üretimi için daha uygun olduğu görülmektedir. İleriki çalışmalarda bu türün farklı dikim aralıklarına göre odun ana ve yan bileşenlerinin (holoselüloz, selüloz, hemiselüloz, lignin, çözünürlük oranları vb.) nasıl değiştiğinin belirlenmesi daha doğru değerlendirmelerin yapılmasına katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK'ın, TOVAG tarafından 107O537 nolu proje kapsamında hazırlanmıştır. Sağlamış oldukları destekten dolayı TÜBİTAK'a ve çalışmalarından dolayı proje ekibine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Alkan, Ç., Eroğlu, H., Yaman, B., 2003. Türkiye'deki Bazı Odunsu *Angiospermae* Taksonlarının Lif Morfolojileri. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 5(5): 102–108.
- Anonim, 2006. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007–2013), Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara, s. 4–6.
- Boydak, M., 1992. Ormanlıkta Araştırma ve Uygulama Yönleriyle Dikim Aralıklarının Anlam ve Önemi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1992/2, 19: 5-30.
- Bozkurt, Y., 1971. Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link. et Carr.) ile Toros Karaçamı (*Pinus nigra* var. *caramanica* (Loud.) Rehd.)'dan Birer Ağaçta Lif Morfolojisi Üzerine Denemeler. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 21 (1): 70-93.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., As, N., 1993. Datça Kızılçamında Anatomik ve Teknolojik Özellikler. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu. Orman Bakanlığı, Marmaris, 628-635.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 445, İstanbul.
- Çiçek, E., 2002. Adapazarı-Süleymaniye Subasar Ormanında Meşcere Kuruluşları ve Gerekli Silvikültürel Önlemler. Doktora tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 138 s.
- Çiçek E., Yılmaz, M., 2002. The Importance of *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxyacra* as a Fast Growing Tree for Turkey. IUFRO Meeting on Management of Fast Growing Plantations, September 11-13, Izmit, Turkey, pp. 192-202.
- Dadswell, H.E., Watson, A.J., 1962. Influence of the Morphology of Wood Pulp Fibers on Paper Properties. In: Bolam, F., (ed.), Formation and Structure of Paper. Technical Section of the

- British Paper and Board Markers Association, London, 2: 537–564.
- Davis, P.H., 1987. Flora of Turkey and the Aegean Islands. Volume 6, Edinburgh University Press, England.
- Doğu, A.D., 2002. Odun Yapısı Üzerinde Etkili Faktörler. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, 8: 81–102.
- Fraxigen, 2005. Ash Species in Europe: Biological Characteristics and Practical Guidelines for Sustainable Use. A Summary of Findings from the Fraxigen Project EU Project EVK-CT-00108. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK, pp.128.
- Gerard, P. R., Fernandez-Manjarres, J.F., Bertolino, P., Dufour, J., Raquin, C., Frascaria-Lacoste, N., 2006. New insights in the recognition of the European ash species *Fraxinus excelsior* L. and *Fraxinus angustifolia* Vahl. As useful tools for forest management. Annals of Forest Science, 63(7): 733-738.
- Göksel, E., 1984. Kızılçamın Lif Morfolojisi ve Odununda Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, İÜ Yayın No: 3204, Orman Fakültesi Yayın No: 364, İstanbul. 120 s.
- Göksel, E., 1986. Pamuk Saplarının Selüloz ve Kağıt Endüstrisinde Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 36 (1): 38-54.
- Güler, C., Çöpür, Y., Kara, Ö., 2009. Dar Yapraklı Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* vahl.) Plantasyonlarındaki Dikim Aralıklarının, Odunun Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. TÜBİTAK (TOVAG), Sonuç Raporu, Proje No: 107O537, Ankara. 69 s.
- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., 1996. Forest Products and Wood Science. Third Edition, IOWA State University Press.
- Jane, F.W. Wilson, K., White, D.J.B., 1970. The Structure of Wood. Adam & Charles Black, London.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U., 1999. Dişbudak Meşcerelerinde Hacim, Bonitet Endeks ve Normal Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Araştırma Fonu Başkanlığı, Sonuç Raporu. Proje Kod No: 96.113.001.4, Trabzon.
- Kasaplıgil, P., 1965. Bitki Dokularının Maserasyonu ve Boyama Tekniği. Türk Biyolojisi Dergisi, XV, 1-2.
- Kırcı, H., 2003. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:72, Trabzon, 276 s.
- Kremer, D., Cavlovic, J., Bozic, M., 2006. Growth Characteristics of Introduced Green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) and Narrow-leaved ash (*F. angustifolia* L.) in Lowland Forest Region in Croatia. New Forests, 31 (2): 211-224.
- Merev, N., 1984. Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 88, Trabzon.
- Nikitin, I., 1966. The Chemistry of Cellulose and Wood. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, Translated from Russian by J. Schmorak, pp. 691.
- Normand, D., 1972. Manuel D'identification des Bois Commerciaux, Tom 1, Nogent Sur/Marne, pp. 171.
- Normand, D., 1973. Cour D'anatomie du Bois. Paris, Ecole Superieur du Bois, pp. 83.
- Panshin, A.J., Zeeuw, C., 1970. Textbook of Wood Technology. M.C. Graw-Hill Book Company, London.
- Paul, B.H., 1963. The Application of Silviculture in Controlling The Specific Gravity of Wood. USDA For. Serv. Tech. Bull. 1288.
- Sarıbaş, M., 1989. Türkiye'nin Euro-Siberien (Euxine) Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Kavakların Morfolojik (Dış Morfolojik, İç Morfolojik ve Palinolojik) Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enst. Tek. Bül. No. 148, İzmit, 152 s.
- Serdar, B., Gerçek, Z., 2003. Kivi (*Actinidia sinensis* Planch.) Odununun Anatomik Yapısı. Ulusal Kivi ve Üzümü Meyveler Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Ordu Ziraat Fakültesi, Bildiriler Kitabı, Ordu, 57–60,
- Tank, T., 1980. Lif ve Selüloz Teknolojisi I. İÜ Orman Fakültesi Yayın No.272, Bozak Matbaası. İstanbul.

Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., Gürboy, B., 1990. Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 40 (1): 40-50.

Yaman, B., Gencer, A., 2005. Trabzon koşullarında yetiştirilen Kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang & A.R.

Ferguson)'nin lif morfolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 149-155.

Yaşar, S., Güller, B., Baydar, H., 2010. Susam (*sesamum indicum* L.), Pamuk (*gossypium hirsutum* L.) ve Haşhaş (*papaver somniferum* L.) Saplarında Karbonhidrat, Lignin Miktarları ve Bazı Lif Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı: 1: 56-66.

Kentsel yeşil alanlar için mekânsal yeterlilik ve erişebilirlik analizi; Burdur örneği, Türkiye

Mahmut Serhat Yenice

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Konya

İletişim yazarı/Corresponding author: msyenice@selcuk.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 14.02.2011, Kabul tarihi/Accepted: 21.12.2011

Özet: Bu araştırmanın amacı, mahalle ve semt düzeyinde yeşil alan donanımlarını oluşturan çocuk oyun alanları, mahalle–semt parkları ve spor tesis alanlarının hizmet yeterlilik düzeyinin mekânsal yeterlik ve erişilebilirlik açısından Burdur kenti örnekleme alanında irdelenmesidir. Araştırmada, Burdur kenti 1/1.000 ölçekli hâlihazır harita, hava fotoğrafı ve alan tespit çalışmalarından elde edilen niceliksel verilerin, mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik olanakları açısından değerlendirilmesine dayanan bir yöntem izlenmiştir. Araştırma sonunda; mahalle/semt üniteleri düzeyindeki yeşil alan kullanımlarını oluşturan çocuk oyun alanları, mahalle–semt parkları ve spor tesis alanlarının mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik olanakları açısından Burdur kent formu bütününde dengesiz dağılım gösterdiği ve mekânsal standartlar açısından yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burdur, Erişilebilirlik, Mekânsal yeterlilik, Kentsel yeşil alan

A spatial sufficiency and accessibility analysis for urban green spaces: A case study for Burdur, Turkey

Abstract: The aim of this study is to probe adequacy level of service of children's play areas, quarter-neighbourhood parks and sport facilities that effectuate green spaces on quarter-neighbourhood level in the terms of spatial sufficiency and accessibility sampling in the field of Burdur city. In the study, the method based on the evaluation of quantitative data, gained from field-detection studies and, air photo, available map of 1/1.000 scale Burdur city, was followed in terms of spatial sufficiency and accessibility potentialities. At the end of the study, it was designated that Burdur city form shows uneven distribution in terms of spatial sufficiency and accessibility potentialities of children playgrounds, quarter-neighbourhood parks and sport facilities that effectuate green space occupation on quarter/neighbourhood unit levels and is insufficient in the sense of spatial standards.

Keywords: Burdur, Accessibility, Spatial sufficiency, Urban green areas

1. Giriş

1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan 'Ortak Geleceğimiz' raporunda gündeme gelen ve 'bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarından ödün vermeksizin karşılamak' ilkesini temel alan sürdürülebilirlik kavramının, kentsel yeşil alan kullanımlarının işlevsel kimlik ve mekânsal niteliklerinin yeniden tanımlanmasında etkin rol oynadığı açıktır. (Anonymous, 1987). Bu rol, ekolojik duyarlı sürdürülebilir kentler yaratma tartışmaları içerisinde; kentsel yeşil alan sisteminin altyapısının oluşturulmasından, kentsel yoğunluk bölgelerinin tanımlanmasına, farklı yaş gruplarının sosyal-psikolojik davranış biçimleri üzerinde etkin olmasından, demokratik katılım ve uzlaşma sürecinde etkin işlev üstlenmesine, kentsel ekolojik yaşam kalitesinin ve koşullarının artırılmasından, yaşanabilir kentsel mekânların kurgulanmasına dek uzanan farklı mekânsal–işlevsel nitelikleri içerdiğini söylemek mümkündür (Thompson, 2002; Chiesura, 2004; Antrop, 2004).

Türkiye kentleri için 02.09.1999 tarih ve 23804 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 'İmar Planı Yapılması ve Değişikliklerine Ait Esaslara Dair Yönetmelik' hükümlerine

göre; kentsel alanlarda kişi başına düşen yeşil alan değeri en az 10 m², belediye ve mücavir alan sınırları dışında ise kişi başına en az 14 m² olarak belirlenmiştir. Ancak, kentsel yeşil alanların niceliksel yeterlilik düzeyi üzerine yapılan çalışmalar, yeşil alanlar için öngörülen yasal standartların yetersiz olduğuna işaret etmektedir. Nitekim Aksoy (2001) İstanbul kentine dönük gerçekleştirdiği araştırmasında kişi başına 1,90 m² yeşil alan varlığından bahsederken, Gül ve Küçük (2001) Isparta kenti için 3,00 m², Özcan (2006) Kırıkkale kenti için 2,20 m², Doygun ve İltar (2007) Kahramanmaraş kenti için ise 1,40 m² olarak tespit etmiştir. Bu tespitler sürdürülebilir kentsel gelişme stratejilerini benimsemiş Avrupa Birliği kentleri kapsamında irdelendiğinde, kişi başına düşen yeşil alan miktarının yaklaşık 10-125 m² arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 1).

Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan Kentsel Denetim Raporu'nda 37 Avrupa kentine ilişkin 1996 yılı yeşil alan verileri incelendiğinde, kişi başına ortalama yeşil alan değerinin 42 m²'ye ulaştığı anlaşılmaktadır (Anonymous, 2000). Dolayısıyla Türkiye kentleri için İmar Mevzuatı kapsamında belirlenen yeşil alan standartlarının, Avrupa Birliği kentlerinin oldukça gerisinde kaldığı açıktır.

Çizelge 1. Avrupa Birliği kentlerinde kişi başına düşen açık yeşil alan değerleri (Anonymous, 2000)

Ülke	Kent	Kişi başına düşen değer (m ²)
Almanya	Berlin	23,60
	Hamburg	31,10
Belçika	Brüksel	29,20
Danimarka	Kopenhagen	25,30
İtalya	Milan	26,10
	Palermo	14,50
İngiltere	Birmingham	25,00
	Liverpool	32,90
Avusturya	Viyana	124,70
Finlandiya	Helsinki	122,40
İspanya	Barselona	18,00

Bu araştırmanın amacı, kentsel hizmet/donatu kademelenmesi kapsamında mahalle ve semt düzeyinde yeşil alan donanımlarını oluşturan semt-mahalle parkları, spor tesisi ve çocuk oyun alanlarının, mekânsal yeterlik ve erişilebilirlik/etki alanı mesafeleri açısından Burdur kenti örneklem alanında irdelenmesidir. Bu irdelenmelerin, kentsel nüfusun mahalle düzeyinde yeşil alanlardan faydalanma olanaklarının etkin ve yerinde kullanılabilirliğine ve yer seçimi kararlarına yönelik planlama arayışlarına katkı koymasının yanısıra geleceğe dönük kentsel yeşil alan sisteminin tasarım-planlama ilkelerinin belirlenmesine de katkı koyacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırmanın konusu, Burdur kenti arazi kullanım düzeninin mekânsal-işlevsel unsurlarından biri olarak çocuk bahçelerinden kentsel parklara, spor tesisi alanlarından rekreasyon alanlarına dek uzanan farklı işlev ve mekânsal büyüklüğe sahip kentsel yeşil alan kullanımlarıdır. Bu çerçevede Burdur kenti yeşil alan kullanımları nüfusun kullanım yoğunluğu ve aktivite olanakları açısından, çocuk oyun alanı, mahalle-semt parkları ve spor tesis alanları olarak ele alınmıştır.

Araştırmada, Burdur kenti 1/1.000 ölçekli hali hazır harita, hava fotoğrafı ve alan tespit çalışmalarından elde edilen niceliksel verilerin kentsel yeşil alan sistemi kapsamında değerlendirilmesine yönelik bir yöntem izlenmiştir. Bu yöntem kurgusu dört aşamadan meydana gelmektedir. Birincisi Burdur kenti yeşil alan varlığını oluşturan mahalle-semt parkları, spor tesisi ve çocuk oyun alanlarının mekânsal büyüklük, erişilebilirlik ve kişi başına düşen değerler açısından mahalle düzeyinde ayrıntıda irdelenmesidir. İkincisi elde edilen Avrupa Birliği kentlerindeki yeşil alan değerleri ve Türkiye’de İmar Yasasında belirtilen asgari alan büyüklükleri ile karşılaştırılmasıdır. Üçüncüsü, mahalle-semt parkları, spor tesisi alanları ile çocuk oyun alanlarının mekânsal büyüklük açısından ideal ölçütleri ile karşılaştırılmasıdır. Bu noktada Çetiner (1991) kentsel yeşil alanlara dönük olarak çocuk oyun alanları için 2-4 ha, mahalli parklar için 0.8 ha ve üzeri, spor alanları için 4-12 ha ideal ölçütlerini belirlerken; Doğun ve İter (2007) çalışmalarında mahalle parkları için 4 ha, semt parkları için 16 ha kullanmışlardır. Bu çalışma kapsamında ise çocuk oyun alanları için 2-4 ha, mahalle ve semt parkları için 8-16 ha, spor alanları için 4-12 ha aralıkları kabul edilmiştir. Araştırmanın yöntemini oluşturan dördüncü aşaması ise; çocuk oyun alanları, kentsel parklar ve spor tesis alanlarının erişme mesafelerine göre etki alanlarının belirlenmesidir.

Nitekim sürdürülebilir kentsel gelişme stratejileri içerisinde kamusal hizmetlerden eşit faydalanabilme ve erişilebilirliğin sosyal adaleti sağlanmada önemli bir ölçüt olarak kabul edilmesi, erişilebilirlik ilkesinin önem ve gerekliliğini ortaya koymaktadır (Chan ve Lee, 2008). Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan Kentsel Denetim Raporu’nda, aynı zamanda kamusal hizmet grubu içerisinde yer alan kentsel yeşil alanlar için ideal yürüme süresi 15 dakika olarak kabul görmektedir (Anonymous, 2000). Altunkasa (2004) Türkiye ve yurt dışındaki kentsel yeşil alan örneklerinden yola çıkarak erişilebilirlik mesafesini, çocuk oyun alanları için ortalama 10 dakikada yürüme süresi ve 400 metre etki alanı, semt-mahalle parkları için ise ortalama 20 dakika yürüme süresi ve 800 metre etki alanı olarak tanımlamaktadır. Aynı görüşü paylaşan Çetiner (1991) ile Van Herzele ve Wiedemann (2003) ise bir mahalle ünitesi için oyun ve dinlenme alanlarının 400 metre etki alanı olduğunu belirtirken; semt ölçeğindeki bir dinlenme veya oyun alanı için bu mesafenin 800 metre olacağını belirtmektedir. Bu araştırma kapsamında ise ideal yürüyüş süresi ve kentsel yeşil alanların işlevleri-kullanıcı gruplarına dayalı olarak erişilebilirlik mesafelerinin; çocuk oyun alanları için 400 metre, semt-mahalle parkı ve spor tesisi alanları için 800 metre olacağı öngörülmektedir.

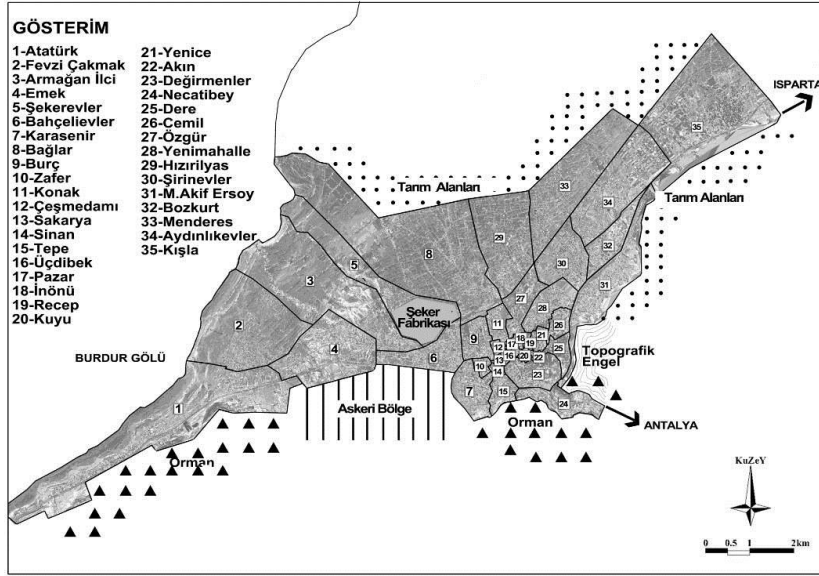
Bu yöntem kurgusunda kentsel yeşil alan varlığı, mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik göstergelerine dayalı üretilen analitik haritalar üzerinden irdelenmiştir. Bu irdelenmelerin, kentsel nüfusun mahalle düzeyinde yeşil alanlardan faydalanma olanaklarının etkin ve yerinde kullanılabilirliğine ve yer seçimi kararlarına yönelik planlama arayışlarına katkı koymasının yanısıra geleceğe dönük kentsel yeşil alan sisteminin tasarım-planlama ilkelerinin belirlenmesine de katkı koyacağı düşünülmektedir.

3. Araştırma bulguları

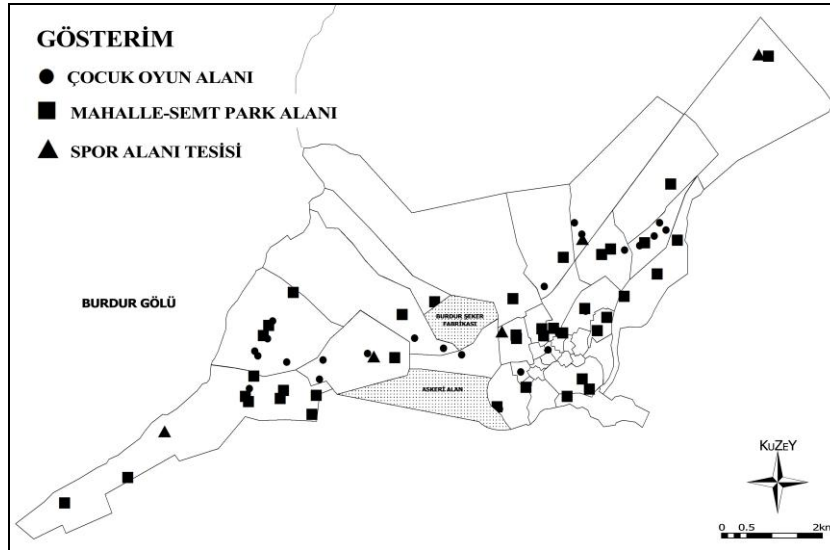
2010 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine göre 70.000’i aşan kentsel nüfusa sahip Burdur kenti, Isparta ve Antalya ile birlikte Göller Yöresinin üç önemli yerleşmesinden biridir. Burdur kentinin mekânsal gelişimi, 1955 yılında Şeker Fabrikasının kurulması ve Askeri Alay’ın kentte yer seçimi ile hızlı bir büyüme sürecine girmiştir. 2006 yılında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi’nin kuruluş aşamasını tamamlaması ise kentsel nüfusun dolayısıyla kentin mekânsal gelişiminin daha da artacağına işaret etmektedir (Şekil 1).

Burdur kentini meydana getiren 35 mahalle düzeyinde yapılan tespit çalışmalarında 3,76 ha çocuk oyun alanı, 17,44 ha mahalle-semt parkı ve 6,97 ha spor tesisi alanı olmak üzere toplam 28,69 ha kentsel yeşil alan belirlenirken; 11 mahallede ise kentsel yeşil kullanımına ayrılan herhangi bir alan bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 2).

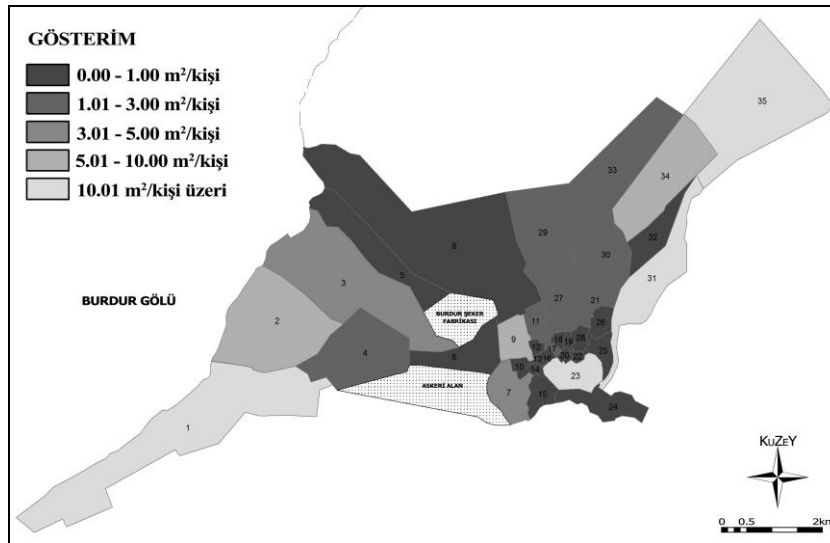
Kişi başına düşen kentsel yeşil alan miktarının mevcut İmar Mevzuatı kapsamında belirlenen asgari 10 m² ve üzerinde olan sadece üç mahalle vardır (Şekil 3). Kent bütününde bir değerlendirme yapılırsa; kişi başına düşen kentsel yeşil alan değeri 4.01 m² olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Avrupa Birliği kentleri karşılaştırıldığında oldukça düşük kalmasının ötesinde; Türkiye kentlerindeki yeşil alan değerlerini düzenleyen İmar Kanunu’nun öngörüsünü de sağlamamaktadır (Çizelge 2).



Şekil 1. Burdur kenti eşik analizi ve mahalle bölümlenmesi



Şekil 2. Kentsel yeşil alanların mekânsal dağılımı



Şekil 3: Kentsel yeşil alanların mahalle düzeyinde mekânsal yeterlilik analizi

Çizelge 2. Burdur kenti mahalle birimleri aktif açık-yeşil alan analizi

Mahalle Adı	Nüfus (kişi)	Mevcut (ha)	Mevcut (m ² /kişi)
<i>Yüksek Yoğunluklu Konut Alanları</i>			
Akın	628	0,00	0,00
Burç	4,839	4,42	9,53
Cemil	2,669	0,24	0,90
Üç dibek	632	0,00	0,00
Zafer	1,366	0,04	0,26
Toplam	10,134	4,70	4,63
<i>Orta Yoğunluklu Konut Alanları</i>			
Bahçelievler	7742	0,71	0,92
Bozkurt	3764	0,34	0,91
Çeşmedamı	468	0,00	0,00
İnönü	381	0,00	0,00
Konak	2785	0,29	1,06
Kuyu	414	0,00	0,00
Pazar	521	0,14	2,72
Recep	343	0,00	0,00
Sakarya	269	0,00	0,00
Sinan	436	0,00	0,00
Şirinevler	4033	0,62	1,53
Yenice	759	0,00	0,00
Yenimahalle	3352	0,50	1,50
Toplam	25,267	2,60	1,02
<i>Düşük Yoğunluklu Konut Alanları</i>			
Armağan İli	2904	1,15	3,97
Atatürk	3792	6,14	16,20
Aydınlıkevler	2281	1,19	5,23
Bağlar	2018	0,12	0,59
Değirmenler	1273	2,10	16,50
Dere	596	0,00	0,00
Emek	5021	1,45	2,89
Fevzi Çakmak	2379	1,40	5,88
Hızırilyas	2510	0,58	2,32
Karasenir	2754	1,36	4,93
Kışla	1653	2,68	16,22
Mehmet Akif	2456	2,40	9,77
Menderes	2520	0,36	1,42
Necatibey	413	0,01	0,34
Özgür	2056	0,31	1,52
Şeker Evler	1540	0,14	0,92
Tepe	872	0,00	0,00
Toplam	37,038	21,39	5,77
Genel Toplam	71611	28,69	4,01

Burdur kenti yeşil alan kullanımları mekânsal büyüklük açısından değerlendirildiğinde, çocuk oyun alanlarının ideal ölçüt olarak kabul edilen 2-4 ha değerlerini sağlamadığı görülmektedir. Nitekim çocuk oyun alanlarının %48'inin 0,1 ha değerinin altında, %37'sinin 0,1-0,2 ha aralığında,

%11'inin ise 0,2-0,4 ha aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Benzer olarak mahalle-semt parkları ve spor alanlarının da ideal büyüklük olarak kabul edilen 8-16 ha ve 4-12 ha ölçütlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Mahalle ve semt parklarının %90'ı 1,00 ha altında yer alırken, %10'u ise 1,01-2,00 ha aralığında yer almaktadır. Spor alanı tesislerinin %50'sinin 0,50-0,60 ha aralığında yer aldığı belirlenirken, %50'sinin de 2,01-4,00 ha aralığında olduğu belirlenmiştir.

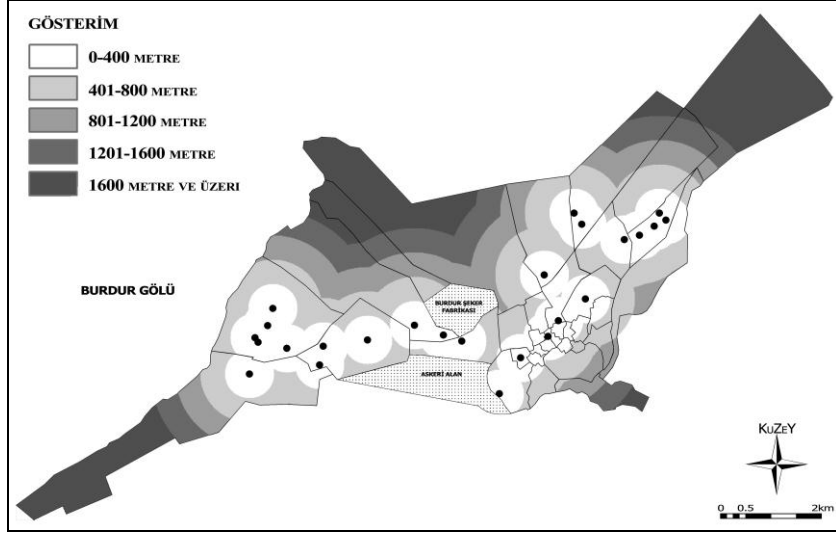
Burdur kenti yeşil alanlarının erişebilirlik göstergesi açısından ele alındığında, kent içerisinde dengesiz dağılım gösterdiğini söylemek mümkündür. Çocuk oyun alanlarının kent merkezinin doğu ve batı bölgelerinde yoğunlaştığı görülürken, kentin çeper bölgelerinin ise bu hizmetten yoksun olduğu dikkatleri çekmektedir. Burdur kenti mahalle alanlarının %75,74'ü çocuk oyun alanları etki alanı dışında kalmasının yanısıra; Kışla, Dere, Değirmenler, Şekerevler ve Necatibey Mahallelerinin erişebilirlik göstergesi açısından en yoksun bölgeler olarak belirlenmiştir. Bu mahalleler için en yakın çocuk oyun alanına olan uzaklık 1,600 metreye ulaşmaktadır (Şekil 4).

Mahalle ve semt parklarının ise mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik olanakları açısından daha yeterli ve erişilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Mahalle alanlarının erişebilirlik göstergesi açısından %29,55'i mahalle-semt parklarının etki alanı dışında kalırken %70,45'i erişebilir düzeydedir. Bununla birlikte Şekerevler Mahallesinin %68,25'i, Bağlar Mahallesinin %66,02'si, Menderes Mahallesinin %63,36'sı, Kışla Mahallesinin ise %56'sı erişilebilirlik açısından en yoksun bölgeler olarak değerlendirilmektedir. Bu mahallelerde en yakın mahalle veya semt parkına olan mesafe 1,600 metre ile 2,000 metre arasında değişmektedir (Şekil 5).

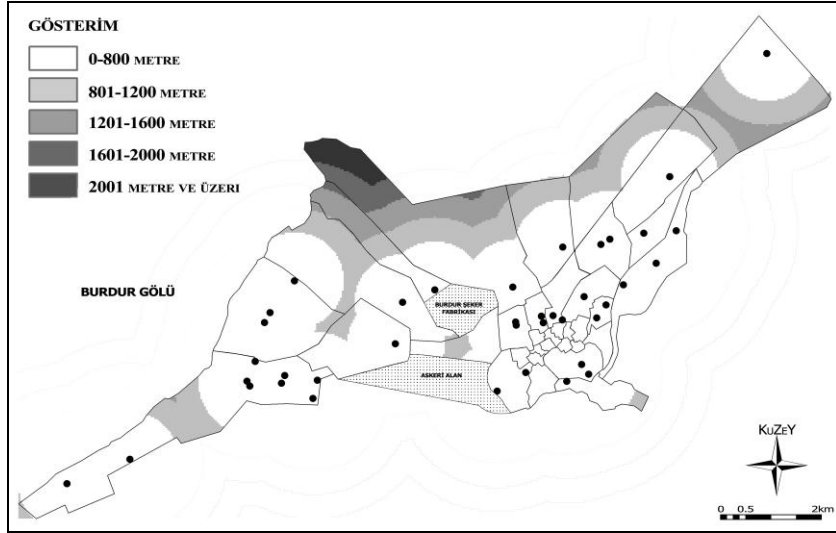
Spor alanı tesisleri erişilebilirlik açısından incelendiğinde; mahallelerin %73'ünün etki alanı dışında yer aldığı görülmektedir. Kent merkezinin güneyinde yer alan mahalleler başta olmak üzere 14 mahallenin kentsel spor aktivite alanlarından yoksun olduğu görülmektedir. Bu mahalleler için en yakın kentsel spor alanı tesisine olan mesafe 1,200 metreye ulaşırken kentin kuzeyindeki Bağlar Mahallesi için bu mesafe 3,000 metreye ulaşmaktadır (Şekil 6).

Çizelge 3: Burdur kenti aktif açık-yeşil alanlarının mekânsal büyüklük dağılımı

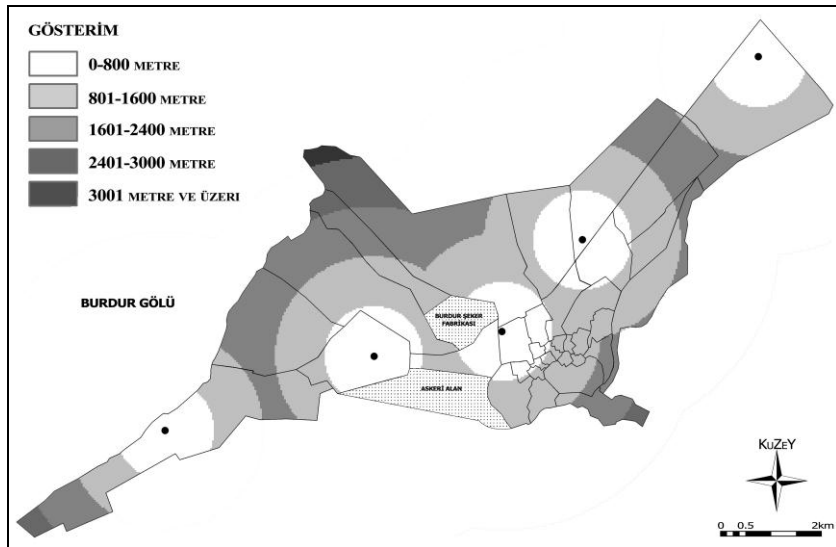
ALAN	< 0,1 ha	0,1-0,2 ha	0,2-0,4 ha	0,4-0,6 ha	0,6-0,8 ha	0,8-1,0 ha	1,0-1,2 ha	1,2-1,6 ha	1,6-2,0 ha	2,0-4,0 ha	> 4,0 ha	Toplam
ÇOCUK OYUN ALANI												
SAYI	13	10	3	-	-	1	-	-	-	-	-	27
ORAN (%)	48,14	37,03	11,11	-	-	3,70	-	-	-	-	-	100,0
MAHALLE – SEMT PARKI												
SAYI	5	14	5	7	-	3	2	-	2	-	-	38
ORAN (%)	13,16	36,84	13,16	18,42	-	7,89	5,26	-	5,26	-	-	100,0
SPOR TESİSİ ALANI												
SAYI	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	4
ORAN (%)	-	-	-	50,00	-	-	-	-	-	50,00	-	100,0



Şekil 4. Çocuk oyun alanı erişebilirlik analizi



Şekil 5. Mahalle-semt park alanları erişebilirlik analizi



Şekil 6. Spor tesis alanları erişebilirlik analizi

4. Tartışma ve sonuç

Bu araştırma ilkesel olarak kentsel yeşil alan yeterlilik durumunun ölçülmesinde kişi başına düşen kentsel yeşil alan değeri ile birlikte yeşil alanların mekânsal büyüklüğü ve erişilebilirlik düzeyini de içermesi gereğine vurgu yapar. Araştırmada mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik göstergeleri kapsamında yapılan bu irdelemeler ve üretilen analitik çözümler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda sıralanmıştır:

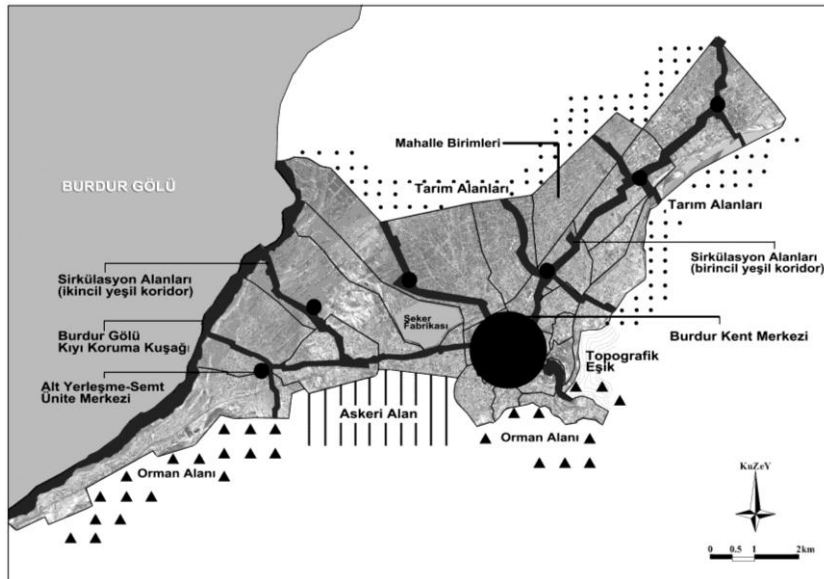
- Burdur kenti yeşil alan varlığının kişi başına düşen değerler açısından Avrupa Birliği kentleri karşılaştırıldığında oldukça düşük kalmasının ötesinde; Türkiye kentlerindeki açık yeşil alan değerlerini düzenleyen İmar Kanunu'nun öngörüsünü de sağlamamaktadır.
- Burdur kenti yeşil alan varlığını oluşturan çocuk oyun alanları, mahalle-semt parkları ve spor tesisi alanları, mekânsal büyüklük açısından ideal ölçüt değerlerinin altındadır.
- Burdur kenti yeşil alan varlığının erişilebilirlik göstergesi açısından kent formu üzerinde dengesiz bir dağılım göstermektedir.

Araştırmada elde edilen bulgular, kentsel yeşil alan kullanımlarını etkin kılacak bir sistem kurgusu ve bu kurguyu oluşturacak plânlama stratejilerinin gereğine işaret etmektedir. Bu çerçevede öncelikli olarak Burdur kenti yeşil alan kullanımlarını, gerek mekânsal yeterlilik gerek erişilebilirlik mesafesi açısından mahalle düzeyinde etkin kılacak yeni bir mekânsal organizasyon kurgulanmalıdır. Nitekim kentsel arazi kullanım deseni içerisinde yeşil alanların etkinliği üzerine odaklanan çalışmalarda; temelde yürüme süresi ve mesafesine dayanan, nüfusu 10-30.000 arasında değişebilen, etrafı yeşil alanlar ile kuşatılmış, sosyal, ekonomik ve kültürel aktivite alanlarını içeren kompakt kent parçaları veya kentsel alt yerleşme ünitelerinden oluşan mekânsal bir organizasyon kurgulandığı görülmektedir (Frey, 1999; Beatley, 2000). Ancak salt bu ilkelere dayalı düzenlemeler, kent bütünü için sistem kurgusundan uzak parçalı/noktasal çözümler üretilmesi ile sonuçlanabilir. Küçük, parçalı ve dağınık bir yeşil alan yapısının ise bakım ve işletme maliyetlerini

arttırmaktan yetersiz bitki dokusu barındırmasına, yaban hayatın gelişimine olanak sağlayamamasından mikroklima etkisi açısından yetersiz kalmasına dek birtakım olumsuzlukları içerdiğini söylemek mümkündür (Westmacott, 1991; Eşbah, 2006). Bu noktada, gerek Burdur kent formunun biçimsel yapısı gerekse bu konu üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde, kent bütünü için ana yeşil koridor ve buna bağlı alt koridorlardan meydana gelen bağlantılı bir kentsel yeşil alan sisteminin öne çıktığı görülür (Şekil 9). Nitekim Jim ve Chen (2006), doğrusal bir yapıya sahip yeşil alanların mikroklima etkisi açısından kente sağlayacağı katkısının yanısıra, belirli bir alan içerisinde daha fazla kişinin erişebileceğini ifade ederken; Westmacott (1991) doğrusal biçimdeki peyzaj yapılarının kentsel doku ile daha fazla etkileşim ve uyum gösterdiğini vurgulamaktadır. Turner (1998) bu kurgunun açık alanların entegrasyonunu sağlayan bir yapı içermesinin yanısıra yürüme izleri ve bisiklet yollarına olanak sağlayan 'yeşil yollar' meydana getirdiğini tanımlarken Özcan (2006) ise kentsel işlev alanlarını ayırıcı veya birleştirici nitelikteki yeşil koridor sisteminin aynı zamanda kent bütünü için ekolojik bağlantı kanalları yaratacağını söylemektedir.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgulara dayalı olarak Burdur kent bütününe dönük doğu-batı yönlerinde olmak üzere kent merkezini de içeren ana yeşil koridor ve alt yerleşme ünitelerini ana yeşil koridor ve dolayısıyla kent merkezine ulaştıran ikincil yeşil koridor yapısı kurgulanmıştır (Şekil 7). Bu sistemin kentsel gelişme dinamikleri açısından esnek ve geliştirilmeye açık olmasının yanısıra; kent merkezi ve konut alanlarını kıyı kullanımları ile bütünleştiren bağlayıcı nitelik taşıdığı düşünülmektedir. Burdur kentinin geleceğine dönük hedeflenen bu kentsel yeşil alan sisteminin tasarım-plânlama ilkeleri;

- Farklı işlevsel yapıya sahip kentsel yeşil alan kullanımlarının mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik açısından kent bütününde dengeli dağılımının sağlanması,
- Kent merkezi, alt yerleşme ünite merkezleri ve Burdur Gölü kıyısını aynı zam-anda bağlayıcı niteliğe sahip bütünleştiren yeşil koridor sisteminin kurgulanması,



Şekil 7. Burdur kenti öneri açık-yeşil alan sistemi

- Yeşil koridor yapısının bağlayıcı niteliğinin güçlendirilmesi için yaya-bisiklet ulaşım seçeneklerine olanak sağlanması,

- Alt yerleşme ünite merkezlerinin sosyal, ekonomik ve kültürel aktivite olanakları ile cazibelerinin artırılması ve birer çekim merkezlerine dönüştürülmesi olarak tanımlanmıştır.

Kentsel yeşil alanların mekânsal yeterlilik ve erişebilirlik ölçütlerine göre yeterliliğini inceleyen bu araştırmanın, Burdur kentinin mahalle düzeyinde yeşil alanlardan faydalanma olanaklarını ve geleceğe dönük kentsel yeşil alan sisteminin tasarım-planlama ilkelerinin belirlenmesine katkı koymasının yanısıra; Türkiye'nin diğer kentlerindeki yeşil alan kullanımlarının etkinliğinin ölçülmesine dönük çalışmalara katkı koyacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aksoy, Y., 2001 İstanbul Kenti Yeşil Alan Durumunun İrdelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniv. Şehir ve Bölge Planlaması A.D., İstanbul.
- Altunkasa, M.F., 2004 Adana'nın Kentsel Gelişim Süreci ve Yeşil Alanlar. Adana Kent Konseyi Çevre Çalışma Grubu Bireysel Raporu, Adana.
- Anonymous, 1987 World Commission on Environment and Development, Our Common Future: The Brundtland Report. Oxford University Press, Oxford.
- Anonymous, 2000 The Urban Audit: Towards the benchmarking of quality of life in European cities. Vol I, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 13, 152-153.
- Antrop, M., 2004 Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning* 67, 9-26.
- Beatley, T., 2000 *Green Urbanism: Learning from European Cities*. Island Press, Washington.
- Çetiner, A., 1991 Şehircilik Çalışmalarında Donatım ilkeleri. İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi. İstanbul.
- Chan, E., Lee, K.L.G., 2008 Critical factors for improving social sustainability of urban renewal projects. *Soc Indic Res* 2008, 85:243-256, Springer.
- Chiesura, A., 2004 The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68, 129-138.
- Doygun, H., İlter, A.A., 2007 Kahramanmaraş Kentinde Mevcut ve Öngörülen Aktif Yeşil Alan Yeterliliğinin İncelenmesi. *Ekoloji* 65, 21-27.
- Eşbah, H., 2006 Aydın'da Kent Parklarının Bazı Ekolojik Kalite Kriterleri Yönünden İrdelenmesi. *Ekoloji* 58, 42-48.
- Frey, H., 1999 *Designing the City: Towards a More Sustainable Urban Form*. E and FN Spon Press, New York.
- Gül, A., Küçük, V., 2001 Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Orman Fak. Dergisi Seri A 2, 27-48.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y., 2006 Impacts of urban environmental elements on residential housing in Guangzhou (China). *Landscape and Urban Planning* 78, 4, 422-434.
- Özcan, K., 2006 Sürdürülebilir Kentsel Gelişimde Açık-Yeşil Alanların Rolü, Kırıkkale, Türkiye Örneği. *Ekoloji* 60, 37-45.
- Thompson, C.W., 2002 Urban open-space in the 21st century. *Landscape and Urban Planning* 60, 59-72.
- Turner, T., 1998 *Landscape Planning and Environmental Impact Design*. UCL. London.
- Van Herzele, A., Wiedemann, T., 2003 A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning* 63, 2, 109-126.
- Westmacott, R., 1991 Scale economics: ecological theory and planning practice in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning* 21, 21-29.

Ankara ili biyoiklimsel konfor analizi

Ali Emrah Gümüş

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara

İletişim yazarı/Corresponding author: aliemrahgumus@hotmail.com, Geliş tarihi/Received: 29.11.2011, Kabul tarihi/Accepted: 02.01.2012

Özet: Son yıllarda enerji kullanımındaki artış sebebiyle yaşanan çevre sorunları ve ekolojik dengenin bozulmasına karşı alınacak bir önlem olarak, enerji ihtiyacının azaltılması ancak iklimle dengeli bir planlama ve tasarım süreci ile mümkündür. Tasarım özellikleri ve kullanılacak malzemelerin seçimi ile yerleşimler için yeni lokasyon seçimlerinde meteorolojik parametreler ve bunların istatistikî yöntemlerle incelenmesi sonucu elde edilecek yeni parametreler büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, çalışma içerisinde iklim elemanlarından sıcaklık ve nem parametreleri incelenmiş, bu parametrelerden biyoiklimsel konfor parametreleri türetilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Ankara örneğinde yapılan çalışmalarda öncelikle 1x1 km çözünürlükte sıcaklık değerleri türetilmiş ve bu değerler haritalandırılmıştır. Türetilen sıcaklık değerleri ile nem değerleri karşılaştırılarak hissedilen sıcaklık değerleri oluşturulmuştur. Hissedilen sıcaklık değerlerinin ölçülen sıcaklık değerlerinden farklılık gösterdiği Haziran; Temmuz; Ağustos ve Eylül aylarına ilişkin hissedilen sıcaklık ve biyoiklimsel konfor haritaları bulgular bölümünde sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Ankara, İklim elemanları, Hissedilen sıcaklık, Biyoiklimsel konfor

Analysis of bioclimatic comfort of Ankara province

Abstract: In recent years, some environmental issues and ecological deterioration appears as a result of increase of energy use. Reducing the need of energy is possible with a design and planning process supported by bioclimatic knowledge. Meteorological parameters and new parameters that obtained with their statistical investigation is very important for design features, selection of materials and new locations to be used for settlements. In this context, the temperature and humidity parameters were examined in the study, from these parameters bioclimatic comfort are derived and the results were evaluated. Case studies in Ankara, temperature values are derived in 1x1 km resolution and these values are mapped. Derived temperature values and humidity values are superposed and sensed temperature values are composed. The results show that derived and measured values are different in June, July, August and September months, so the maps of these months are presented in findings and discussion.

Keywords: Ankara, Climatic parameter, Effective temperature, Bioclimatic comfort

1. Giriş

Peyzaj planlama; yaşamımızla doğrudan ilişkili olan doğanın, ekolojik gücünün araştırılması ve çok uzun süreler içerisinde verimli bir şekilde kullanımının geliştirilmesi için fikirler ve modeller oluşturan bir planlama yöntemidir. Doğal peyzajın saptanmasında ve doğanın ekolojik gücünün ortaya konulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli unsur ise iklim faktörüdür. Planlama ve tasarıma ilişkin en verimli modellerin oluşturulabilmesi ve en doğru kararların alınabilmesi ancak iklime ilişkin ayrıntılı analizlerin yapılması ve bu analizlerin ölçülebilir bir yöntemle değerlendirilmesi ile mümkündür. İklimsel veriler, yeni yerleşim alanlarının seçimi, rekreasyon alanlarının oluşturulması, tarım arazilerinin ve açık-yeşil alanların planlamalarının yapılması, peyzaj tasarımında kullanımların seçilmesi ve yerleştirilmesi süreçlerinde mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapıların, peyzajın, doğal çevrenin ve altyapıların, sürdürülebilir bir geleceğin sürekli olarak elde edilebilmesi için gerekli öğeler olduğu bilinmeli ve planlama-tasarım çalışmalarında en küçük ölçekten kentsel ve bölgesel planlama ölçeğine kadar bütüncül yöntemler kullanılmalıdır. Biçimlerin, geometrinin ve mekânsal stratejilerin dikkatli ve düşünceli şekilde tasarlanması ve aynı zamanda doğru

malzemelerin, donanımların ve işlevsel örgütlenmenin kullanılması, kaynak kullanımı, sera gazlarının salınımı ve bütün olarak olumsuz çevresel etkinin önemli oranda azaltılmasını sağlayabilir.

İklimsel şartların ve bunların canlılara etkilerinin bilinmesi, canlıların yaşamlarını daha iyi şartlar altında sürdürebilmeleri için önemlidir. İnsanların kendilerini rahat ve konforlu hissedebilmeleri sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi meteorolojik parametreler ile radyasyon, giysi şekli ve aktivite türü gibi unsurlara bağlıdır. Hissedilen sıcaklığın konforlu olarak tanımlanan aralıkta olduğu zaman periyodu ne kadar fazla ise insan o yerde kendini daha fazla iyi hissedecektir.

Bu çalışma içerisinde Ankara ili için ayrıntılı meteorolojik ve iklimsel analizler yapılarak sonuçları değerlendirilmiş ve peyzaj planlama ve tasarımı ile ilgilenenler için bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı kullanılarak, enerji kullanımının planlanması, biyoiklimsel olarak konforlu bölgelerin ortaya konması ve diğer dengeleme ve tasarım kısıtlarının oluşturulması gibi, iklimle dengeli planlama ve tasarım kısıtları oluşturulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma içerisinde kullanılan materyaller üç bölüm içerisinde incelenebilir. Öncelikle Ankara ilinin ve yakın çevresinin sayısal ortamda 1x1 km çözünürlüklü yükseklik haritaları oluşturulmuştur. Yükseklik modellemesi SRTM projesi ürünleri ile oluşturulmuştur. Space Radar Topography Mission (SRTM) Amerikan NASA kurumu tarafından yaklaşık 60° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan tüm kara parçalarının sürekli ve yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelini elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiş bir projedir (Farr ve Kobrick, 2000). Bu amaçla geliştirilen uzay mekiği 2000 yılı Şubat ayında fırlatılmış ve yapay açıklıklı radar (SAR) yöntemi ile 11 gün boyunca veri toplamıştır. Bu yöntemde yeryüzüne mikrodalga sinyaller gönderilerek güneşin konumundan, hava koşullarından ve yüzey kontrastından etkilenmeden veri toplamak mümkün olmaktadır. SRTM uzay mekiğinde 60 m açıklıkta monte edilmiş olan ikinci alıcı ile stereo görüntü sağlanmakta ve yükseklikler elde edilmektedir. İkinci olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'ndan Ankara kent merkezinde ve kent merkezine yakın konumda bulunan istasyonların verileri alınmış ve düzenlenerek kullanılmıştır (Anonim 2010). Özellikle yaz aylarında sıcaklık değerlerinin bunaltıcı seviyeye yükseldiği saatleri temsil etmesi açısından 14:00 yerel saatinde ölçülen değerler kullanılmıştır. Sıcaklık değerinin yüksek olduğu zamanlarda hissedilen sıcaklık üzerinde oluşan etki, en çok nem parametresinin değerine göre değişmektedir ve bu nedenle iki parametrenin etkileşimi incelenmiştir. Son olarak elde edilen verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri içerisinde sayısal ortamda işleme çalışmaları yapılmıştır. Veriler ArcGIS 10.1 programı içerisine aktarılmıştır. Bu yazılım içerisinde işlenen verilerden Ankara il sınırları için 1x1 km çözünürlükte sıcaklık haritası, ortalama bağıl nem haritası ile hissedilen sıcaklık haritaları oluşturulmuştur.

Ankara ölçeğinde yapılan bu çalışmada Ankara ili ve yakın çevresine ait meteorolojik istasyonların verileri kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait 17 istasyonun 1980-2009 veri setleri ArcGIS programı içerisinde işlenmiş ve haritalara dönüştürülmüştür.

Araştırmanın yönteminde Sensoy vd. (2009) ile Deniz vd. (2003)'nin çalışmasından yararlanılmıştır.

Deniz vd. (2003) Türkiye'nin nüfus bakımından en yoğun olduğu Marmara bölgesine ait 12 yerleşim merkezinin 1929-1990 yılları "arasındaki (saat 14:00 ölçümü) sıcaklık ve bağıl nem verileri kullanılarak hissedilen sıcaklık analizle yapmıştır. Çalışmada sıcak hava koşullarında (genellikle 21 °C'nin üzerindeki hava

sıcaklıklarında) nemlilik miktarına dayanan hissedilen sıcaklık aşağıdaki şekilde hesaplandığı bildirilmiştir (Steadman, 1979):

$$T_e = - 42.379 + (2.04901523 \times T) + (10.1433127 \times RH) - (0.22475541 \times T \times RH) - (6.83783 \times 10^{-3} \times T^2) - (5.481717 \times 10^{-2} \times RH^2) + (1.22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times RH) + (8.5282 \times 10^{-4} \times T \times RH^2) - (1.99 \times 10^{-6} \times T^2 \times RH^2)$$

Bu eşitlikte;

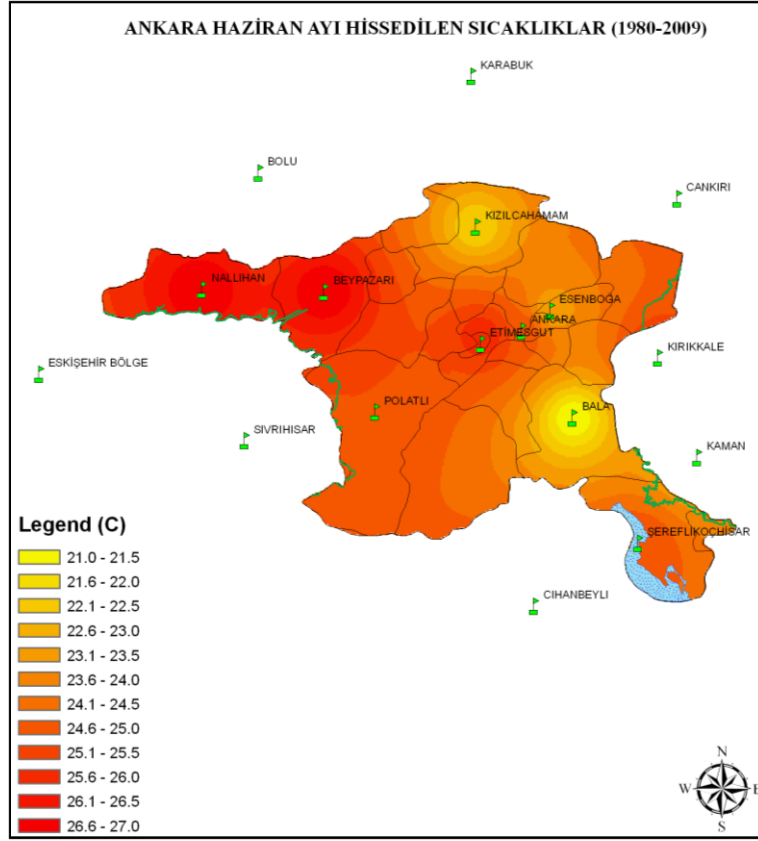
Te: Hissedilen sıcaklık (°F), RH: Bağıl nem (%), T: Sıcaklık (°F)'dir.

Bu eşitlik yardımıyla sıcaklık ve nem değişimine bağlı olarak hissedilen sıcaklık indeks değerleri hesaplanabilir. Hesaplanan değer; 21 ise teorik olarak herkes konforlu bir ortamda, 24 ise yarı yarıya konforlu, 27 ise insanların çoğu konforsuz ve 27'nin üzerinde olduğu durumda ise herkesin konforsuzluk hali söz konusudur.

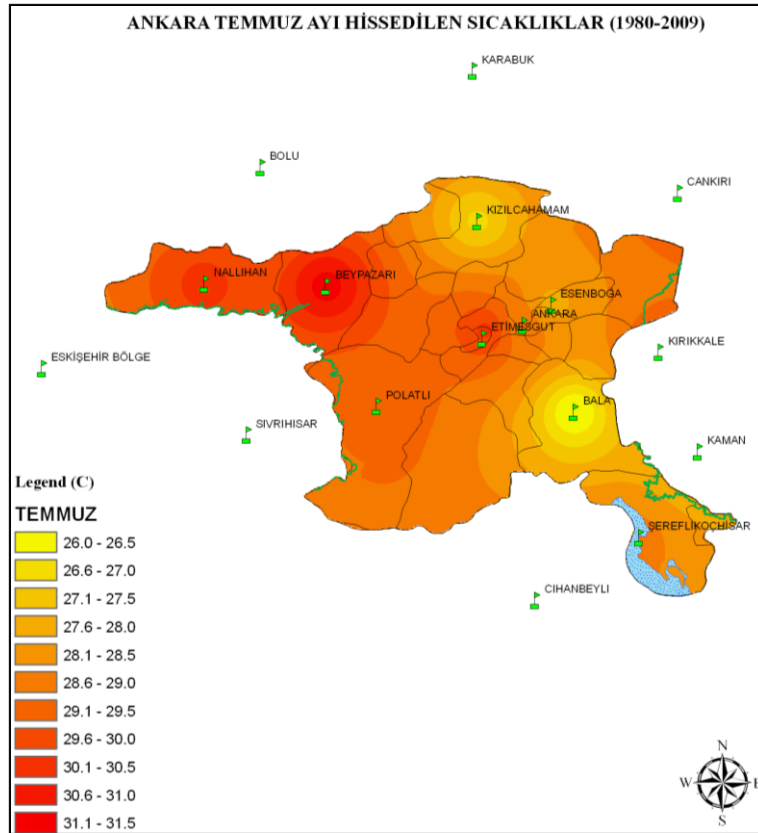
1980-2009 dönemi için kullanılan 14:00 ölçümü sıcaklık ve nem parametrelerinin ortalamaları alınarak yukarıdaki formül ile ay bazında ve yıllık ortalama olarak hissedilen sıcaklık değerlerine çevrilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

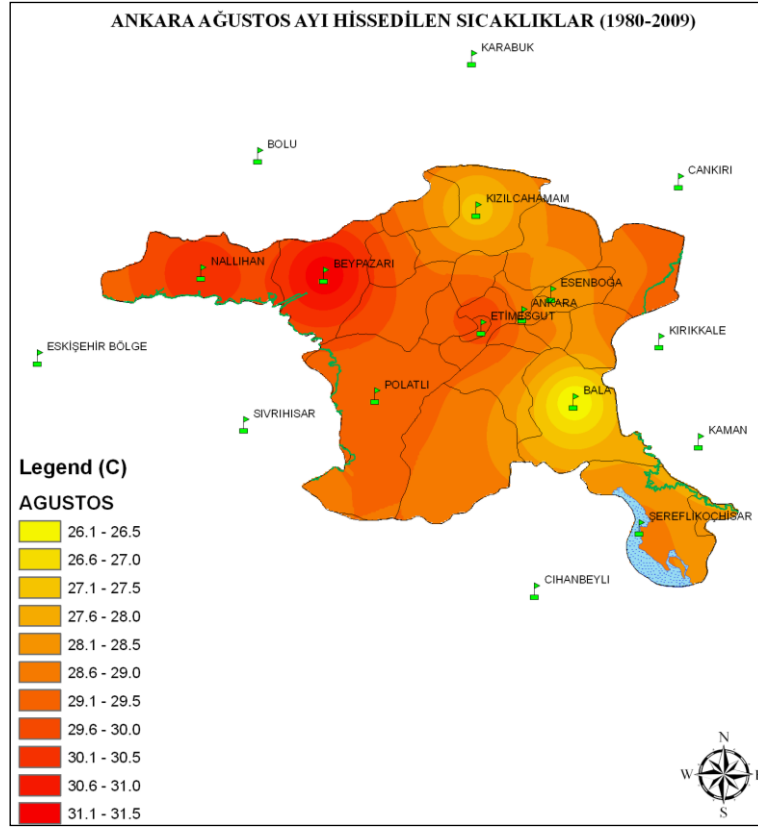
Bu çalışma içerisinde hazırlanan ve Şekil 1-4'de sunulan hissedilen sıcaklık haritaları, yukarıda verilen hissedilen sıcaklık formülünün 1980-2009 arasında Ankara ili ve yakın çevresine ait 17 istasyonun günlük en yüksek sıcaklıklarının gözlemlendiği 14:00 ölçüm değerlerine uygulanması ile hazırlanmıştır. Formülasyona göre (°C) olarak ölçülen değerler (°F)'a çevrilmiş ve son değer olarak tekrar (°C)'a çevrilmiştir. Tüm ayların incelenmesi sonucu hissedilen sıcaklık değerlerinin haziran ile eylül ayları arasında konforu etkileyebilecek düzeyde olduğu tespit edilmiş ve bu aylara ait bulgular sunulmuştur. Aynı zamanda yine 1980-2009 dönemine ait ortalama aylık sıcaklık değerlerinin aylık ortalama nem değerleri ile formüle edilmesiyle türetilen hissedilen sıcaklık değerleri, gece-gündüz sıcaklık dengesinin oluşması sonucu, değerlerin tüm zamanlar için konfor düzeyini etkileyebilecek sınırların altında kalması nedeni ile çalışma içerisinde sunulmamıştır. Gece sıcaklıklarının karasal iklim içerisinde genel olarak düşük seviyede olması, öğle saatlerindeki yüksek sıcaklıkların ortalamasını aşağı çektiği ve özellikle öğle ve öğleden sonraki dönemde hissedilen biyoiklimsel konforsuzluğun tespitini engellediği gözlemlenmiştir. Bu döneme ilişkin hazırlanan ortalama nem ve 1x1 km çözünürlükte hazırlanmış olan ortalama sıcaklık haritaları Şekil 5 ve 6'da verilmiştir.



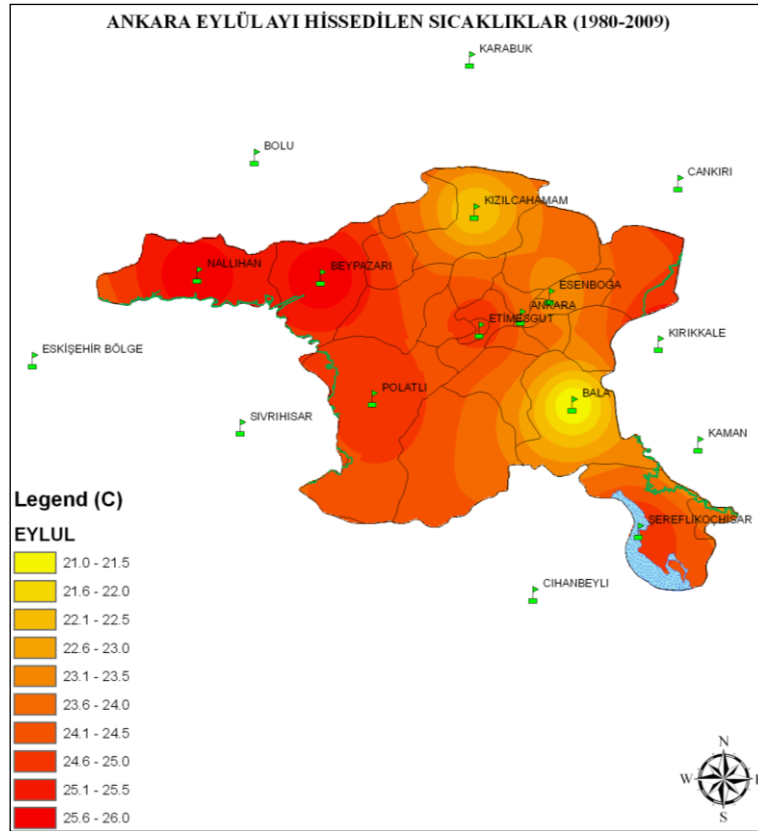
Şekil 1. Ankara ili 1980-2009 Haziran ayı hissedilen sıcaklık haritası



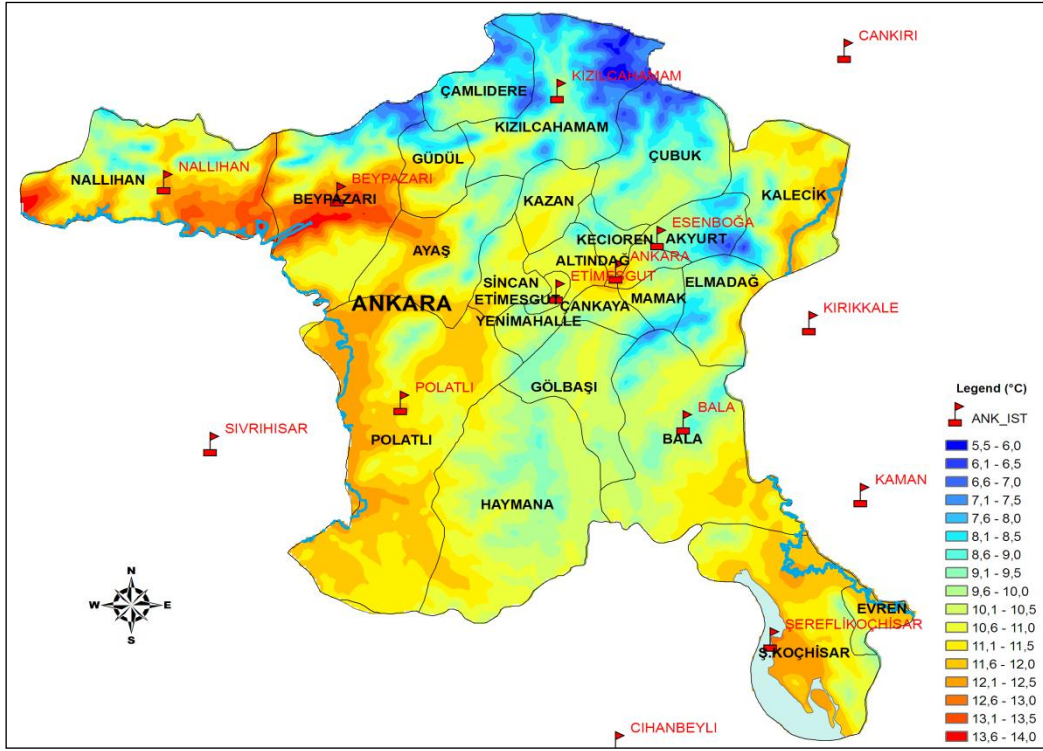
Şekil 2. Ankara ili 1980-2009 Temmuz ayı hissedilen sıcaklık haritası



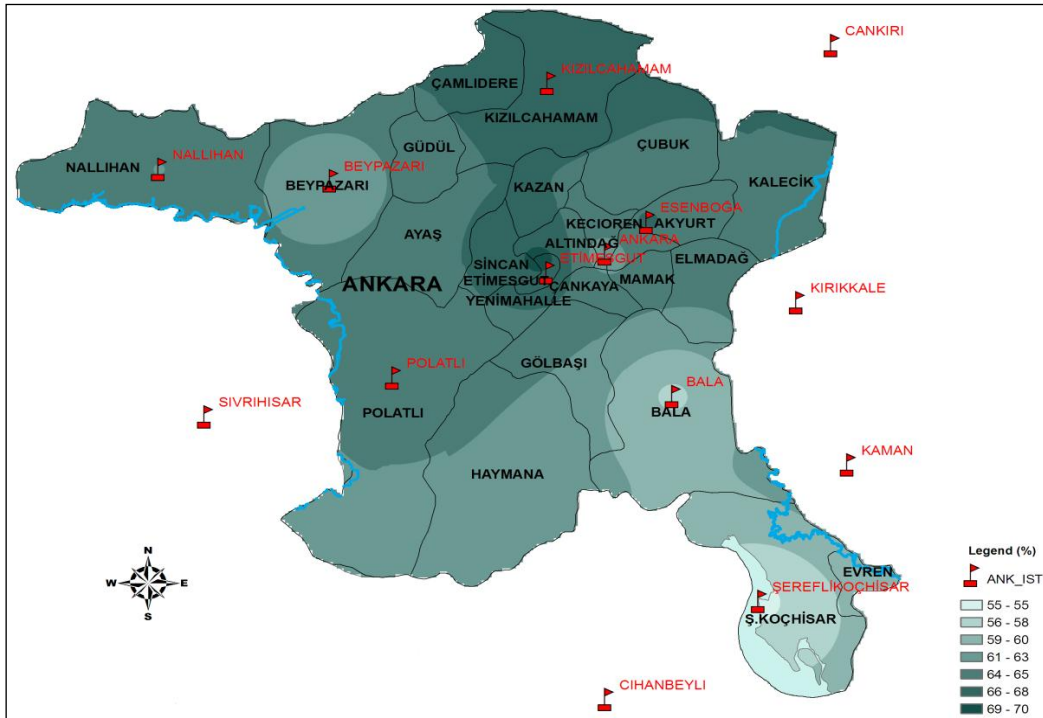
Şekil 3. Ankara ili 1980-2009 Ağustos ayı hissedilen sıcaklık haritası



Şekil 4. Ankara ili 1980-2009 Eylül ayı hissedilen sıcaklık haritası



Şekil 5. Ankara ili 1980-2009 1x1 km çözünürlüklü ortalama sıcaklık haritası



Şekil 6. Ankara ili 1980-2009 ortalama bağıl nem haritası

4. Sonuç

Teknoloji ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi ile artan enerji ihtiyacı, tüm insan ve kurumları enerjisinin daha verimli kullanılabilmesi için araştırmalar yapmaya yöneltmiştir. Gerek dış mekân gerekse iç mekân olarak tanımlanan yaşam alanlarında insanın hem kendini konforlu hissedebileceği şekilde yaşaması hem de bunu minimum düzeyde enerji harcayarak gerçekleştirmesi bu alanda temel yönelim olmuştur.

Tüm kentsel tasarım unsurları içerisinde enerji kullanımı öncelikle düşünülmesi gereken bir unsur olmuştur. Enerji üretimini ve kullanımını etkileyen birincil unsur ise meteorolojik parametrelerdir. Asıl amacın insanın kendisini konforlu ve dolayısı ile rahat ve huzurlu hissedebileceği yaşam alanları oluşturabilmek olduğu tasarım ögesinin sıcaklık, nem vd. parametreler ile ilişkilendirilerek şekillendirilmesi kaçınılmaz olmuştur.

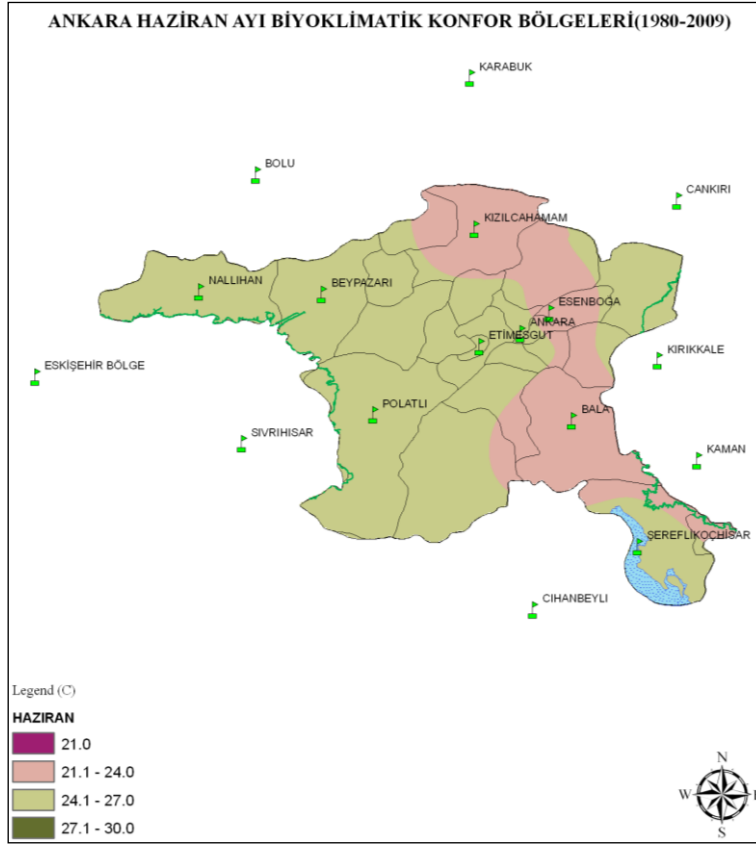
Meteorolojik parametreler tüm mimari ve peyzaj tasarım ile peyzaj ve kentsel planlamayı yönlendirebilecek öneme sahiptir. Yeni bir yerleşim alanı seçiminde gerek meteorolojik parametrelerin tek kullanımı gerekse türetilmiş parametrelerin kullanımı son derece gereklidir. Çalışma içerisinde Ankara il ölçeğinde sunulan 1x1 km çözünürlüklü haritalar, Ankara kent merkezi veya il sınırları içerisinde yapılması planlanan bir uydu kent için kılavuz olabilir. Tüm diğer değişkenler sabit kalmak koşulu ile hissedilen sıcaklık ve biyoiklimsel haritalar kullanılarak insanların kendilerini daha konforlu hissedebilecekleri lokasyonlar yeni yerleşim yerleri olarak tayin edilebilir. Veya mevcut yerleşim yerleri için biyoiklimsel tespitler yapılarak nasıl daha konforlu hale getirilebileceği tartışılabilir. Aynı zamanda insanların yaşam alanlarını uygun iklim şartlarına getirebilmek için ne kadar enerjiye ihtiyacımız olduğunu hesaplayabilmek için bu haritalar kullanılabilir.

Meteorolojik parametrelerin analizi ile elde edilen haritalar, bir takım peyzaj kullanım unsurlarının doğru şekilde planlanması ve tasarlanmasına yardımcı olabilir. Örneğin açık bir alanda yüzme havuzu tasarlarken yıl içerisinde kaç gün verimli olarak kullanılabilmesinin tespiti ancak meteorolojik parametrelerin tespiti ile mümkündür. Kent ölçeğinde sıcaklık değerleri incelenen bir bölgede bu değerlerin istenilen düzeyde çıkmaması açık yerine kapalı bir yüzme havuzunun tasarlanmasına etki edebilir.

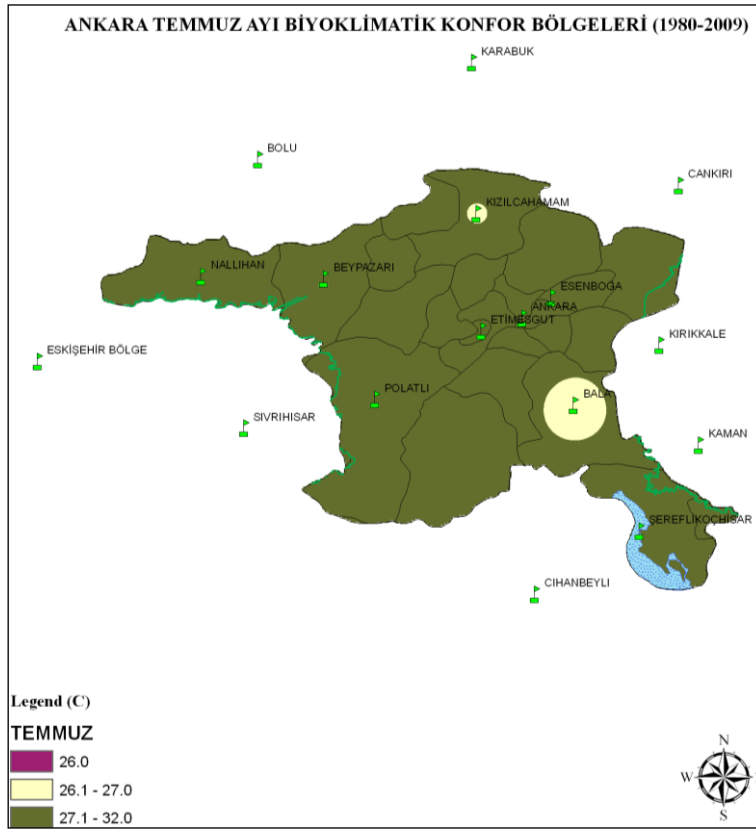
İnsan biyoiklimsel konforu üzerine yapılan çalışmalarda genelde bir bölgeye ait konfor şartlarının yıl içindeki

dağılımları bulunmaya çalışılır. Sonuçta konfor açısından uygun olan dönemlerde, turizm ve rekreasyon gibi dış mekana dayalı insan aktivitelerinin yapılması tavsiye edilir. Dış mekân planlama ve tasarımı en başta peyzaj mimarlığı meslek disiplininin ilgi alanı olduğu için, peyzaj planlaması ve tasarımı yapılacak bir bölgede en azından alanın kullanım yoğunluğunun hangi mevsimlerde yüksek olacağını bilmesi açısından mutlaka alana ait konforlu dönemler bilinmelidir. Konforlu dönemlerin bilinmesinin diğer bir avantajı ise dış mekânlara ait aktivite seçeneklerinin ortaya konulabilmesidir. Bu sayede alan kullanımları da konforlu dönemlere göre şekillendirilebilir. Biyoiklimsel konfor şartları insanın kendi özelliklerine bağlı ve bağlı olmayan çok fazla parametre tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle değişken parametrelerin birinde olan küçük değişimler toplam sonucu çok fazla etkileyebilmektedir. İnsanlara ait özelliklere dışarıdan düzeltme yönünde müdahale etmek imkânsızdır. Bu nedenle, biyoiklimsel konfor şartlarını etkileyen dış faktörler çeşitli tedbirler ve düzeltmelerle kontrol altında tutulabilir. Biyoiklimsel konfor şartları peyzaj mimarlığı planlama ve tasarımlarında uygulanan prensip ve ölçütlerle iyileştirilebilmektedir. Bu plan ve tasarımlarda, alan kullanımlarının dengeli şekilde dağıtılması ve yeterli açık yeşil alanların bırakılması temel amaç olduğu için peyzaj mimarlığı açısından planı ve tasarımı iyi yapılmış olan her alanda biyoiklimsel konfor şartları da bu paralelde iyi olmaktadır. Yeterli ve uygun plantasyonu yapılmış alanlarda bitkilerin gölgeleyici ve nem sağlayıcı etkileri yazın sıcaklık stresini önlerken, kışın yaprak döken bitkiler güneş ışınlarına engel teşkil etmeyerek alanların soğuk stresinden kurtulmasına yardımcı olabilmektedir. Bu ve bunun gibi pek çok önlem ve düzenleme peyzaj planlama ve tasarımlarında dikkate alınmalıdır. Yanlış planlama ve tasarımlarda ise biyoiklimsel konfor şartları son derece olumsuz hallere gelebilmektedir. Doğal şartlar altında sıcaklık veya soğuk stresinin az olduğu alanlar, yoğun yapılaşma ve doğal bitki örtüsünün tahribatı nedeniyle biyoiklimsel konfor açısından uygunsuz hale gelebilmektedirler. Tasarım ve planlamalarda yeterli yeşil alan bırakılmaması ve yoğun alan kullanımı biyoiklimsel konfor yönünden olumsuz durumlardır (Toy ve Yılmaz, 2008).

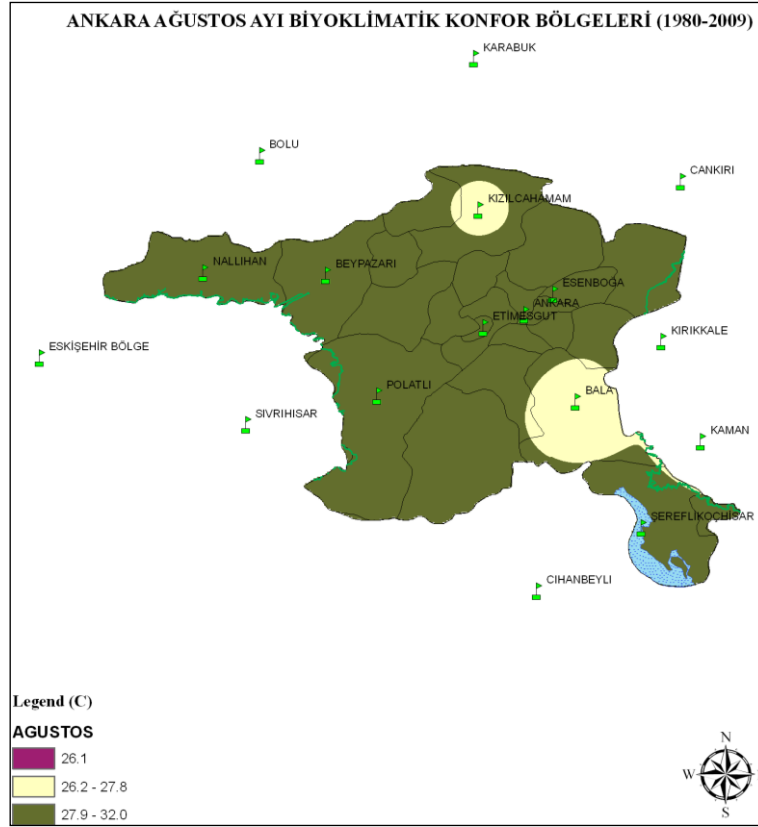
Genel olarak sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu yaz aylarında Ankara il sınırları içerisinde en konforlu bölgelerin Kızılcahamam, Esenboğa ve Bala hattı olduğu biyoiklimsel haritalardan analiz edilebilir (Şekil 7-10).



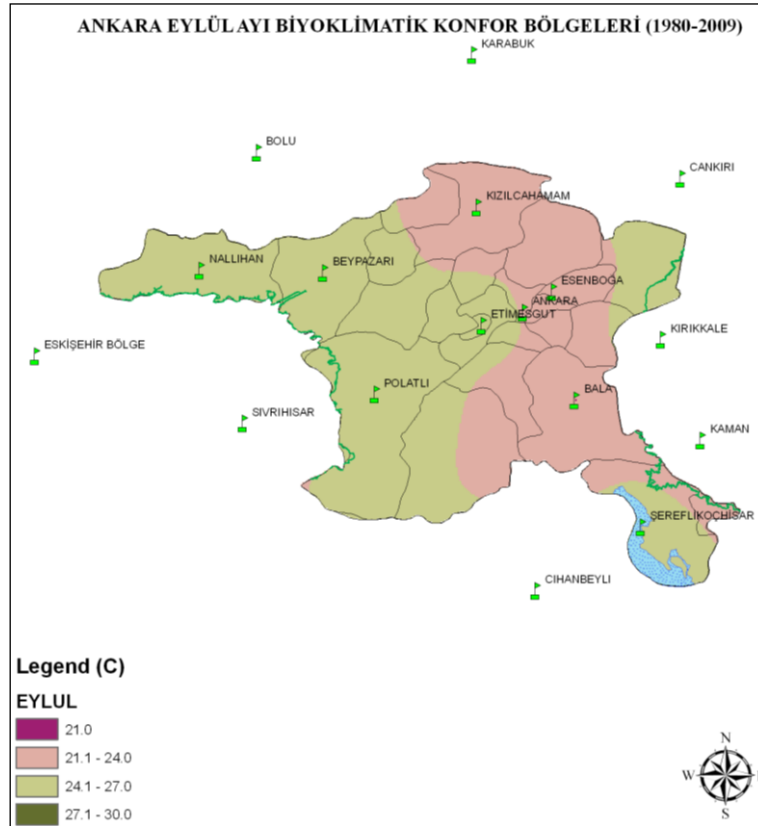
Şekil 7. Ankara ili 1980-2009 Haziran ayı hissedilen sıcaklık değerlerinden elde edilen biyoklimatik konfor haritası



Şekil 8. Ankara ili 1980-2009 Temmuz ayı hissedilen sıcaklık değerlerinden elde edilen biyoklimatik konfor haritası



Şekil 9. Ankara ili 1980-2009 Ağustos ayı hissedilen sıcaklık değerlerinden elde edilen biyoklimatik konfor haritası



Şekil 10. Ankara ili 1980-2009 Eylül ayı hissedilen sıcaklık değerlerinden elde edilen biyoklimatik konfor haritası

Teşekkür

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan "Ankara ili ve yakın çevresi meteorolojik parametrelerinin yerleşimler açısından araştırılması" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Anonim, 2010. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ankara ve Yakın Çevresi Uzun Yıllar Sinoptik ve Klimatolojik Verileri
Deniz, A., Toros, H., Şeylan, L., Şen, O. ve Baloğlu, M. 2003. Marmara Bölgesinde Bunalıcı Sıcaklık Analizi, 3. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, Sayfa 78-84, İstanbul

Farr, T.G., M. Kobrick, 2000. Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data, Amer. Geophys. Union Eos, v. 81, p. 583-585.
Sensoy, S., Ulupınar, Y., Demircan, M., Balta, İ., Taştekin, T. ve Alan, İ., 2009. Klimatolojik Uygulamalarda Arcgis Kullanımı, D.M.İ. Genel Müdürlüğü, Ankara
Steadman, R.G., 1979. The Assessment of Sultriness, Part I: A Temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science. Journal of Applied Meteorology.
Toy, S. ve Yılmaz, S., 2008. Peyzaj Tasarımında Biyoklimatik Konfor ve Yaşam Mekanları İçin Önemi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Ankara

Korunan doğal alanlarda kullanılabilir ziyaretçi yönetim modelleri ve karşılaştırılması

Sibel Akten^{a,*}, Atila Gül^b, Murat Akten^b

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Meslek Yüksekokulu, Eğirdir, Isparta

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

* İletişim yazarı/Corresponding author: sibelakten@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 08.08.2011, Kabul tarihi/Accepted: 26.12.2011

Özet: Günümüzde bilimsel ve teknik anlamda yasa ile koruma altına alınan doğal alanların temel kaynak koruma gerekçeleri özellikle rekreasyon/turizm amaçlarıyla çoğunlukla çelişmekte ve rekabet edememektedir. Böylece söz konusu korunması arzulanan biyolojik çeşitlik başta olmak üzere doğal ve kültürel değerler olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle korunan doğal alanlarda kaynak ve kullanıcı arasındaki hassas olan koruma kullanma dengesinin sağlanabilmesi ve rekreasyonel/turizm potansiyelinin en iyi şekilde değerlendirilmesi için ziyaretçi yönetim planının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle ziyaretçi tesis, hizmet ve etkinliklerin tasarım standartlarının belirlenmesi, sosyal ve fiziksel etkilerdeki değişimlere ilişkin kullanım düzeylerinin ilişkilendirilmesi, kullanım modellerine ilişkin tahminlerin genellenmesi ve talep eğilimlerinin saptanması gibi bilgilere yer verilmelidir. Amerika'da çok sayıda ziyaretçi yönetim modelleri geliştirilmiş, ancak amaç ve yöntemleri açısından farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemiz koşullarına en uygun model (ler) in araştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Korunan doğal alanlar, Ziyaretçi yönetim modeli, Rekreasyon

The comparison of visitor management frameworks in protected natural areas

Abstract: In nowadays, basic protection aims of protected natural areas usually are conflicting to recreation /tourism aims in Turkey. As a result of it effects to all natural and cultural values in protected areas negatively. Therefore, it is needed to visitor management frameworks for providing to protect and use balance, and evaluate of optimal recreational/tourism potential in protected areas. This method has to have some data including determination of visitor's demands, change levels of using to social and physical effects, and standards of designed visitor's services and facilities. Some visitor management frameworks which were developed in United State, differed each to the other in terms of their purposes and process. Therefore, it is needed development or investigation of optimal model(s) in Turkey's conditions.

Keywords: Protected natural areas, Visitor management frameworks, Recreation

1. Giriş

Uluslararası ve ulusal düzeyde uzun yıllara dayalı bilgi ve deneyimler sonucu ortaya çıkan doğa koruma çabaları günümüzde çok yönlü ve bilinçli bir şekilde gerçekleştirilmekte ve uygulanmaya çalışılmaktadır. Doğa koruma düşüncesi, mevcut doğal ve kültürel değerlerin veya niteliklerinin bilimsel, ahlaki, etik, ekolojik, sosyo-ekonomik v.b. nedenlerle olduğu kadar özellikle bu değerlere yönelik insan kullanımı ve etkilerine karşı koruma zorunluluğu şeklinde ortaya çıkmıştır. Genel olarak korunan alan deyince, doğal ekolojik süreçlerin insan müdahaleleriyle zarar görmeden devam etmesini sağlamak, doğal-kültürel kaynakları korumak ve sürdürülebilir bir şekilde kaynaklardan yararlanmak için kurulan, yasal ve yönetsel etkili araçlarla yönetilen, insan-doğal kaynak ilişkilerine belli kural ve sınırlandırmaların getirildiği yerler akla gelmektedir (Kuvan, 2005). Korunan doğal alanlar, risk ve tehlike altındaki tür ve ekosistemlerin, biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayarak dünyadaki ekolojik ilişki ve süreçlerin devam etmesinde yaşamsal rol oynarken kırsal yaşam, rekreasyon-turizm ve eğitim-araştırma gibi sosyal ve ekonomik işlevleri de yerine getirmektedirler.

Son yıllarda insanların doğal alanlardan özellikle rekreasyon/turizm amacıyla yararlanma yoğunluğu, çeşit ve kalitesi konusunda artan talepler önemli bir artış

göstermektedir (Uzun ve Müderrisoğlu, 2010) . Bu durum korunan doğal alanlar üzerinde ve yönetiminde önemli baskılara ve zorluklara yol açmaktadır (Gül ve Akten, 2005). Korunan doğal alanlarda yöneticilerin karşılaştığı en önemli sorunlardan biri, bir yandan doğal ekosistemi korurken bir yandan da rekreasyon/turizm kullanıma imkân hazırlanmasındaki karmaşadır (Kuss ve Grafe, 1985). Bu durum özellikle yoğun rekreasyonel/turizm kullanımının koruma amacıyla çeliştiği alanlarda kaynak değerlerini etkileyen faktörlerin kontrolü ve yönetimi için bir ziyaretçi politikası geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir. Korunan alanların kaynak değerinin korunması ve ziyaretçilerin rekreasyon/turizm faaliyet kalitesinin artırılmasında seçilen yönetim modelinin çok önemli etkileri olduğu birçok çalışmada kanıtlanmıştır (Absher, 1989; Graefe vd., 1990; Manning vd., 1996; Vaske vd., 1993).

Bu çalışmada ziyaretçi yönetim modellerinin genel özellikleri ve kullanım alanları ile ilgili bilgiler verilerek, yöntemin kademeleri, etkenleri, göstergeleri ve standartları, güçlü ve zayıf tarafları ele alınmış ve bu tekniklerin ülkemiz korunan alanları için uygulanabilirliği sorgulanmıştır.

2. Korunan doğal alanlarda ziyaretçi yönetimi ve önemi

Uluslararası Doğa Koruma ve Doğal Hayatı Koruma Birliği (IUCN)'ne göre korunan alanlar, özellikle biyolojik

çeşitliliğin, doğal ve kültürel kaynakların korunmasına ve sürdürülmesine ayrılmış; yasal ya da diğer etkili araçlar yoluyla yönetilen bir arazi ve/veya deniz parçasıdır. Korunan doğal alanların temel amacı, doğal-kültürel ve görsel kaynak değerlerini öncelikli olarak korumak, çevresel koşulları iyileştirmek, bilimsel araştırmalar ve eğitsel etkinlikler gerçekleştirmektir. Ayrıca birey ve toplumun rekreasyon ve turizm ihtiyaçlarının karşılanmasına da imkan vermektir (Gül ve Akten, 2005).

Korunan doğal alanlar, doğada insan sağlığı ve yaşamının garantisi sayılan bitki ve hayvan türlerinin varlığını, yetişme ve yaşama ortamları ile birlikte belli kriterler ışığında korumaktadır. Günümüzde ise korunan alanların ayrılmasında sadece doğal kaynak değerleri değil, aynı zamanda mevcut kültürel ve tarihi mekânlar ve objeler de rol oynamaktadır. Korunan doğal alanlar; doğadaki gen havuzlarını bunların meydana getirdiği biyolojik çeşitliliği güvence altına alır, hayatın temelinin oluşturan doğal çevrimleri ve ekolojik süreçlerin devamına katkıda bulunur, ekolojik değişimlerin takibine imkan sağlayan bilimsel laboratuvar işlevi görür, sürdürülebilir bir yaşamın ihtiyaçlarını karşılama yönünde ekolojik dengeye hizmet eder ve bu arada içinde yaşayan insan topluluklarını ve bunların doğa ile olan geleneksel etkileşimlerinin devamını sağlamak suretiyle ekonomiye kısa, orta ve uzun vadelerde büyük katkıda bulunur, turizm ve rekreasyonel kullanıma imkân sağlar (Gül, 2005). Rekreasyonel açıdan saptanan yüksek potansiyel değerler ve rekreasyon uygunluğu, bitki örtüsünün doğal nitelikleri ve zengin floristik kompozisyonu, yaban hayatının zenginliği ve gelişebilme olanakları, doğal peyzaj tiplerinin çeşitliliği, çok yönlü kullanıma elverişliliği insanları gideceği yerde veya güzergah üzerinde cezbeden, gözle görülebilir kaynaklar ile kişilerin beklenti ve algılarını oluşturan çekici güçler oluşturmaktadır (Pehlivanoğlu, 1987).

Doğal alanlarda rekreasyon/turizm amaçlı kullanımlar sonucu, üst toprağın sıkışması, bitki örtüsünün azalması ve yaban hayatı davranışlarındaki değişimler önemli çevresel sorunlara yol açarken çevre kirliliği, gürültü, orman yangını, gibi pek çok olumsuz etkilere de neden olabilmektedir. Ayrıca söz konusu alanlarda rekreasyonel kullanımının kontrol edilememesi, izlenememesi veya duyarsız kalınması gibi yönetsel yaklaşımlar-da kaynak değerlerinin olumsuz yönde etkilenmesine yol açabilmektedir. Hassas ve özel niteliğe sahip korunan doğal alanlarda bu ilişkinin düzenlenmesi yani rekreasyonel arz ile talebin dengelenmesi ve olumsuz etkilerin minimize edilmesi ancak rekreasyonel taşıma kapasitesi ya da ziyaretçi kapasitesinin bilinmesi, belirlenmesi ve düzenli bir şekilde izlenmesi ile mümkündür. Bir yerde kaynağın çekim gücü ile orayı ziyaret eden veya kullananlar arasında ilişkilerin türü, niteliğine, boyutuna veya yapısal özelliklerine göre taşıma kapasitesi farklı koşullarda, farklı düzeyde etkilenebilmektedir (Gül ve Akten, 2005).

Kapasite, sözlük anlamıyla; “belirli bir şeyin içerebileceği miktar” olarak tanımlanmakta, Taşıma ise; “dayanma, karşılama” anlamına gelmektedir. Buna göre taşıma kapasitesi; karşılama miktarı, ya da dayanma miktarı olarak tanımlanabilir. Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi (RTK) ise, ilk kez 1960’lı yıllar sonrası ABD’de gündeme gelmiş ve ilgi uyandırmıştır. The Outdoor Recreation Resources Review Commission tarafından, dış mekan rekreasyon planı içinde kavram ve değerleri ile ilgili tavsiyeler yapılmıştır (ORRRC, 1962). Wagar, (1964) ilk

olarak bütün bu yönetim modellerinin temeli olan *Taşıma Kapasitesi* kavramını ortaya koymuştur. Wagar (1964)’a göre RTK kavramı, 1. Bir yerin kendine özgü taşıma kapasitesinin önceden tahmin edilmesi veya nitelendirilmesi olarak tanımlamakta ancak kesinlikle bir değer olarak kabul edilmemektedir. 2. TK insanların değer ve ihtiyaçlarına bağlıdır ve sadece o alanın yönetim amaçları ile ilişkilendirilmek suretiyle tanımlanabilir. 3. İhtiyaç duyulan sınırlı kullanım, başka yönetim uygulamaları (Örneğin canlı topluluklarının yönetimi, zonlama, ikna etme gibi) ile azaltılabilir şekilde tanımlanmıştır.

Lime (1976) ye göre, RTK kavramı ziyaretçi sayısı odaklanmasından, rekreasyonel kaynağın nasıl planlanıp yönetileceği konusuna kadar çok geniş bir anlamı içermektedir. Gül ve Akten’e göre (2005) ise, “Herhangi bir rekreasyon kaynağında veya alanda, doğal-kültürel ve estetik kaynak değerlerinin kalitesinde istenmeyen bir bozulma olmayacak şekilde rekreasyonel mekanları kullanacak ve etkinliklerde bulunacak maksimum ziyaretçi sayısıdır” şeklinde ifade etmektedir. Dünya Turizm Örgütü ise taşıma kapasitesini “bölgede ağırlanabilir turist sayısı...” olarak tanımlamıştır (Simon vd., 2004). Taşıma kapasitesi, kaynaklara negatif etki yapmayan, ziyaretçi tatminini düşürmeyen veya yöre toplumu ekonomisi ve kültürü üzerine istenmeyen etkiye neden olmayan maksimum kullanım olarak tanımlanabilir. Taşıma kapasitesi limitlerini sayısallaştırmak güç olmasına rağmen turizm ve rekreasyon planlaması için gereklidir (Avcı, 2007). 1960’ların başından beri korunan alanlar için taşıma kapasitesi ve alan ziyaretçileri/kullanıcılarına yönelik birçok yönetim modeli geliştirilmiştir. Bunlardan başlıcaları; (Wang ve Manning, 1999) Rekreasyonel Olanakların Dağılımı (*Recreational Opportunity Spectrum, ROS*), Kabul Edilebilir Değişim Sınırları (*Limits of Acceptable Change, LAC*), Ziyaretçi Etki Yönetimi (*Visitor Impact Management, VIM*), Ziyaretçi Deneyimini ve Kaynağı Koruma (*Visitor Experience and Resource Protection, VERP*), Taşıma Kapasitesi Değerlendirme Süreci (*Carrying Capacity Assessment Process, C-CAP*), Ziyaretçi Etkinlikleri için Yönetim Süreci (*Management Process for Visitor Activities, VAMP*)dir.

Uygulanabilir ziyaretçi yönetiminin geliştirilmesinde temel oluşturan kullanıcı sayısının saptanması ve kullanım modellerinin belirlenmesi için yapılan gözlem, alana ait bio-fiziksel özelliklerin envanterinin oluşturulması kadar önemlidir (Arnberger ve Hinterberger, 2003). Çünkü sistemli ve sürekli yapılan veri toplama işlemi, kullanıcı-kaynak etkileşiminden doğan etkilerin değişen düzeylerinin zamanında fark edilerek, alternatif planlama modellerinin geliştirilmesini ve böylece doğru tahminlerle, amaç ve hedeflere kısa zamanda ulaşılmasını sağlamaktadır. Özellikle ziyaretçi sayımına ilişkin tekniklere ait güvenilir veri, ziyaretçi akışının modellenerek, “ziyaretçi etki değerlendirme ve doğal kaynak-turizm yönetim politikalarının” geniş ölçekli gelişim süreçlerinde uygulanabilirliğine ait güvenilir bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Aksi halde ne kadar iyi bir ziyaretçi yönetim modeli geliştirilirse geliştirilsin yanlış ve yetersiz bilgi, alınan tüm planlama kararlarını boşa çıkarmaktadır (Cessford ve Muhar, 2003).

Milli parklar gibi rekreasyon/turizm amaçlı kullanılacak korunan doğal alanlarda, kaynak ve kullanıcı arasındaki hassas olan koruma kullanma dengesinin sağlanabilmesi, aynı zamanda var olan rekreasyonel potansiyelinin en iyi şekilde değerlendirilmesi,

ziyaretçi tesis ve hizmetlerinin tasarım standartlarının belirlenmesi, sosyal ve fiziksel etkilerdeki değişimlere ilişkin kullanım düzeylerinin ilişkilendirilmesi, kullanım modellerine ilişkin tahminlerin genellenmesi ve talep eğilimlerinin saptanması zorunludur. Bu ise uzun dönemli ve sistemli bir ziyaretçi gözlem çalışmasını gerektirmektedir (Cessford ve Muhar, 2003).

3. Ziyaretçi yönetim modelleri ve özellikleri

Etkin bir ziyaretçi yönetimi ile kullanıcı deneyimlerinin rekreasyonel kalitesini arttırmanın yanı sıra olumsuz etkileri kontrol etmek amacıyla tasarlanmış sistem yaklaşımları gözden geçirilerek irdelenebilmekte, rekreasyon olanaklarının çeşitliliği ve alan kullanım kararlarının doğruluğu sorgulanabilmektedir (Eagles vd., 2002). Yaygın bilinen ziyaretçi yönetim modelleri olarak; 1-Rekreasyon Fırsat Dağılımı (ROS), 2-Ziyaretçi Etki Yönetimi (VIM), 3-Ziyaretçi Deneyimi ve Kaynak Koruma (VERP), 4-Ziyaretçi Aktivite Yönetim Süreci (VAMP) ve 5-Kabul Edilebilir Değişim Sınırları (LAC) verilebilir.

3.1. Rekreasyon fırsat dağılımı (ROS)

ROS, kıt doğal kaynaklar üzerinde artan rekreasyonel talepleri, taşıma kapasitesi üzerinde aşırı kullanım sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar ve uyumsuzluklarla ilgili sorunların çözümü, yasal mevzuat ve kuralları kapsayacak şekilde "Bureau Alan Yönetimi ve Amerika Orman Servisi" için çalışan araştırmacılar tarafından bütüncül ve çok yönlü doğal kaynak planlama yaklaşımı olarak geliştirilmiştir (Eagles vd., 2002). Bu yöntem, fiziksel, biyolojik, sosyal ve yönetsel ilişkileri destekleyen ve rekreasyonel olanakların yönetimi için bir rehber ve parametreleri belirlemeye yönelik olarak 6 alanla sınıflandırılmıştır (Bell, 2001; Eagles vd., 2002).

1. İlkel alanlar; İnsan etkisinin en az olması gereken alanlar bu sınıftadır. Alanın doğal yapısı nedeniyle, motorlu araca izin verilmemektedir. Günde en fazla altı ziyaretçi bulunabilir. Bu tür alanlarda yönetimin temel amacı doğallığın korunmasıdır.

2. Yarı ilkel motorize olmayan alanlar; İnsan etkisinin ve motorlu araç geçişinin en az düzeyde olduğu alanlardır. Sadece yönetimin belirlediği resmi araç geçişi söz konusudur. Alan yönetimine ilişkin gerekli olan yapılaşmaya sınırlı olarak izin verilmektedir. Planlama amaçları, alanın doğallığını bozmayacak nitelikte olmalıdır. Bu alanlarda ziyaretçilerin doğal alan deneyimleri korunmalıdır. Ziyaretçilerin diğer ziyaretçilerle teması sınırlandırılmalı, ziyaretçilere alanın doğallığından kaynaklanan risklere karşı koruma sağlanmalıdır.

3. Yarı ilkel motorize alanlar; Bu alanların doğal görünümü korunmalıdır. Ancak alanda ziyaretçi ve yönetim etkileri kısmen görünebilir. Bu etkiler mümkün olduğunca gizlenmeye çalışılmalıdır. Motorlu araç geçişine izin verilir ancak sınırlı olmasına ve yönetim tarafından verilecek kararlara uyulmasına özen gösterilmelidir. Alanda altyapı çalışmaları sınırlı tutulmalı, yapılan altyapı çalışmalarının yüksek standartlarda olmaması gerekmektedir. Bu alanlarda amaca uygun olarak doğal kaynakların kullanılmasına izin verilir. Ziyaretçiler alandaki yönetim çalışmalarının farkına varabilirler ama bu gözlenebilen yönetim etkileri çok fazla olmamalıdır.

4. Yolu olan doğal alanlar; Bu alanlarda ziyaretçilerin beklentileri doğala yakın alanlardır. Ziyaretçi ve yönetim etkileri kısmen de olsa gözlemlenebilir. Motorlu araç kullanımına izin verilir. Yapılacak altyapı çalışmaları doğayla uyum içerisinde olmalıdır. Daha önce açıklanan ROS alanlarının ihtiyacını karşılayacak altyapı tesisleri bu alanda bulundurulabilir. Bu alandaki doğal kaynaklar ziyaretçilerin doğal alan deneyim beklentilerini karşılamak amacıyla şekillendirilebilir.

5. Kırsal alanlar; Doğala yakın planlama çalışmaları yapılmalı, alanın doğal kaynakları yönetim amaçlarına uygun olarak kullanılmalıdır. Alan içerisindeki yolların ve aktivitelerin standartları yüksek tutulmalıdır. Ziyaretçiler kendilerini güvende hissetmeleri için yönetim etkilerinin (erkinin) ziyaretçiler tarafından algılanması sağlanarak gerçekleştirilmelidir. Alan içinde motorlu ve motorsuz araç kullanımına izin verilmektedir. Ayrıca atla gezinti, bisiklete binme, golf, yüzmeye, piknik ve diğer dış mekan kırsal rekreasyonel aktivitelerine olanak sağlanmalıdır. Ancak bu aktivitelerin organizasyonu yapılacak bir plana dayandırılmalı, doğaya uyum temel alınmalıdır.

6. Kentsel alanlar; Bu alanlar insan etkilerinin yoğun olarak gözlemlendiği, içerisinde ana yolların olduğu alanlardır. Yoğun ziyaretçi kullanımına olanak sağlar. Yönetsel aktivitelerin hakim olduğu yerlerdir. Bu alanlarda yüzmeye alanları, hayvanat bahçesi, seyircili yarış alanları gibi altyapı isteyen dış mekan rekreasyon alanlarının yanı sıra iç mekan rekreasyon alanları da bulunabilir. Bu alanlar ziyaretçiler için konforlu ve yüksek güvenlikli alanlardır. Bu alanlarda ziyaretçiler için kırsal alan rekreasyon deneyimleri beklentileri bulunmamaktadır (Driver ve Brown, 1978).

ROS yönteminin aşamaları; 1-Ziyaretçi deneyimlerini etkileyen üç perspektifin yani fiziksel, sosyal ve yönetsel bileşenlerin haritalanması ve envanteri, 2- Tamamlanmış analizler; Uygunsuz alanların/mekânların belirlenmesi, Rekreasyon fırsat sınıflamasının tanımlanması, Orman yönetim aktiviteleri ile birleştirilmesi, Uyuşmazlıklar tanımlayarak, çözüm önerileriyle azaltılması, 3- Programlama, 4- Tasarlama, 5- Projelerin uygulanması, 6- İzlemedir.

Faktörler, göstergeler ve standartlar; 7 alansal gösterge belirlenmiştir. Yöneticiler tarafından etki edilebilen deneyimlerin dağılımını kolaylaştırmak için rekreasyon ortamlarının yönünü temsil ederler. Bunlar; 1-Ulaşım, 2- Yakınlık (Mesafe), 3-Görsel karakteristikler, 4-Alan yönetimi, 5-Ziyaretçi yönetimi, 6-Sosyal karşılaşmalar/kaynaşmalar, 7-Ziyaretçi etkileridir. U.S. Orman servisi tarafından her bir gösterge ve her alan sınıfı için Örneğin; mesafenin ana hatları, yakınlık, kapasite açısından kullanıcı yoğunluğu ve istenen yönetsel gözetimlerin derecesi gibi kriterler geliştirilmiştir.

Uygulamaların en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için; Bu süreç, hemen hemen bütün peyzaj planlama çalışmalarında kullanılabilir. Bununla birlikte spektrumun doğallığı, göstergeler ve kriterleri, yönetimin sorumlulukları ve organizasyon kuralları alanın kullanım amacına bağlıdır.

İlişkiler (bağlantılar); Bu yöntemin matriks yaklaşımı, LAC sistemi içine dahil edilmiştir ve VIM ile birlikte kullanılabilir.

Güçlü yanları; Kaynakları koruma, kamusal alanlar için fırsatlar ve şimdiki koşulların karşılanması için organizasyon yeteneği gibi üç perspektifli geliştirilen yönetim için kuvvetli, yöneticilerin prensiplerini içeren pratik bir yöntemdir. Diğer süreçlerle kolaylıkla entegre

edilebilir ve taleplerin karşılanmasında bağlantı kurar. Halk için sağlanan rekreasyon fırsat türlerini garantiye alır. Ayrıca yöntem, rekreasyonel olanakların artırılması ve mevcut ihtiyaçları karşılamak için hareket yeteneği sağlamaktadır.

Zayıf yanları; Rekreasyon fırsat dağılımında kararlar ve seçenekler kesinleştirilmeden önce mutlaka yöneticiler tarafından belirlenen alansal göstergeler ve kriterler kabul edilmelidir. Uyuşmazlıklar, planlama programına etki edecektir. ROS haritaları her bir alan için fiziksel ve biyofiziksel karakteristiklerle ilgili olmayı gerektirir.

3.2. Ziyaretçi etki yönetimi (VIM)

Bu yöntem, sorun koşulları, potansiyel nedensel faktörler ve potansiyel yönetim stratejileri olmak üzere üç temel etki ile ilişkilidir (Eagles vd., 2002)

Yöntemin aşamaları; 1-Yönetsel ilk değerlendirme verilerini gözden geçirmek, 2-Yönetim amaçlarını yeniden gözden geçirmek, 3-Anahtar göstergeleri seçmek, 4-Göstergeleri etkileyen standartları seçmek, 5-Mevcut koşulları ve standartları karşılaştırmak, 6- Etkilerin olası nedenlerini tanımlamak, 7-Yönetim stratejilerini tanımlamak, 8- Uygulama (tamamlama) dır. Etki için uygun seviyeleri ve özel kabul edilebilir sınırları içeren yönetim amaçları üzerinde oluşturulan her bir göstergeler için standartlar tesis edilir.

Uygulamaların en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için; Alanların geniş çeşitliliği içinde uygulanabilen LAC'a benzer esnek bir işlemdir. Bu yöntem, var olan etkilerin ve özellikle sorunların tanımlanması ve değerlendirilmesi için benzer işlemi sağlar.

İlişkiler (bağlantılar); LAC gibi bu yöntem de VERP sistemi ile birleştirilmiştir.

Güçlü yanları; İşlem, bilimsel ve düşünsel etmenlerin dengeli kullanımını sağlar. Bu yöntem, yönetim stratejilerini tanımak için nedensel faktörleri anlamada kuvvetli vurgulara yer verir. Bu işlem aynı zamanda yönetim stratejilerinin sınırlandırılması ve onların değerlendirilmesi için matrisi sağlar.

Zayıf yanları; Bu yöntem ROS gibi gerçekleştirilemez. Potansiyel etkilerin değerlendirilmesinden ziyade etkilerin mevcut durumlarını göstermesi için yapılmıştır.

3.3. Ziyaretçi deneyimi ve kaynak koruma (VERP)

Ziyaretçi deneyimlerinin niteliği ve kaynak niteliği açısından taşıma kapasiteleri ile ilişkilendirilen yeni bir yöntemdir. Bu yöntem, nerede, ne zaman, niçin ve hangi seviyede kullanımın uygun olduğunu tanımlayan, gelecekte arzu edilen kaynak ve sosyal şartları gösteren bir reçete içermektedir (Eagles vd., 2002).

Yöntemin aşamaları; 1-Farklı mesleki disiplinlerden proje grubunun oluşturulması, 2-Kamusal ilişki stratejisinin geliştirilmesi, 3-Park amaçları, önemi ve başlıca yorum konularının geliştirilmesi; Örneğin planlama kuralları ve kısıtlayıcılarının belirlenmesi gibi, 4-Park kaynaklarının analizi ve mevcut ziyaretçi kullanımları, 5-Potansiyel kaynak koşulları ve ziyaretçi tecrübelerinin sıralanması, 6-Park içindeki özel bölgeler için potansiyel zonların oluşturulması, 7-Her zon için belirleyici özel standartlar ve göstergeleri seçmek; Örneğin izleme planlarının geliştirilmesi gibi, 8-Kaynak ve sosyal göstergeleri izleme, 9-Yönetim eylemlerinin oluşturulmasıdır.

Faktörler, göstergeler ve standartlar; Planlama sürecinde aşağıdaki faktörler dikkate alınır. a- Park amaçları, b- Parkın önemi, c- Öncelikli temaları açıklamak, d- Kaynak değerleri, sınırlayıcılar ve hassasiyetler, e- Ziyaretçi deneyimleri için fırsatlar, f- Ziyaretçi kullanımları için kaynağın nitelikleri, g- Yönetim zonlarıdır. Sürecin ilk test edildiği Arches Milli Parkında her zon için ilişkili standartlar kadar, kaynak ve sosyal göstergeler de geliştirilmiştir.

Uygulamaların en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için; Bu analitik tekrarlayıcı yöntem, bir uygulama ile birlikte işletim ve yönetim planının her ikisini bir araya getirebilmeyi sağlar. Yöntemin üzerinde yoğunlaştığı konu, ziyaretçi tecrübeleri ve kaynak değerlerinin niteliğine dayandırılan taşıma kapasitesine uygun stratejik kararlardır. Bu ürün gösterge ve standartlarla birlikte arzu edilen gelecek koşulların belirlendiği yönetim zonlarının öngördüğü bir dizi işlemdir.

İlişkiler (bağlantılar); Bu yöntem LAC ve VIM olarak açıklanan her iki yönetime belirli bir biçimde atıfta bulunur. ROS ya da VAMP'dan oluşturulduğu söylenemez. VERP, VAMP ve ROS'un temel süreçlerine benzer fakat LAC bileşeni (bir parçası) gibi görünür.

Güçlü yanları: VERP, park amaçlarını ve politikalarını ifade etmek suretiyle rehber görevi üstlenen ve proje takımının yeteneklerine göre hazırlanan düşünce yöntemidir. VERP, anlam ve hassasiyet yorumlanmasının kullanımı ile kaynak analizi için rehber olur ve ziyaretçi olanak analizi, ziyaretçi deneyimlerinin tanımlanan önemli bileşenlerinin yorumlanmasına kılavuzluk eder. Zonlama, yönetim için ilgi odağıdır.

Zayıf yanları: Farklı çevreler için pilot yaklaşımlara ihtiyaç duyar. Yönetim eylemleri rehberinde bilgi temini için yeterli izlemeye yönelik istek ve yetenek test edilmek zorundadır.

3.4. Ziyaretçi aktivite yönetim süreci (VAMP)

Bu yöntem, Kanada Park Yönetimi (Parks Canada, National Parks Directorate) tarafından doğal kaynaklar yönetim sürecine bir eş süreç olarak oluşturulmuştur. Bu süreç, yeni parklarda veya geliştirilecek ve tesis edilmiş mevcut parklarda yönetim ve planlama için yol gösterici olarak düşünülmüştür (Eagles vd., 2002).

Yöntemin aşamaları; Bu yöntem, yönetim programı içindeki kararların hiyerarşisine dayanan bir modeldir. Yönetim plan kararları, parkların sahip olduğu özelliklere dayanarak uygun eğitsel ve rekreasyonel etkinlikler arasından, ziyaretçiler için fırsatlar yaratarak ve bu fırsatlar arasından en uygununu seçme yoluyla bağlantı kurar. Her etkinlik için karar vermeyi destekleyici servisler ve yönetme ile ilgili kararlar oluşturulur. VAMP'ın temel prensipleri; 1-İlkeler ve uygulama politikaları kılavuzu, 2-Yönetim planı kılavuzu, 3-Ziyaretçi etkinlik kavramı kılavuzudur.

Yönetim planı sürecinin genel adımları; 1-Proje dönemi için referansların oluşturulması, 2-Mevcut park amaçlarının ve hedeflerinin onaylanması, 3-Potansiyel ziyaretçi eğitsel ve rekreasyonel fırsatlar, mevcut ziyaretçi etkinlikleri ve servisler, bölgesel durumu, alansal ve park ekosistemini tanımlayan veritabanının organize edilmesi, 4-Parkın özel sektör ve bölge için rolü, uygun ziyaretçi etkinlikleri, kaynak kapasitesi ve uygunluğu gibi konuları tanımlamak için mevcut durumun analiz edilmesi, 5-Servis rehberin düzeyleri, ziyaretçi satış segmentleri, bölgesel ve özel

sektörün rolü olarak desteklenen deneyimler, söz konusu alanlar için alternatif ziyaretçi etkinlik konseptlerinin geliştirilmesi, 6-Özel sektörün rolü, bölgesel ilişkiler, yönetim hedefleri ve ilkeleri, parkın amaç ve rolünü içeren park yönetim planının oluşturulması, 7-Parkın korunması ve park servis planı için önceliklerin konulması ve uygulanmasıdır.

Faktörler, göstergeler ve standartlar; 1-Ziyaretçi etkinlik profilleri; Çeşit, nicelik, çeşitlilik, konum (mevki), Deneyimler/yararları araştırmak, Alanda gerçekleştirilecek seyahatin bütün devrelerinde ihtiyaç duyulan hizmet ve tesislerin desteklenmesi, 2-İlgi gruplarının profili, 3-Kaynak değerleri, baskılar ve duyarlılıklar, 4-Mevcut yasalar, yönetmelikler ve planlar, 5-Seyahat süresinin bütün aşamalarında tesis ve hizmetlerin mevcut sunumu, 6-Bölgesel etkinlik ve hizmetin sunulması, 7-Sunulan hizmetlerle ilgili memnuniyettir.

Uygulamaların en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için; VAMP temel konsepti, ROS'un prensiplerini içerir. Temelde LAC, VERP ve VIM'in prensiplerini kolaylıkla içerebilir olmasından dolayı yararlı olacaktır. Doğal kaynakların yönetim işlemini kesin etkileyecek olan sorulara çok sayıda izin verilerek fırsatların değerlendirilmesi özellikle bu yöntemin odak noktasını oluşturmaktadır.

İlişkiler (bağlantılar); Ayrıntılı bu işlem, Parkın Yönetim Planlama Programı içinde ziyaretçiler için fırsatların yönetimi ve yeni fırsatların yaratılması için kapsamlı bir temel sağlar.

Güçlü yanlar; Kapsamlı karar üretim süreci, bir hiyerarşiye dayanır. Bu fırsat ve etkilerin analizi için gerekli düzenlenmiş fikirlerden yarar sağlar. Süreç ziyaretçi fırsatlarına odaklanmış pazarlama ile sosyal bilimlerin prensiplerini kombine eder.

Zayıf yanlar; VAMP, hizmet planlama düzeyinde iyi geliştirilmesine rağmen, "tecrübe için fırsatlar" tanımının yönetim planları ya da zonlama içine inşa edilmediği için çoğunlukla yönetim planlama düzeyinde sahip olması gereken etkiye henüz sahip değildir.

3.5. Kabul edilebilir değişim sınırları (LAC)

Rekreasyon etkilerinin yönetimiyle ilgili yanıtların bulunması amacıyla Amerikan Orman Servisi (US Forest Service) tarafından araştırmalar sonucu olarak geliştirilmiştir. Bu işlem, doğal ve sosyal kaynakların kabul edilebilirlik sınırlarını belirleyecek ölçülebilir parametreler, mevcut durumla kabul edilen standartların ilişkilerinin analizleri, uygun yönetim aktivitesi ve geri bilgilendirme aşamalarından oluşmaktadır (Stankey vd., 1985). Bu temel bileşenler yönetim modeli çalışmasında dokuz kademeye ayrılmaktadır.

Yöntemin aşamaları; (Eagles vd., 2002)

1. Alanın mevcut durumu ve sorunları ortaya konulur; alanın tanımlanması ve yönetim amaçlarının belirlenmesi için temel bilgiler elde edilir.
2. Alan içi ve alanlar arası çeşitliliğin sağlanması ve sürdürülmesi için, alanın sağladığı olanaklara göre sınıflara ayrımı yapılır.
3. Alanın kaynak ve sosyal durumunu ortaya koyacak göstergelerin neler olacağı belirlenir; Bu bölümde envanter oluşturmaya yol gösterecek özel değişkenler tanımlanır, yönetim kararlarının nasıl ve nerede gerekli olduğu konusunda belirleyici bir temel oluşturulur.

4. Kaynağın ve sosyal yapının envanteri yapılır; Bu bölümde anlamlı standartların oluşturulmasına yardımcı olan koşulları bilmek, değişik kullanım olanaklarının yerlerine karar vermede yardımcı olur.

5. Alanın kaynak ve sosyal durum standartlarının ortaya koyulması; Bu bölümün amacı, kabul edilebilir olarak belirlenen standartlarla mevcut durumu kıyaslayarak, nerede ve hangi yönetim kararlarının gerekli olduğu konusunda değerlendirme yöntemleri oluşturmaktır.

6. Alanın alternatif kullanım olanaklarına göre bölümlere ayrılması; Korunan alanın farklı bölümlerinde hangi doğal ve sosyal kaynakların sunulacağı belirlenmesi ve sunulan alternatiflerin ziyaretçiler tarafından değerlendirilmesi amaçlanır.

7. Her alternatif kullanım için yönetim kararı almak; her alternatifin uygulanmasının maliyetlerini ölçmek ve buna göre yönetim programı seçilir.

8. Bir alternatifin değerlendirilip seçilmesi; Alternatif kullanımlara uygun alanların belirlenerek uygulamaların yapılması ve bu uygulamalar için uygun yönetim programlarının seçilmesi.

9. Yönetimin uygulanması ve izleme koşulları; Seçilmiş hedeflere ulaşmak için yönetim programını uygulamak ve periyodik olarak yönetim programı ile ilgili izleme yapılarak geri beslemenin gerçekleştirilmesidir (Stankey vd., 1985; Eagles vd., 2002).

Uygulamaların en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için; Bu süreç, özellikle yabanıl alanlar içinde sosyal koşullar ve kaynakların ayrılmasında en iyi kararı verebilmek için etkin bir araçtır. Bu yöntem, turizm gelişim alanlarında, tarihi alanlar, yabanıl alanlar ve manzaralı nehirler için uygulanabilir (Eagles vd., 2002). Alanın standart belirleyicileri; 1-Yolların durumu ve ulaşılabilirlik, 2-Rekreasyonel kullanım alanlarının durumu, 3-Su kalitesi, 4-Hava kalitesi, 5-Yaban hayatı popülasyonu, 6-Tehlikeli türler, 7-Sakinlik, 8-Ziyaretçilerin birbirlerine etkileri, 9-Kullanımların birbirlerine etkileri, 10-Gürültüdür.

İlişkiler (bağlantılar); Bu işlem, analiz ve sentez yöntemleri ile ROS'un konseptleri temel alınmış olanak sınıflarını içermektedir.

Güçlü yanları; Son ürün, ekolojik ve sosyal koşulları izlemek için kullanılacak değişiklik göstergeleri ile her fırsat alanları için tanımlanmış kabul edilebilir değişiklikler temel alınan bir taktiksel ve stratejik plandır. Alanın sunduğu olanaklara göre ayrılan her sınıf için stratejik ve taktiksel bir yönetim planı oluşturur. Bu plan oluşturulurken her sınıftan elde edilen sosyal ve ekolojik veriler kullanılır.

Zayıf yanlar; Bu işlem, veri toplama ve analizlere yol gösteren konu ve içeriklere odaklanır. Stratejik ve taktiksel yönetim bugüne ait olmayan konu ya da içeriklerin yönetim konularında sağlanamayabilir.

3.6. Ziyaretçi yönetim modellerinin arasındaki ilişkiler ve karşılaştırılması

Bütün bu yöntemler aslında standart ve benzer bir planlama süreçlerini içermektedir. Bunlar; Kaynak tarama (referans), veri tabanının geliştirilmesi, durum analizi, sentez, hedefler, alternatifler, nihai plan ve uygulamadır. Her bir yaklaşım aynı süreçleri içermesine rağmen aslında envanter ve analiz süreçlerinden yönetim konsepti geliştirilmesine (stratejik kararlar) kadar ihtiyaç duyulan kararlar ve onların değişen dereceleri kapsamında ve

sonrasında uygulanan işlemler (taktik kararlar) açısından birbirlerinden ayırt edilebilmektedir.

Mevcut ziyaretçi yönetim yaklaşımlarının temelini 1978 yıllarında ortaya çıkan ROS yaklaşımı oluşturmaktadır. Bununla birlikte ROS, VIM ve VAMP kapsamlı planlama yaklaşımıdır (Payne ve Graham 1993). LAC aslında rasyonel ve kapsamlı veya konuyu aynı yönde ele alan (sinoptik) planlama süreci olarak geliştirilmiştir. Son yıllarda geliştirilmiş olan VERP (Hof, 1993) yöntemi de buna ilave edilebilir.

Her bir model, bir önceki yaklaşımların uygulanması ve geliştirilmesinden sağlanan tecrübelerle başarılı bir şekilde oluşturulmuştur (Şekil 1). Örneğin ROS'un bileşenlerini onu izleyen diğer yaklaşımların her biri içine yerleştirmek mümkündür. LAC, fırsat sınıflarının belirlenmesini gerektirirken VAMP ve VERP ise her ulusal park için kullandığı yönetim zonlarının belirlenmesinde kullanılabilmektedir. Daha sonra VIM, 1980'li yılların sonlarında geniş bir literatür incelemesinden sonra özellikle VAMP, LAC ve ROS'un bileşenlerini içerecek şekilde geliştirilmiştir (Kuss vd., 1990).

Beş model yaklaşımı, faktörler, indikatörler ve standartların önem derecesi ve kullandıkları dil yönünden önemli farklılık göstermektedirler. Bu farklılıklar, izlenen analiz ve araştırma türüne göre sorulan sorulardaki çeşitliliği yansıtmaktadır. Stankey ve McCool (1990) faktörler, indikatörler ve standartlar arasında bir ayırım yapmıştır.

Faktörler; bir ya da birden fazla indikatörle belirlenen faktörün tüm durumlarını yansıtan (örneğin yol koşulları gibi) sonuç ya da ilişkilerin genel bölümleridir. İndikatörler (Göstergeler); tek başına ya da çoklu ve birbirinden farklı verilerin kombinasyonu içinde her olası grup ya da faktörlerin durumlarının belirlendiği özel değişkenlerdir (örneğin toprağın sıkışması gibi). Göstergeler, bir olguyu temsil edici değer, çalışmalarda gözlenmesidir. Genelde göstergeler, çoklu ve birbirinden farklı verilerin toplanması yoluyla bilgiyi sınıflandırmaktadır. Sonuçta elde edilen bilgi ise, sentez bilgi olmaktadır. Kısacası göstergeler, karmaşık olguları açığa çıkarmaya yardımcı olan bilgileri basite indirmektedir. Standartlar; özel durumlara karşı bir temel sağlayan kabul edilebilir ya da edilemeyen kararlar yönünde tahmin edilebilen göstergelerin ölçülebilir yönüdür (Stankey ve McCool, 1990).

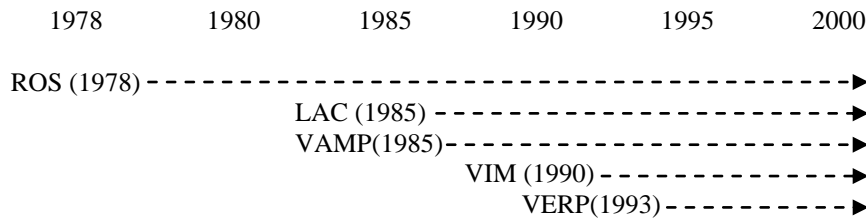
VAMP ve VERP planlama ve yönetimin stratejik düzeyindeki faktörlerin geniş bir şekilde sıralanması ve önceliği konusunda büyük benzerliklere sahiptir. Alanda stratejik kararların geliştirilmesi indikatör ve standartlar için temel teşkil etmekte ve bu modeller standart ve indikatörler konusunda farklılıklar gösterebilmektedir. VERP yaklaşımında kaynak ve sosyal indikatörler birlikte

tanımlanmaktadır. Bununla birlikte bütün sosyal indikatörler topluluğun seviyesi ile ilişkilidir (USDI, 1995). VAMP, ziyaretçilerin perspektifinden ve doğal kaynak yönetimi ile kaynak faktörleri, standartlar ve indikatörleri işaret eden çevresel etki değerlendirme işlemleri tarafından tamamlanan sosyal indikatörleri ve standartları (örneğin hizmet seviyesi) vurgulamaktadır. VAMP doğal kaynak yönetimi ve çevresel etki değerlendirmesi yönetimi yaklaşım aşamaları; araştırma faktörleri (kaynak faktörleri), standartlar ve indikatörleri işaret etmektedir. Bu sürecin uygulama sonuçları yönetim planı boyunca entegre edilebilmektedir.

LAC ve VIM, sürecin başlangıcında sorun ve faktörleri teşhis ettikten sonra yönetim hedeflerini tanımlamakta, sorun ve yönetim hedeflerini, standartlar ve indikatörlerin seçimini yönlendirebilmektedir. Bu soruna yönelik çözüm yaklaşımı, dikkate alınan faktörlerin sınırlı bir oranda kullanılmasına neden olabilmektedir. Bu yöntemlerde faktörlerin değişimi dikkate alınmakta ve uygun indikatörlerin ve standartların seçimi ile birlikte izleme sürecinde önemlilik arz etmektedir. Graefe vd. (1990)'a göre VIM etki koşullarının olası nedenlerini tanımlamada belirgin adımlar içerir. LAC ise fırsat sınıflarını (fırsat türleri) tanımlanmasında ve gelişen alternatif sınıf yerleşiminde büyük öneme sahiptir.

ROS, aslında LAC ve VIM arasında yer almaktadır. Rekreasyon fırsatlarının desteklenmesi için stratejik kararlara katkıda bulunan fiziksel, sosyal ve yönetsel faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Bununla birlikte indikatörler diğer modellerden daha farklı kullanılmaktadır. ROS'un standart ve indikatörlerin kullanımında yönetim hareketlerinin etkisini belirleme, etkileri tanımlama, izlemeyi destekleme, rekreasyon fırsatları oluşturma gibi aşamalar bulunmaktadır (USDA, 1981 ve 1990). ROS'un kullanımından önce kabul edilen bu aşamalar, planlama süresi boyunca taktiksel kararlarda hareket tarzı ile ilgili bir rehber olarak kullanılmaktadır.

Bütün bu modellerin yerinde kullanımı, şartlara göre sorulan sorulara bağlıdır. ROS, VERP ve VAMP daha çok geniş kapsamlı ve bütüncüldür. Bu modeller özellikle korunan alanlarda insan kullanımının yönetimi için özellikle genel bir idarenin oluşturulmasında yararlı olabilecektir. VIM ve LAC öncelikle sorun çözümüne ve daha dar veya küçük alanların kullanımına yöneliktir. ROS, VERP ve VAMP direkt olarak doğal ve kültürel kaynakların yorumlanmasına odaklanmaktadır. Oysa LAC ve VIM dikkate değer bir yorum için yani doğal ve kültürel kaynakların korunması için bilinçli yönetsel kararlara ihtiyaç duymaktadır (Pugh, 1990).



Şekil 1. Ziyaretçi yönetim yaklaşımlarının tarihsel süreci

ROS farklı alanların değişiminde büyük alanlar veya bölgesel planlamalar için farklı düzenlemelerin bir türü olarak kabul edilmektedir (Driver, 1990). ROS, açık hava rekreasyon olanaklarına yönelik arz ve talepler konusunda bütüncül bilgilerin planlamanın diğer formlarına (örneğin alan ve kaynak planlaması) birleştirilmesi için tasarlanmıştır. ROS yönteminin temel amacı ziyaretçilerin rekreasyonel memnuniyetini sağlamaktır. Ayrıca ROS, rekreasyon olanaklarının hazırlıklarında yönetim kararlarının etkilerinin tahmin edilmesi için kullanılabilir. ROS yönteminde gözlem ve sosyal veriler yeterli olabilmektedir. Bununla birlikte ROS 'un konsept ve ilkeleri hemen hemen bütün peyzaj planlama çalışmalarında uygulanabilmektedir.

VIM, özel mekan sorunlarının çözülmesi için duyarlıdır ve daha uygundur. Ayrıca VIM rekreasyon taşıma kapasitesi literatürlerinin yaygın bir şekilde gözden geçirilmesi ile oluşturulmuştur (Kuss vd., 1990). VIM ziyaretçi etkilerinin kalitesi (denetim kalitesi) ve çevredeki rekreasyon etkileri için üç temel konuya işaret etmektedir; 1-Problemin tanımlanması ve koşulları, 2-Problemin oluşmasındaki potansiyel faktörler, 3-Problemin çözümü için potansiyel yönetim stratejileri

VIM, rekreasyon etkileri hakkında bugüne kadar var olan bilimsel bulguların sağlamış olduğu etki koşullarının belirlenen olası nedenlerinin tanımlanması üzerinde durmaktadır. LAC, özellikle yabanıl alan yönetimi için uygulanan ROS modelinin bir uzantısıdır fakat rekreasyon amaçlı her doğal alan kullanımı için uygulanabilir özelliktedir (Graefe vd., 1990). LAC konsepti, teşhis edilebilen değişimin boyutu ve uygun miktarını içeren bir çerçevedir. LAC'ın temel amacı ise kaynaktan bozulmadan maksimum fayda sağlamaktır. Ayrıca etkinlikler için değişimler standartları aştığı zaman harekete geçmek için yöneticileri uyurabilmektedir (Stankey ve McCool, 1990). LAC, kabul edilebilir değişimlerin belirlenmesi, planlama yaklaşımında belirli faktörlerin tanımlanması için iyi bir araçtır. LAC, kabul edilemeyen (beklenmeyen) etkilerin tanımlanması için izleme, standartlar ve indikatörlerin kullanımına bağlıdır. LAC aslında sayısal ziyaretçi kapasitesine yardımcı olabilecek kaliteli standartlar düzenlenerek yöneticilere yol gösterebilecek izleme tabanlı bir yaklaşımdır. (Örneğin mil başına yürüyüş yollarındaki rastlanabilecek en uygun ziyaretçi sayısı gibi.) Bu yaklaşımın gerekli bileşeni, seçilen göstergelerin mevcut koşullarını ölçmek, azalan ve kabul edilemeyen koşulların neden olabilecek insan kullanımlarının miktarı ve mevcut tiplerini ölçmek için yeterli bilimselliği ve yönetsel uygulama izleme programının olmasıdır. Sonraki aşamada ise aşırı giden koşullar bir yerde zorunlu olarak standartları oluşturarak koşulların azalmasına neden olan kullanım seviyesi ve tipleri, ziyaretçi kapasitesinin tespit edilmesi yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır (Haas, 2001). LAC yönteminde gözlem, sosyal ve ekolojik verilere gereksinim vardır ve problemin sebebine odaklanmaktan ziyade problemin erken belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu nedenle de LAC yöntemi, ROS yöntemine göre daha fazla zamana ve uzmana gereksinim duymaktadır.

VERP, VAMP ve bahsedilen diğer modellerden elde edilen tecrübeler üzerine inşa edilmiş ve bugüne kadar Amerika'daki bazı Milli Parklarda uygulanmıştır. İlk uygulama alanı; ziyaretçi etkileri için ziyaretçi kullanımları hakkında sağlıklı kararlar alınabilmesi, ziyaretçi taşıma kapasitesinin belirlenmesi konusunda ulusal park planıcıları

ve yöneticilerine yardım etmesi için genel yönetim planına karşılık Arches Ulusal Parkta yapılmıştır (USDI, 1995).

VAMP Kanada'nın parklarında var olan planlama modellerine karşı geliştirilmiştir. VAMP'ın ilişkili olduğu prensipler geniş korunan alanlardan özel tesislere kadar yönetim koşullarına bağlı olarak kolayca uygulanabilmektedir. Alana özgü aktiviteler sayesinde eğlenceli deneyimler için ziyaretçilerin gerekli olduğuna odaklanmaktadır. VAMP özellikle, tesis ve hizmetlerin niteliği, niceliği ve niceliği belirlenmiş tarihi alanlarda pazar hedefleri, pazar pozisyonu, uygun eğitim ve rekreasyonel aktiviteler hakkında stratejik ve taktiksel kararların uygulanmasında yararlıdır (Parks Canada 1985, 1988, 1991).

VERP, benzer eleman ve tekniklerinin çoğunu içermesi ile özellikle LAC ve VIM'den söz eder veya gönderme yapmaktadır. VERP, park idaresinin sürekli ziyaretçi kullanımlarını yönetebileceği kapsamlı strateji ve farkındalığa sahiptir. Ayrıca VAMP'ın temel kavramlarının yansımaları olarak kaynakları aynı yolla yönetmektedir (USDI, 1995).

VAMP bununla birlikte, servis ve tesislerin niteliği ve niceliği, türü, ziyaretçi profillerini öneren koşullar altında uygun ziyaretçi aktivitelerinin seçimi arasından başarılı milli park deneyimlerinde kılavuzluk yapan faktörler üzerinde çok fazla vurgu yapmaktadır. VAMP konseptinin temeli, ROS modelinin dört talep seviyesi (yani aktiviteler, ortam niteliği, tecrübe fırsatları ve yararlar için talepleri içermektedir) üzerinde tesis edilmiştir (Driver ve Brown, 1978). VAMP aynı zamanda VIM, LAC ve VERP'nin prensiplerinin çoğu ile kolayca entegre edilebilecek bir özelliğe sahiptir.

Mevcut ziyaretçi yönetim yaklaşımların ortak özellikleri şu şekilde özetlenebilir;

- Farklı disiplinlerden proje takımının oluşturulması,
- İnsan ve neden olduğu değişimi içeren yönetim üzerinde odaklanılması,
- Güvenilir doğal ve sosyal bilimler bilgisine ihtiyaç duyması,
- Resmî ya da resmî olmayan verilerin toplanması ve zamanla yenilenmesi,
- Açık, ölçülebilir yönetim hedeflerinin oluşturulması,
- Bir yere değer veren biyolojik, sosyal ve yönetsel koşulların kombinasyonu ile oluşan ortamdaki rekreasyon olanaklarının tanımlanması (Clark ve Stankey, 1990),
- Aktiviteler, ortamlar, deneyimler ve yararlar arasındaki ilişki ve talep hiyerarşisine sahip olması (Driver ve Brown, 1978),
- Rekreasyon kullanımı için tahmin edilebilir çevresel veya davranışsal tepkilerin tek olmadığı konusundaki farkındalığa sahip olması (Graefe, 1990),
- Kullanıcı yoğunluğu ile doğrusal ilişkileri sergilemeyen çoğu etkilerin farkına varması ve mevcut faktörlerin çeşitliliği dikkate alınması (Graefe, 1990),
- Rekreasyon ve eğitsel olanaklarda çeşitliliği sağlamanın önemli olduğunun farkına varılması,
- Rekreasyon ortamın elementleri üzerine odaklanması çünkü yöneticileri kolaylıkla etkileyebilen rekreasyon olanaklarının bileşenlerinin var olması,
- Doğrudan ya da dolaylı olarak yönetim stratejilerinin sıralanması (Graefe vd., 1990), özellikle spektrum boyunca zonlama veya peyzaj sınıflandırmasının yapılması,
- Sürekli izleme ve değerlendirmenin yapılmasıdır.

4. Sonuç ve öneriler

Hassas ve özel niteliğe sahip korunan doğal alanlarda, rekreasyon ve turizm alanlarını genişletip gelirlerini arttırırken, doğal çevre ve kaynakların maksimum düzeyde korunması gerekliliği de kabul edilmelidir. Çünkü sektörün uzun vadedeki sürekliliği, doğal kaynakların korunmuşluğuna ve bu alanların usulüne uygun olarak koruma amaçlarını gerçekleştirecek şekilde yönetilmesine bağlıdır. Bunun için de uygun yönetim kadrolarının oluşturulması, yönetim programlarının kullanılması, koruma alanının kaynak değerlerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve koruma faktörünü canlı tutacak şekilde önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Bu önlemlerin başında uygun ziyaretçi yönetim modellerinin geliştirilmesi, korunması gereken alanlarda zamana ve mekâna göre zonlamanın yapılması, ziyaretçi kullanım özelliklerinin belirlenmesi ve turizm ile elde edilen ekonomik kazançların korunan alan yönetim amaçlarını gerçekleştirme yönünde kullanılması gibi önlemlerle korunan alanların sürekliliğinin sağlanması söz konusu olabilecektir.

Korunan doğal alanlarda ziyaretçi kapasitesi kararları, rekreasyonel olanakların ve rekreasyonel kaynak değerlerinin korunması ve ortaya çıkarılması ile ilişkili çok amaçlı kullanımı için bir araçtır. Bu amaçla alandaki her bir rekreasyonel mekan ve etkinlikler için taşıma kapasite kararların etkin bir araç olabilmesi için sürekliliğin sağlanması büyük önem taşımaktadır (Gül ve Akten, 2005).

Ülkemizde korunan doğal alanların planlanması farklı Kurumlar bünyesinde ve ilgili yasa ve yönetmeliklere göre yapılmaktadır. Ancak yapılan bu planlarda (uzun devreli gelişim planları, koruma amaçlı imar planları gibi) alanların taşıma kapasitesi veya ziyaretçi yönetimi ile ilgili konulara yer verilmemektedir. Korunan doğal alanları sertifikalandıran ve Uluslararası bağımsız bir kuruluş olan PAN Parks, özellikle ziyaretçi yönetim planlarının yapılmasını da zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki korunan doğal alanlar için ziyaretçi yönetim planlarının yapılması büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak karşılaştırılan ziyaretçi yönetim modellerinin amaç ve çerçevesi, Amerika ve Avrupa ülkelerinin koşullarına göre belirlenmiş ve uygulama alanları bulmuştur. Ancak bu modellerin ülkemiz açısından istenilen sonucu vereceği kesinlikle beklenmemelidir. Bu nedenle ülkemiz koşullarına göre söz konusu modellerin bir kombinasyonunu oluşturmak suretiyle araştırılması ve ülkemize özel yeni yaklaşımların belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Ülkemiz koşullarında korunan doğal alanlarda Kabul Edilebilir Değişim Sınırları (LAC) yöntemi aslında mevcut ve belirli faktörlerin tanımlanması için iyi bir araçtır. LAC, kabul edilemeyen (beklenmeyen) etkilerin tanımlanması için izleme, standartlar ve indikatörlerin kullanımına bağlıdır. Eğer korunan doğal alanlarda etkin ve bütüncül bir planlama ve yönetim organizasyonu oluşturulması halinde LAC aslında sayısal ziyaretçi kapasitesine yardımcı olabilecek kaliteli standartlar düzenlenerek yöneticilere yol gösterebilecek izleme tabanlı bir yaklaşım olmasından dolayı rahatlıkla ülkemiz koşullarında kullanımı mümkündür.

Kaynaklar

- Absher, J. 1989. Aplying the Limits of Acceptable Change Model to National Park Service Wilderness: An Example from Cumberland Island National Seashore. Proceedings of the 1988 Southeastern Recreation Conference, 143-152.
- Arnberger, A. and Hinterberger B. 2003. Visitor Monitoring Methods for Managing Public use Pressures in the Danube Floodplains National Park, Austria. Journal for Nature Conservation 11, 260-267.
- Avcı, N. 2007. Turizmde Taşıma Kapasitesinin Önemi. Ege Akademik Bakış 7(2), İzmir, S:493-509.
- Bell, S. 2001. Design for outdoor recreation. Spon Press, London, 217 pp.
- Cessford, G. and Muhar, A. 2003. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas, Journal for Nature Conservation 11, 240-250.
- Clark, R.N., Stankey, S. 1990. The Recreation Opportunity Spectrum: A Framework for Planning, Management and Research. In: Graham, R.; Lawrence, R., eds. Towards serving visitors and managing our resources—proceedings of a North American workshop on visitor management in parks and protected areas. Waterloo, ON: University of Waterloo: 127-156.
- Driver, B., Brown, P. 1978. The opportunity spectrum and behavioural information in outdoor recreation resource supply inventories: a rationale. In: Gyde, H. Lund and others, tech. coords. Integrated inventories and renewable natural resources: proceedings of the workshop. Gen. Tech. Rep. RM-55. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 24-31.
- Driver, B. 1990. Recreation Opportunity Spectrum: basic concepts and use in land management planning. In: Graham, R.; Lawrence, R., eds. Towards serving visitors and managing our resources—proceedings of a North American workshop on visitor management in parks and protected areas. Waterloo, ON: University of Waterloo: 159-183 p.
- Eagles, P.F.J., McCool, S.F., and Haynes, C.D. 2002. Tourism in National Parks and Protected Areas: Planning and Management, USA. 167-172 p.
- Graefe, A. 1990. Visitor Impact Management. In: Graham, R.; Lawrence, R., eds. Towards serving visitors and managing our resources—proceedings of a North American workshop on visitor management in parks and protected areas. Waterloo, ON: University of Waterloo: 213-234 p.
- Graefe, A.R., Kuss, F.R. and Vaske, J.J. 1990. Visitor Impact Management: The Planning Framework. National Parks and Conservation Association, Washington, DC, 156 p.
- Gül, A., 2005. Korunan Doğal Alanların Planlama Sorunları ve Ekolojik Yönetim Planı Önerisi. Çevre ve Orman Bakanlığı 1. Çevre ve Ormanlık Şurası Tebliği, Ankara, s:1421-1429.
- Gül, A., Akten, M. 2005. Korunan Doğal Alanlarda Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi ve Kavramsal Yaklaşımlar. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu 8- 10 Eylül Isparta, s:485-494.
- Gül, A., Özalın, O. 2007. Türkiye'deki Korunan Doğal Alanlarda Ekoturizm Amaçlı Ekolojik Planlama Yaklaşımı. Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, 27-28 Nisan Antalya, s:194-203.
- Haas, G.E. 2001. A Reframing of Visitor Capacity - Park Capacity National Recreation and Park Association Washington, D.C. 68 p.
- Hof, M., 1993. VERP: A Process for Addressing Visitor Carrying Capacity in The National Park System (working draft). Denver, CO: National Park Service, Denver Service Center.
- Kuss, R.F., Grafe, A.R. 1985. Effects of Recreation Trampling on Natural Area Vegetation. J. Leisure Res. 17, 165-183 p.
- Kuss, F.R., Graefe, A.R., Vaske, J.J. 1990. Visitor impact management: a review of research. Washington, DC: National Parks and Conservation Association. 256 p.

- Kuvan, Y. 2005. Korunan Alan Yönetiminde Etkinliğin Önemi ve Değerlendirilmesi. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu 8- 10 Eylül Isparta, s:81-89.
- Lime, D.W. 1976. Principles of recreational carrying capacity. In: Proceedings of southern states recreation research applications workshop. General Technical Report SE-9. U.S. Department of Agriculture, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, NC: 122-134 p.
- Manning, R., Lime, D. and Hof, M. 1996. Social Carrying Capacity of Natural Areas: Theory and Application in the US National Parks. *Natural Areas Journal*. 16: 118-127 p.
- ORRRC (Outdoor Recreation Resources Review Commission), 1962. *Outdoor Recreation for America*. Washington, D.C.: US GPO.
- Parks Canada, 1985. *Management Process for Visitor Activities*. Ottawa, ON: National Parks Directorate, Visitor Activities Branch. 76 p.
- Parks Canada, 1988. *Getting started: A Guide to Park Service Planning*. Ottawa, ON: Parks Canada, National Parks Directorate, Visitor Activities Branch. 128 p.
- Parks Canada, 1991. *Visitor Activity Concept*. Ottawa, ON: Parks Canada, Program Headquarters, VAMP Technical Group. 16 p.
- Payne, R.J., Graham, R. 1993. *Visitor Planning and Management in Parks and Protected Areas*. In: Deardon, P.; Rollins, R., eds. *Parks and protected areas in Canada: planning and management*. Toronto, ON: Oxford University Press: 185-210 p.
- Pehlivanoğlu, M. 1987. *Belgrad Ormanının Rekreasyon Potansiyeli ve Planlama İlkelerinin Tespiti*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s:288. İstanbul.
- Pugh, D. 1990. *Decision Frameworks and Interpretation*. In: Graham, R.; Lawrence, R., eds. *Towards serving visitors and managing our resources—proceedings of a North American workshop on visitor management in parks and protected areas*. Waterloo, ON: University of Waterloo: 355-356.
- Simon, F. J.G., Narangajavana, Y. and Marques, D. 2004. *Carrying Capacity in the Tourism Industry: A Case Study of Hengistbury Head*. *Tourism Management*, Vol 25, Is 2 April, 275-283 p.
- Stankey, G., Cole, D., Lucas, R., Peterson, M. and Frissell, S. 1985. *The Limits of Acceptable Change (LAC) System for Wilderness Planning*. USDA, GTR, INT-176 p.
- Stankey, G. and McCool, S. 1990. *Managing for Appropriate Wilderness Conditions: the carrying capacity issue*. In: Hendee, J. C.; Stankey, G. H.; Lucas, R. C. *Wilderness Management (2d ed.)* Golden, CO: Fulcrum Press: 215-239.
- U.S.D.A. 1981. *ROS user's guide*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 37 p.
- U.S.D.A. 1990. *ROS primer and field guide*. Department of Agriculture, Forest Service. Government Printing Office. 794-499. 10 p.
- U.S.D.I. 1995. *Department of the Interior, National Park Service. Denver Service Centre. Visitor experience and resource protection implementation plan: Arches Utah National Park*. Denver, CO: National Park Service, Denver Service Centre. 72 p.
- Uzun, S. ve Müderrisoğlu, H., 2010. *Kırsal rekreasyon alanlarında kullanıcı memnuniyeti: Bolu Gölcük Ormanı Dinlenme Yeri Örneği*. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2010, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 67-82.
- Vaske, J., Donnelly, M. and Shelby, B. 1993. *Establishing Management Standards: Selected Examples of the Normative Approach Environmental Management*. 17:629-643 p.
- Wagar, J.A. 1964. *The Carrying Capacity of Wild Lands for Recreation*. Forest Science Monograph 7 Washington, D.C.: Society of American Foresters USA.
- Wang, B. and Manning, R.E. 1999. *Computer simulation modeling for recreation management: A study on carriage road use in Acadia National Park, Maine, USA*. *Environmental Management* Vol.23, No:2, 193-203p.

Ormanlık alanlarda toprak sıkışması sorunu

Bülent Turgut

Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Artvin

İletişim yazarı/Corresponding author: bturgut@artvin.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 31.10.2010, Kabul tarihi/Accepted: 11.01.2012

Özet: Toprak sıkışması ormanlık alanlarda yaygın olarak görülen bir degradasyon sürecidir. Toprak sisteminin doğal durumdaki strüktürel yapısının, yağış veya mekaniksel dış kuvvetlerin etkisi altında bozulması ve toprak parçacıklarının daha sıkı bir şekilde yeniden dizilmesi toprak sıkışması olarak tanımlanabilir. Sıkışma sonucunda toprağın hacim ağırlığı başta olmak üzere birçok fiziksel özelliği bu durumdan olumsuz etkilenmekte ve toprak-bitki-su ilişkileri bu süreçten olumsuz şekilde etkilenmektedir. Sıkışma, çoğunlukla yoğun olarak kullanılan rekreasyon alanlarında, yerleşim sahalarında, orman istihsal alanlarında, meyve bahçelerinde, tarımsal ormancılık yapılan yerlerde ve fidanlıklarda görülmektedir. Sıkışma doğal olarak oluşabildiği gibi toprak işleme aletleri, ağır makineler, tekerlek trafiği, hayvanlar tarafından çiğnenme ve yangınlar gibi dış etkenler yoluyla da oluşabilmektedir. Toprak sıkışması, bitkisel üretim ortamının fiziksel ve hidrolojik özelliklerinde olumsuzluklara yol açtığı gibi, bitkilerde fizyolojik bozulmalara neden olabilmekte, bitkide büyüme hormonlarının dengesinde ve miktarında değişikliklere yol açabilmekte ve besin elementi alımını da sınırlandırabilmektedir. Bu çalışmada orman örtüsü altındaki topraklarda görülen sıkışma sorununun nedenleri, toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile bitkilerin fizyolojisinde ortaya çıkardığı olumsuzluklar değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Toprak sıkışması, Kütle yoğunluğu, Orman, Toprak

Soil compaction in forest soils

Abstract: Soil compaction is a widespread degradation process in forest sites. Soil degradation occurring on the structural formation of a natural soil system by rainfall or mechanical outer forces generally results in soil particles to be rearranged tighter than its previous status. In this case, soil compaction -defined as the increase in bulk density of soil- develops with negative effects on soil-plant-water relations. With the compaction, the density of soil increases while the porosity rate decreases, creating a harder formation in soil and consequently lower degree of hydraulic conductivity. Higher soil compaction usually occurs in densely used places including recreational areas, settlements, logged forests, fruit gardens, agro-forestry systems and nurseries. The compaction may occur naturally, but it can also be started by outer factors such as soil preparation tools, heavy equipments, tire traffic, livestock grazing or fires. Besides causing deterioration on physical and hydrological features in growing environments of plants, soil compaction may also lead to physiological degradation of plants and changes on the balance and amount of growth hormones of plants, which, in turn, may limit nutrient uptake. In this study, possible reasons for compaction problem observed in forested soils and its negative effects on soil physical, chemical and microbiological characteristics as well as on the physiology of plants were evaluated.

Keywords: Soil compaction, Bulk density, Forest, Soil

1. Giriş

Toprak sisteminin doğal durumdaki strüktürel yapısının yağış ve mekaniksel dış kuvvetlerin etkisi altında bozulması, buna bağlı olarak toprak parçacıklarının daha sıkı bir şekilde yeniden dizilmesi sonucu hacim ağırlığındaki artış toprak sıkışması olarak tanımlanmaktadır. Toprak sıkışması en sık rastlanılan ve zararlı etkileri oldukça fazla hissedilen bir degradasyon sürecidir, öyle ki Avrupa birliği ülkelerinde toprak sıkışması, toprak koruma bakımından öncelikli araştırma alanı olarak gösterilmektedir (Van-Camp vd., 2004). Toprak sıkışmasını bu kadar önemli kılan nedenler arasında kütle yoğunluğunun artması, gözenekliliğin bozulması, hidrolik iletkenliğin ve hava geçirgenliğinin değişmesi, bitki köklerinin mekaniksel bir dirençle karşılaşması gelmektedir. Bu olumsuzlukların tamamı bitki büyümesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Tarımsal üretim alanlarında olduğu gibi ormancılık faaliyetlerinin yürütüldüğü alanlarda da toprak sıkışması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Frey vd.,

2009). Bunun ana nedenlerinden biri ormancılık üretim faaliyetlerinde kullanılan alet ve makinelerin boyutlarında ve ağırlıklarındaki sürekli artıştır. Bu artış orman ekosistemlerinde toprak degradasyonuna neden olmakta, söz konusu alet ve makinelerin geçiş sayılarına bağlı olarak toprak strüktür özelliklerinde önemli seviyede değişiklikler meydana gelmektedir (Ampoorter vd., 2007). Bitki kök gelişmesini ve toprağın hidrolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyen toprak sıkışması toprakta kütle yoğunluğu değişimi, makro porozite ölçümleri, penetrasyon testleri ve iletkenlik ölçümleri yoluyla belirlenebilmektedir.

Ormanlık alanlarda ve tarımsal alanlarda yetiştirilen bitki türlerinin ağırlıkları ve boyutları gibi fiziksel özelliklerinin yanı sıra yetiştirme sürelerindeki farklılıklardan dolayı bu iki alanda görülen sıkışma sorunu birbirlerinden farklılık göstermektedir (Greacen ve Sands, 1980). Ayrıca tarımsal alanlarda toprak sıkışmasının ana nedeni tarla trafiği iken orman örtüsü altındaki topraklarda istihsal (üretim/hasat) ve mekanik alan hazırlığı gibi orman yönetim uygulamalarıdır (Tan vd., 2005).

İnsan faaliyetlerinin toprak sıkışmasındaki rolü elbette çok önemlidir, fakat bunun yanında toprak sıkışmasının doğal olarak ta gerçekleşebildiği ve bu sıkışmanın farklı derecelerde karşımıza çıkabildiği göz ardı edilmemelidir. Doğal sıkışmanın ana nedeni toprağın oturması ya da yığılması olarak gösterilmektedir (Kozłowski, 1999). Oturma toprağın ıslanma ve kuruma süreçleri ile ilişkili bir durumdur, bu yüzden toprağın şişmesi ve büzülmesi agregatların daha sıkı bir şekilde yeniden paketlenmesine neden olmaktadır. ıslanmanın bir sonucu olarak toprak agregatlarının zayıflaması ile meydana gelen çökme ve temas noktalarındaki parçalanma, toprak parçacıklarının daha sıkı bir şekilde yeniden paketlenmesine neden olmaktadır (Bullock ve Gregory, 1991). Doğal sıkışmaya neden olan başka bir etken ise ağaçlardır. Ağaçların büyümesi ile birlikte ağırlıkları da artmakta ve bu ağırlık kökler vasıtasıyla toprağa aktarılmakta ve ağırlığın meydana getirdiği yük ise kaçınılmaz olarak toprağın sıkışmasına neden olmaktadır (Wright ve Bailey, 1982).

Toprak sıkışmasının doğurduğu olumsuzluklar; toprak tekstürüne, makine faaliyetlerine, üretim faaliyetlerinin yapıldığı andaki toprağın su içeriğine ve diğer toprak koşullarına bağlı olarak değişmekte, uzun yıllar etkili olabilmekte ve bu olumsuz etkiler uzun dönemlerde orman üretkenliğinde azalmalara neden olabilmektedir (Kozłowski, 1999).

Toprak sıkışmasının derecesi, toprağın tekstürüne, pH'sına, kation değişim kapasitesine, kil tipine, nem içeriğine, organik madde miktarına, demir oksit ve serbest alüminyum hidroksitlerin varlığına bağlıdır (Assouline vd., 1997).

Değişebilir Ca içeriği yüksek olan killi topraklar özellikle nemli durumlarda doğal olarak sıkışma eğilimi gösterirken kaba bünyeli kuru topraklar daha az sıkışma eğilimi göstermektedirler (Kozłowski vd., 1991). Kuru topraklar, parçacıkların birbirlerine tutunma kuvvetlerinin yüksek oluşundan ve deformasyona karşı direnç gösterdiklerinden sıkışmaya karşı dayanıklıdırlar. Suya doymun halde olmayan toprakta nem miktarı arttıkça, su film tabakası parçacıklar arasındaki bağı zayıflatmakta, sürtünmeyi azaltmakta ve sonuç olarak sıkışmayı arttırmaktadır. Bunun yanında toprak suya doymun duruma yaklaştıkça gözeneklerdeki hava ortamı terk etmekte ve uygulanan harici basınç beklenildiği şekilde toprağı sıkıştırılmamaktadır. Bu nedenle toprak nemliliğindeki aşırı artış toprağın sıkışabilirliğini azaltmaktadır (Hillel 1982).

Sıkışmış toprak katmanları genellikle farklı derinliklerde karşımıza çıkmaktadır. Sıkışmaya çiğnenme neden olmuşsa sıkışmış katman yüzeyde, araç trafiği neden olmuşsa orta derinlikte, sürekli ağır araç trafiği neden olmuşsa da derinlerde oluşmaktadır (Rolf 1994).

Kuzey enlemlerde yer alan toprakların özellikleri üzerine orman yönetimi uygulamalarının etkileri, diğer bölgelerden farklılık göstermektedir. İstihsal alanlarında hem besin elementi miktarında bir kayıp, hem de bitkiler için yararlı besin elementi dengesinde bir bozulma söz konusudur. Üretim sürecinde ortamdan gölge oluşturan bitkilerin uzaklaştırılması toprak sıcaklığını ve nem içeriğini önemli derecelerde etkilemektedir. Bölmeden çıkarma işlemleri esnasında ağaçların sürütülerek alandan çıkarılmasının fiziksel etkileri arasında toprağın strüktüründeki değişimler, toprağın su tutma kapasitesi ve yüzey akıştaki değişimler ve havalanma ve kök

penetrasyonundaki değişimler yer almaktadır (Ballard, 2000).

Yüksek seviyede sıkışmış toprakların eski halini alması uzun yıllar gerektirmektedir. Örneğin, ağır araçlar nedeniyle sıkışmış topraklar bu durumlarını 4 yıldan daha fazla bir süre devam ettirmektedirler (Lowery ve Schuler, 1991). Araştırmacılar Avustralya orman topraklarında sıkışma sonucu oluşan bozulmanın, yedi yıl sonunda çok az bir iyileşme gösterdiğini (Cheatle, 1991), benzer olarak Kanada'nın kuzey ormanlarında bu sürenin onlarca yıl sürdüğünü (Corns, 1988) bildirmişlerdir. Donma-çözülme süreçlerinin az gerçekleştiği sıcak bölgelerdeki sıkışmış toprakların doğal olarak tekrar eski halini alması 60 yıl gibi daha uzun süreler gerektirmektedir (Mitchell vd., 1982). Sıkışmış toprağın yeniden eski halini alması sıkışmış katmanın kalınlığına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Örneğin kumlu tın tekstürlü bir toprakta 0-0.75 cm kalınlığındaki bir yüzey sıkışmasının doğal olarak giderilebilmesi için 5-9 yıl gerekirken, 23-30 cm kalınlığındaki sıkışma katmanının eski haline dönmesi için 9 yıl bile yetmemektedir (Thorud ve Frissell, 1976).

2. Toprak sıkışmasının nedenleri

2.1 Üretim alanlarında ağır makine kullanımı

Ormancılıkta üretim faaliyetleri, kesim ve hazırlama (istihsal), tali nakliyat (sürütme veya bölmeden çıkarma) ve ana nakliyat aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamalar arasında en zor basamağı oluşturan bölmeden çıkarma, ürünlerin ve ağaçların kesildiği yerden en yakın orman yolu kenarına kadar değişik teknik ve uygulamalarla taşınması olarak tanımlanır. Odun hammaddesi üretimi faaliyetlerinin bölmeden çıkarma aşamasında insan gücüne, hayvan gücüne ve makine gücüne dayalı teknikler kullanılmaktadır (Eroğlu vd., 2009).

Üretim ve buna bağlı ormancılık etkinlikleri, toprakların fiziksel yapısını ve hidrolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle yoğun ormancılık uygulamalarında ağır ekipmanların uygun olmayan zamanlarda kullanılması, toprak strüktüründe telafisi zor zararlara ve toprak sıkışmasına neden olarak üretkenliğin azalmasına yol açmaktadır (Kozłowski, 1999; Ampoorter vd., 2007).

Son yıllarda hafif el aletleri ile ağaç kesimi ve hayvanlar yardımıyla bölmeden çıkarma işlemleri yerini ağır traktörlere, kesim aletlerine ve bölmeden çıkarma makinelerine bırakmıştır (Ampoorter vd., 2010). Ormancılıkta kullanılan modern üretim makineleri toprağı ağır bir yük uygulamaktadır. Uygun olmayan nem ve toprak koşullarında bu makinelerin kullanılması ve yüksek maliyetten dolayı yıl boyunca uygulamaya devam edilmesi sonucu toprak strüktürü bu durumdaki olumsuz şekilde etkilenmekte ve sıkışma sorunu ortaya çıkmaktadır. Özellikle üretim uygulamalarında tekerlekli traktörlerin kullanılması sonucu toprakların fiziksel özelliklerinde meydana gelen olumsuz değişiklikler ve toprakların hava ve su geçirgenliklerindeki azalma, hem alanda bulunan mevcut ağaçların hem de daha sonra dikilecek olanların büyümesini engellemektedir. Fakat bitki büyümesinde meydana gelebilecek bu olumsuzlukların boyutlarını tahmin etmek etkileşimlerin çok karmaşık olmasından dolayı oldukça güçtür (Greacen ve Sands, 1980; Stone ve Eliofoff, 2000; Frey vd., 2009).

Mekanik bölmeden çıkarma işlemleri geleneksel sistemlerden daha güvenli uygulama ortamları sağlamaktadırlar. Ancak lastik tekerlekli ağır bölmeden çıkarma araçları orman toprağı üzerinde derin tekerlek izleri oluşturmakta, uygulamalarda aşırı gecikmeler meydana gelmekte, orman topraklarının fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemekte ve ağaç köklerinde hasarlar oluşturmaktadır (Akay ve Erdaş, 2007).

Üretim sonrasında bölmeden çıkarma ve buna bağlı uygulamalar nedeniyle çalışma alanının büyük bir kısmında toprağın kütle yoğunluğu artmakta ve buna bağlı olarak hidrolik iletkenlik de azalmaktadır, meydana gelen sıkışmaya ise toprak gözenek boyutlarının özellikle 3mm'den daha büyük gözeneklerin miktarındaki azalma neden olmaktadır. Makro gözeneklilikte ortaya çıkan azalma beraberinde havalanmada bir azalmayı ve toprağın su tutma özelliklerinde de bir değişimi beraberinde getirmektedir (Huang vd., 1996).

Ormanlarda üretim işlemleri boyunca hasat makineleri aynı noktadan defalarca geçmekte ve toprak sıkışmasına neden olmaktadır. Toprak sıkışmasının derecesi bu makinelerin geçiş sayısına ve ağaçların ağırlığına bağlıdır (da Silva vd., 2008).

Ampoorter vd. (2007) kumlu toprakta paletli ve tekerlekli hasat makinelerinin ve taşıyıcı aracın farklı geçiş sayıları karşısında kütle yoğunluğundaki ve penetrasyon direncindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Hiçbir araç geçişi olmayan alanla karşılaştırıldığında sadece paletli hasat makinesinin bir defa geçişinde toprağın ilk 30cm'lik kısmında kütle yoğunluğunda önemli bir artış meydana gelmiştir. Paletli hasat makinesi ve taşıyıcı aracın birçok defa geçişi sonrasında ölçülen kütle yoğunluğu değeri, bir defa paletli aracın geçişi sonrasında ölçülen değerden belirli ölçüde yüksek olmuştur, fakat penetrasyon direnç değeri önemli seviyede farklılık göstermiştir. Tekerlekli hasat makinesinin geçişi sonrasında ölçülen kütle yoğunluğu ve penetrasyon direnç değerleri, araç trafiğı olmayan şahit alandaki değerleri ile paletli hasat makinesinin uygulandığı alan değerleri arasında yer almıştır. Çalışmada dikkat çeken bir diğer nokta ise kök gelişiminin bu durumdan çok fazla etkilenmemesidir. Sıkışma sonrasında kumlu toprağın kısa zaman içerisinde tekrar eski halini alması nedeniyle bitki kök gelişimi bu durumdan fazla etkilenmemiştir.

Ağaçların üretim alanlarından sürütülerek çıkarılması, bölmeden çıkarma işlemlerinde önemli bir izlektir. Ağaçların sürütülerek çıkarılmasında kullanılan tekerlekli araçlar toprak sıkışmasına neden olarak penetrasyon direncini ve kütle yoğunluğunu arttırmaktadırlar. Üretim faaliyetleri sonrasında ortaya çıkan ve tomruk olarak değerlendirilmeyen yan dallar ve uç sürgünler ile talaş ve yonga, toprak sıkışmasını engellemek için araç geçişlerinin olduğu yollara serilmektedir. Bahsedilen bu iki materyalin toprak sıkışmasını ne derecede önlediğini ortaya koymak amacıyla yürütülen çalışmada, yan dallar ve uç sürgünlerin sıkışmanın şiddetini azaltmada talaş ve yongadan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toprak sıkışmasının göstergeleri olan penetrasyon direnci ve kütle yoğunluğunun makine geçiş sayısına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Akay vd., 2007).

Toprağın nem içeriğinin uygun olmadığı durumlarda üretim faaliyetlerinin devam etmesi, toprak sıkışmasında önemli bir faktördür. Nem içeriğinin yüksek olduğu alanlarda üretim faaliyetlerinin yüzey toprağında önemli derecede bozulmalara neden olduğu, nem içeriğindeki

azalmaya bağlı olarak toprak bozulma derecesinde de bir düşüş meydana geldiği araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Carter vd., 2007).

Doğal gençleştirmeyi teşvik etmek amacıyla alt tabaka bitkilerinin temizlenmesi esnasında ağır makineler kullanılmaktadır, bu makineler de toprağın kütle yoğunluğunda önemli derecede artışa neden olmaktadır (Yıldız vd., 2010). Ağır makinelerin kullanılmasının yanında ormanlık alanlarda makine trafiğinin de fazla olması toprak sıkışmasına neden olmaktadır (Akay vd., 2007).

Üretimde makine kullanımı sonucu meydana gelen toprak sıkışmasının derecesi toprak tekstürü, organik madde miktarı ve eğim gibi alan özelliklerine, toprağın su içeriğı ve toprak sıcaklığı gibi iklimsel faktörlere ve makine tipi, makine ağırlığı, kesilen ağaçların sayısı ve trafik yoğunluğu gibi üretim işlemlerinin bizzat kendisine bağlıdır. Yoğun makine trafiğinin mevcut olduğu alanlar içerisinde killi toprakların en yüksek kütle yoğunluğuna ve en düşük poroziteye sahip olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Ampoorter vd., 2010).

2.2 Rekreatyonal alan kullanımı

Kırsal rekreasyon alanları, günümüzde insanların rekreasyon ihtiyaçlarını karşılayan en önemli yerlerden biridir. Kent yakınında bulunan ve orman rejimine giren, halkın rekreasyon ihtiyacını karşılamak üzere ayrılmış olan "orman içi dinlenme yerleri" ise önemli kırsal rekreasyon alanlarıdır (Korkmaz ve Karadeniz, 2002). Günümüzde insan yerleşimlerinin kırsaldan kentsele doğru hızlı değişim göstermesi sonucu kentlerde meydana gelen nüfus artışı ve hızlı kentleşme, insanların kentlerin fiziksel ve psikolojik açıdan baskısı altında bulunmasına yol açmaktadır. Bu nedenle insanlar yoğun kent yaşamı içerisinde rekreasyon ihtiyacını yoğun bir şekilde hissetmektedirler (Uzun ve Müderrisoğlu, 2010).

Rekreasyon faaliyetleri doğal çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Doğa ziyaretlerinin gerçekleştiği bütün alanlarda kaçınılmaz olarak ortaya çıkan çığnenme bu etkilerden biridir. Diğer yandan rekreatyonal çığnenme etkisi çoğu zaman çevre koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterirken doğal bitki örtüsü, rekreasyon faaliyetleri de dahil olmak üzere insan-doğa arasındaki ilişkilerin şekli ve düzeyini ortaya koyan önemli bir göstergedir (Atik vd., 2008).

Rekreatyonal alanlarda kaçınılmaz olan yaya trafiğı, toprağın kütle yoğunluğunu önemli seviyede artırarak toprak sıkışmasına, bitki kaplılık oranında ve bitkisel çeşitlilikte azalmaya ve bitki boyunda kısalmaya neden olabilmektedir (Mingyu, 2009; Kissling vd., 2009). Kamp alanı olarak kullanılan alanlarda toprak sıkışmasının ve kütle yoğunluğunun arttığı, boşluk oranının ve organik madde miktarının azaldığı da bilinmektedir (Jim, 1987).

Yürüyüş, binicilik ve dağ bisikleti, korunan alanlarda en fazla yapılan spor dallarıdır. Bu üç spor etkinliğinin korunan alanlarda yapılıp yapılmaması tartışma konusudur. Aslında bu üç etkinlik yapılış şekilleri bakımından birbirinden farklı olsa da toprak üzerindeki etkileri büyük oranda benzerlik göstermektedir. Mevcut patikalara zarar verme, erozyona ve sıkışmaya neden olma gibi zararları içeren bu etkiler, toprakta su hareketini etkilemekte bunun yanında köklerin ve ana kayanın yüzeye çıkmasına neden olmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar ise bitkilerin boylarında kısalmaya,

biomaslarında azalmaya, tür kompozisyonunda değişikliğe, planlanan haricinde yeni yolların ortaya çıkmasına ve bitki patojenlerinin ve tohumların yayılmasına yol açmaktadır (Pickering vd., 2010).

Rekreasyonel alan kullanımının ortaya çıkardığı olumsuz etkilerin incelendiği bir çalışmada bitki kaplılık oranının ve bitki boyunun bu durumdan olumsuz şekilde etkilendiği, fakat tür çeşitliliğinin Akdeniz bölgesinin çevre koşulları ve yürüyüş güzergahlarındaki ışık rekabetinden dolayı çiğnenen alanlarda daha fazla olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Atik vd., 2009).

Uzun ve kısa dönemler içinde insanlar tarafından yürüyüş parkuru olarak kullanılan alanlarda, orman vejetasyonunda, toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği bir çalışmada, her iki alanda da bitki kaplılık oranında, bitki boyunda ve tür çeşitliliğinde azalmaya karşılıklıdır. Bu değişim uzun süreli kullanılan alanda daha belirgin olmuştur. Alan kullanım süresindeki artışla beraber toprağın sıkışma derecesi artmıştır, bunun yanında toprak nemi, organik madde miktarı ve toplam organik azot içeriği bakımından alan kullanım süreleri arasında bir farklılık tespit edilememiştir (Kissling vd., 2009).

2.3 Orman yangınları

Orman yangını, doğal ya da insani sebeplerle ortaya çıkan ve ormanların kısmen veya tamamen yanması olayıdır. Orman yangınları Devonyen döneminden beri birçok orman ekosisteminde görülmekte ve bu alanlarda önemli zararlara neden olmaktadır (Schmidt ve Noack, 2000). Yangınların toprak özelliklerine etkileri yangınların şiddetine ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Mataix-Solera vd., 2011). Diri örtü temizliği için kontrollü çıkarılan düşük şiddetli yangınların toprak sıkışmasına neden olmadığı ve hatta değişebilir katyonların oranını arttırdığı ortaya konulmuştur (Yıldız vd., 2010). Bunun yanında yüksek şiddetli yangınların ise başta besin elementi içeriği olmak üzere bir çok fiziksel ve kimyasal özelliği olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Mataix-Solera vd., 2011).

Yangınlar sonucunda esas bitki örtüsünün azalmasından dolayı toprak doğal etmenlere karşı daha açık bir hale gelmektedir. Ayrıca yangın esnasında orman ölü örtüsü tamamen yanmayarak yarı kömürleşmiş bir hale gelmekte ve böylece toprak yüzeyinde koyu renkli bir tabaka oluşmaktadır. Bitki örtüsünden yoksun ve koyu renkli toprak daha fazla ısınmakta, daha çok sıkışmakta ve bunlara bağlı olarak toprağın nem içeriği düşmekte ve geçirgenliği de azalmaktadır (Snyman, 2003). Kurak ve yarı kurak alanlarda bitki büyümesini sınırlandıran en önemli etken toprağın nem içeriğidir. Yangın sonrasında alanda vejetasyonun yeniden canlanabilmesi için toprak neminin yeterli seviyelerde olması gerekmektedir.

Mineral toprak horizonlarında ağaç örtüsünün oranı ile $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u arasında doğrusal bir ilişki vardır, bunun yanında otsu bitkiler ile $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u arasında da benzer bir ilişki söz konusudur (Driscoll vd., 1999). Yangın sonrasında kaybolan bitki örtüsüne bağlı olarak toprak organik madde miktarında ve bitki besin elementlerinin yayırlılığında ve özellikle azot yayırlılığında olumsuz değişikliklerin meydana geldiği bilinmektedir (Driscoll vd., 1999; Snyman, 2003). Yarıyışlı azot eksikliği ise hem otsu bitkilerin hem de çalı ve ağaç formundaki bitkilerin gelişmelerini olumsuz

etkilemektedir. Bitki gelişimindeki bu olumsuzluklar toprak yüzeyinin kaplılık oranının azalmasına ve yine buna bağlı olarak hidrolojik döngüde ve toprak strüktüründe bozulmalara neden olmaktadır.

3. Toprak sıkışmasının toprak özellikleri üzerine etkisi

3.1 Fiziksel özellikler üzerine etkisi

Penetrasyon direnci, toprağın kendisine uygulanan güç karşısında gösterdiği dirençtir. Toprak sıkışma derecesinin ifade edilmesinde penetrasyon direnç değeri kullanılmaktadır. Toprak taneciklerinin daha sıkı bir şekilde paketlenmesi sonucu, toprağın kendisine uygulanan harici kuvvete karşı göstereceği direnç daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle toprak sıkışmasına bağlı olarak toprağın penetrasyon direnç değerlerinde bir artış söz konusudur (Nugent vd., 2003; Amboorter vd., 2007; Amboorter vd., 2010; Turgut vd., 2010). Başta ölçüm esnasındaki toprak nemi olmak üzere toprak tekstürü, agregat stabilitesi, ortalama ağırlık çap değerleri gibi toprak özellikleri penetrasyon direnç değerlerini etkilemektedir (Turgut vd., 2008).

Ormancılıkta uygulanan tıraşlama yöntemi organik madde ve azot içeriğinde azalmaya, penetrasyon direncinde ise önemli seviyede artışa neden olmaktadır (Closa and Goicoechea, 2010). Bunun yanında üretim işlemlerinde ağır makinelerin kullanılması, araç trafiğinin yoğun olması da penetrasyon direnç değerlerinde artışa neden olmaktadır (da Silva vd., 2008; Han vd., 2009).

Sıkışma sorununun varlığına işaret eden diğer bir toprak özelliği ise kütle yoğunludur. Kütle yoğunluğu birim hacim içerisindeki toprak katı parçacıklarının kütlesi olarak tanımlanmaktadır. Sıkışma sonunda toprak taneciklerinin daha sıkı bir şekilde yeniden paketlenmesi nedeniyle birim hacimde daha fazla toprak katı parçacığı yer almakta ve kütle yoğunluğu da buna paralel olarak artmaktadır. Sıkışmanın doğrudan etkisi olarak görülen kütle yoğunluğundaki artış, bu konuda çalışan araştırmacılar tarafından yaygın olarak ortaya konulmuştur .

Toprak sıkışmasının etkilediği diğer bir toprak özelliği ise agregat stabilitesidir. Agregat, toprak taneciklerinin çeşitli yapıştırıcı unsurlar ile bir araya gelerek oluşturdukları yapıdır. Agregat stabilitesi ise oluşan bu yapının parçalayıcı etkilere karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Sıkışmaya neden olan uygulamalar esnasında agregatlar parçalanmakta ve buna bağlı olarak toprak strüktürü de bozulmaktadır (Kozłowski, 1999).

Sıkışmanın toprak hidroloji üzerinde de olumsuz etkileri söz konusudur. Toprak gözenekliliğindeki azalmayla beraber infiltrasyon kapasitesinde de bir azalma meydana gelmektedir (Price vd., 2010). Toprağın infiltrasyon kapasitesindeki azalma sonucu yüzey akış miktarında ve erozyon ile toprak kaybında bir artış görülmektedir (Greacen ve Sands, 1980; Kozłowski ve Pallardy 1997; Croke vd., 2001).

Toprak sıkışmasına bağlı olarak mikro gözeneklerin miktarının artması ve hidrolojik dengenin bozulması sonucunda toprak sıcaklığında bir azalma söz konusu olmaktadır (Gomez vd., 2002; Li vd., 2003; Tan vd, 2005). Toprak sıcaklığı özellikle erken ilkbaharda tohum çimlenmesinde ve mikrobiyolojik aktivitede kritik öneme sahiptir.

Hasat makinesinin geçiş sayısının ve tomruk taşıyan araçta bulunan tomrukların ağırlıklarının toprak sıkışmasına ve okalptusun gelişimine etkilerinin incelendiği çalışmada araştırmacılar, taşıyıcının geçiş sayısına bağlı olarak sıkışmanın, penetrasyon direncinin ve mikrogözenekliliğin arttığını, bunun yanında geometrik ortalama çapın, toplam gözenekliliğin, makrogözenekliliğin ve infiltrasyon oranının düştüğünü belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada, taşıyıcının aynı noktadan iki defa geçmesinin toprağın en yüksek derecede bozulması için yeterli olduğu ve 441 gün sonra bile sıkışmanın etkilerinin devam ettiği vurgulanmıştır (da Silva vd., 2008).

3.2 Kimyasal özellikler üzerine etkisi

Sıkışma toprakların kimyasal özelliklerini dolaylı olarak etkilemektedir. Toprak sıkışması sonucu makro porozitedeki azalmayla beraber oksijen noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Toprak havasının bileşiminde oksijen oranının azalması sonucu organik materyalin ve mikrobiyal biyokütle mikrobiyal materyalin tarafından ayrıştırılması engellenmektedir. Bu nedenle sıkışmış topraklarda azot mineralizasyonunda bir azalma meydana gelmekte ve azotun gaz halinde kaybı söz konusu olmaktadır (Arocena, 2000; Breland and Hansen, 1996; Closa and Goicoechea, 2010). Azot mineralizasyonu üzerine sıkışmanın olumsuz etkileri en fazla yüksek nem içeriklerinde görülmektedir (Breland and Hansen, 1996)

Toprak sıkışmasına neden olan yönetim uygulamaları ve toprak profili boyunca organik madde miktarındaki azalmalar, karbon ve azot dinamiklerini olumsuz yönde etkilemektedirler. Bu olumsuzluk toprakta bulunan karbon ve azot miktarlarını, yarıyışlılığını, nitrifikasyon oranını, elverişli azot miktarını ve mikrobiyal C:N oranını azaltmaktadır (Li vd., 2004; Tan vd., 2005; Tan ve Chang, 2007).

Sıkışma sorununun ihmal edilebilecek düzeylerde görüldüğü alanlarda bile gözenek devamlılığında bir bozulma meydana gelmekte, buna bağlı olarak toprak CO₂ miktarında artış (Amboorter vd., 2010) ve toprak pH'sında ise bir düşüş (Demir vd., 2007) meydana gelmektedir.

Toprak sıkışması sonucu makro gözeneklerde meydana gelen tahribat neticesinde toprağın havalanmasında aksaklıklar meydana gelmektedir. Özellikle toprak pH'sının çok düşük olmadığı alanlarda toprak havası ve atmosfer arasındaki gaz değişiminde meydana gelen bozulma sonucu katyonların topraktan yıkanarak uzaklaşması söz konusudur (Ballard, 2000). Ölü örtünün ortamdaki uzaklaştırılması ve yıkanma sonucu toprak çözeltisindeki Ca, Mg, K ve Al miktarlarında bir azalma ortaya çıkmaktadır (Arocena, 2000). Gaz değişiminde meydana gelen bozulma oksijen aleyhine geliyorsa, oksijensiz bir ortamın oluşması kaçınılmazdır, bu ortamlarda ise denitrifikasyon, demir, sülfat ve manganezin indirgenmesi gibi süreçler meydana gelmektedir (Ballard, 2000).

3.3 Mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi

Mikrobiyal biyokütle, organik maddenin en değişken parçasıdır ve topraktaki karbon ve azot döngüsünde önemli bir role sahiptir (Jenkinson ve Rayner, 1977). Bunun yanında mikrobiyal biyokütle orman yönetim uygulamalarının meydana getirdiği değişikliklerin hassas bir indikatördür (Sparling, 1992).

Toprak içerisinde bulunan bakteriler, karbon mineralizasyonu, azot fiksasyonu, nitrifikasyon, gaz üretim ve tüketim silsilesi gibi birçok biyokimyasal sürece aracılık etmektedirler. Ormancılık uygulamalarının neden olduğu sıkışmanın hava ve su iletkenliğini olumsuz etkilediği daha önce belirtilmişti. Hava ve su iletkenliğindeki azalma ile beraber kötü drenaj koşulları ortaya çıkmakta, toprak havası ile atmosfer arasında gaz değişimi azalmakta ve tüm bu olumsuzluklar karşısında topraktaki bakteri birlikleri ve yapıları zarar görmektedir (Frey vd., 2009).

Sıkışmış topraklarda kütle yoğunluğu değerlerinin 1.40-1.55 mg m⁻³ arasında olması sonucunda toprakların biyolojik özellikleri olumsuz etkilenmekte ve buna bağlı olarak toprağın üretkenliği de düşmektedir. Yine sıkışmış topraklarda hava dolu gözeneklerin miktarının toplam toprak hacminin %10'unun altına düşmesi durumunda çoğu nemli topraklarda mikrobiyal aktivite düşmekte ve bitki büyümesi sınırlanmaktadır (Brady ve Weil, 2002).

Toprak sıkışması aerobik mikrobiyal aktiviteyi azaltarak denitrifikasyonun yükselmesine neden olmaktadır. Toprak sıkışmasının artmasına bağlı olarak makro gözeneklerde de aşamalı bir şekilde azalma meydana gelmekte ve bu da anaerobik şartların oluşmasına neden olmaktadır (Torbert ve Wood, 1992). Toprak sıkışmasının yüksek olduğu durumlarda azotun gaz halinde kaybı oldukça sık rastlanan bir durumdur (Douglas ve Crawford, 1993).

Sıkışma sonucu toprakların mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği bir çalışmada, Actinobacteria ve Arthrobacter türüne ait bakterilerin sıkışma sorunu görülen alanlarda daha yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir (Axelrood vd., 2002). Yapılan başka bir çalışmada ise sıkışmış topraktaki Gymnamoebae sayısının orta derecede sıkışmış ve sıkışmamış topraklardan daha düşük sayıda olduğu bildirilmiştir (Bass and Bischoff, 2001).

4. Toprak sıkışmasının ağaçların fizyolojilerinde ortaya çıkardığı olumsuzluklar

Toprak horizonlarında sıkışma problemi başladığı andan itibaren kök büyümesi mekanik bir dirençle karşılaşmakta, su ve besin elementlerinin alımı engellenmekte ve bitkisel üretkenlik (artım) düşmektedir (Soane ve Van Ouwerkerk, 1994; Whalley vd., 1995; Gomez vd., 2002).

Orta ve hafif tekstürlü topraklarda 1.40 ile 1.55 mg m⁻³ arasındaki kütle yoğunluğu değerleri kritik seviye olarak değerlendirilmektedir, bu değerlere sahip topraklarda bitki köklerinin toprak içerisinde ilerlemesi zorlaşmaktadır (Kozłowski, 1999). Tekstürleri farklı olan toprakların fiziksel özellikleri bakımından sıkışma karşısında gösterdikleri tepkilerin farklılık gösterdiği daha önce vurgulanmıştı. Benzer olarak farklı tekstür sınıflarında yer alan topraklar üzerinde yetişen ağaçların da sıkışma karşısında gösterdiği tepkiler de farklı olmaktadır. Gomez vd (2002) yaptıkları çalışmada killi, tınlı ve kumlu tınlı topraklar üzerinde yetişen *Pinus ponderosa*'da gelişim farklılıklarını incelemişler, gün ortasında yapraklarda görülen su stresinin killi ve tınlı topraklarda daha yüksek oranlarda gerçekleştiğini fakat kumlu tınlı topraklarda istatistikî anlamda bir farklılığın olmadığını ortaya koymuşlardır. İstatistikî anlamda önemli olmasa da killi topraklarda sıkışmanın bitki büyümesini olumsuz etkilediği, tınlı topraklarda etkilemediği ve kumlu tınlı topraklarda ise olumsuz etkilediği çalışma sonunda vurgulanmıştır.

Araştırmacılar sonuç olarak toprak sıkışmasının zararlı etkilerinin tekstüre ve toprak su rejimine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Toprak sıkışmasına bağlı olarak artan kütle yoğunluğu, bitkilerin artımlarında önemli gerilemelere neden olmaktadır (Froehlich vd., 1986).

İleri derecede toprak sıkışması bitkilerde fizyolojik işlev bozukluğuna yol açarak su ve bitki besin elementlerinin alımında, meristem dokular için gerekli olan büyüme hormonları ve karbonhidrat sentezinde olumsuzluklar meydana getirebilmektedir. Bitki köklerinin iyi nüfuz edemediği topraklardaki sular bitkiler için elverişli olamamaktadır (Kozłowski, 1982). Suyun nemli ortamlardan kuru ortamlara kapillar hareketi çok yavaşlamakta, suyun bitki kökleri tarafından alımı azalmakta ve bunlara bağlı olarak yapraklardaki su içeriğinde de bir azalma görülmektedir. Buradan yola çıkarak toprak sıkışmasının seviyesindeki artışa bağlı olarak bitkilerin suyu absorbe gücünde bir azalmanın meydana geleceği söylenebilir (Arvidsson ve Jokela, 1995). Bu nedenle ileri derecede toprak sıkışması, bitki fizyolojisinde ve toprağın fiziksel özelliklerinde meydana getirdiği olumsuzluklar nedeniyle bitki büyümesini olumsuz yönde etkilemektedir (Soane ve Ouwerkerk, 1994).

Her ne kadar farklı ağaç türlerinin toprak sıkışmasına farklı tepkiler gösterdiği bildirilse de toprak sıkışmasına bağlı olarak bitki gelişiminde meydana gelen olumsuzlukların incelendiği çalışmalarda dal ve kök gelişiminin, bitki biyomasının ve boyunun bu durumdan önemli derecede etkilendiği vurgulanmaktadır. (Kozłowski, 1999; Bassett vd., 2005; Tan vd., 2006). Örneğin, Bassett vd. (2005), *Cordyline australis* ile yaptığı çalışmada dal ve kök gelişiminin toprak sıkışmasından olumsuz yönde etkilendiğini ve Bejarano vd. (2010) da *Quercus pyrenaica*'nın kök uzunluğunun toprak sıkışmasındaki artışa bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Bunun yanında Conlin ve van den Driessche (1996), toprak sıkışmasındaki artışın iğne yapraklı ağaçlarda yaprak uzunluğunu, kuru kök ağırlığını ve net fotosentezi olumsuz yönde etkilediğini belirlemiştir. Ayrıca Verdú ve Garcia-Fayos (1996) da *Pistacia lentiscus*'un kök yayılmasının toprak sıkışmasından olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalardan yola çıkarak toprak suyunun eksikliği durumunda bitki kök dağılım oranının düşebileceği yada önemli derecede su noksanlığında daha kısa köklerin oluşabileceği ve bunun da fidan gelişimini önemli derecede engelleyebileceği söylenebilir.

Toprak sıkışması, bitkilerdeki hormonal büyüme düzenleyicilerinin miktarını ve dengesini değiştirerek ksilem dokularında absisik asit ve etilen miktarında artışa neden olmaktadır (Tardieu, 1994, Liang vd. 1996). Gelişen bitki kökleri toprakta mekanik bir engelleme ile karşılaştığında, bitkiler bu duruma etilen üreterek tepki göstermekte ve dokulardaki etilen miktarı olması gerekenin üzerine çıkmaktadır (Osborne, 1976). Bu anlamda yapılmış bir çalışmada kütle yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda absisik asit miktarındaki artış ile stomatal iletkenlikteki azalış arasında bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Mulholland vd., 1996).

Toprak sıkışmasının fotosentez oranında azalmaya neden olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Wieniarska vd., 1987; Conlin ve van den Driessche 1996). Fotosentez oranındaki bu azalmaya ise yapraklardaki su

miktarında ortaya çıkan azalmanın neden olduğu bilinmektedir (Kozłowski, 1972).

Toprak sıkışması ile birlikte topraktan mineral madde alımı azalmakta, köklerin besin elementlerine ulaşması zorlaşmakta ve köklerin mineral madde alımı düşmektedir, bu nedenle ileri derecede toprak sıkışması bitkiler tarafından N, P ve K alımını güçleştirmektedir (Lal ve Russel, 1981; Kozłowski ve Pallardy 1997). Sıkışmış topraklardan besin elementi alımındaki düşüş birçok orman ağacının filizlerindeki besin elementi konsantrasyonunu da düşürmektedir (Conlin ve van den Driessche 1996).

5. Sonuç

Ormanlık alanlarda araç trafiğinin fazla olması, üretim, bölmeden çıkarma ve mekanik hazırlık gibi ormancılık uygulamaları, yoğun rekreasyonel alan kullanımları ve hayvan baskıları gibi nedenlerden dolayı orman örtüsü altındaki topraklarda sıkışma problemi önemli derecede kendini göstermektedir. Önemli seviyede toprak sıkışması başta toprağın fiziksel özellikleri olmak üzere kimyasal ve biyolojik özelliklerini de olumsuz yönde etkilemekte ve bu olumsuz toprak koşulları ise bitki gelişimini engellemektedir.

Önemli miktarlardaki sıkışma bitkilerde fizyolojik bozuklukları da beraberinde getirmektedir, örneğin sürekli olmamakla birlikte su adsorbsiyonunda ve yapraklardaki su bütçesinde azalma toprak sıkışması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Toprak sıkışması ayrıca bitkilerde büyüme hormonlarının (absisik asit ve etilen gibi) miktar ve dengesinde de olumsuz değişikliklere neden olmakta ve bitkiler için hayati öneme sahip besin elementlerinin hem yüzey katmanlarda hem de alt katmanlarda alımını engelleyebilmektedir. Sıkışma sorununun görüldüğü alanlarda yetiştirilen bitkilerde yaprak alanlarındaki daralmadan dolayı fotosentez oranlarında da bir azalma tespit edilmiştir. Toprak sıkışmasının ileri aşamalarında aerobik kök solunumunun yerini anaerobik solunum almaktadır.

Toprak sıkışması probleminin ortadan kaldırılması veya toprakların eski durumlarına kavuşması toprak özelliklerine ve sıkışmış katmanın kalınlığına bağlı olarak uzun yıllar alabilmektedir. Topraklarda görülen diğer degradasyon tiplerinde olduğu gibi sıkışmada da, sorunun başlamasından önce alınacak önlemler, hem daha az para hem de daha az zaman istemektedir. Sorun oluşuktan sonra sorununu giderilmesi için harcanacak paranın ve zamanın boyutları artmaktadır. Bu nedenle ormancılık faaliyetlerinin yürütüldüğü alanlarda sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamalarının gerekliliği bu çalışmada bir kez daha vurgulanmak istenmiştir.

Kaynaklar

- Akay, A.E., Erdaş, O., 2007. Orman traktörü ile sürütme sırasında oluşan tekerlek izi derinliğinin hesaplanması. Süleyman Demirel Üniv. Orman Fak. Dergisi, seri:A, sayı:1, s:49-57.
- Akay, A.E., Yüksel, A., Reis, M., Tutus, A., 2007. The impacts of ground-based logging equipment on forest soil. Polish Journal of Environmental Studies, 16 (3):371-376.
- Ampoorter, E., Goris, R., Cornelis, W.M., Verheyen, K., 2007. Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils, For. Ecol. Manag. 241 162-174.
- Ampoorter, E., Van Nevel, L., De Vos, B., Hermy, M., Verheyen, K., 2010. Assessing the effects of initial soil characteristics,

- machine mass and traffic intensity on forest soil compaction. *Forest Ecology and Management*, 260, 1664-1676
- Arocena J.M., 2000. Cations in solution from forest soils subjected to forest floor removal and compaction treatments. *Forest Ecol Manag*, 133:71-80.
- Arvidsson, J., Jokela, W.E., 1995. A lysimeter study of soil compaction effects on evapotranspiration in a barley crop. *Swed. J. Agric. Res.* 25: 109–118.
- Assouline, S., Tavares-Filho, J., Tessier, D., 1997. Effect of soil compaction on soil physical and hydraulic properties: experimental results and modeling. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 390–398.
- Atik, M., Sayan, S., Karagüzel, O., 2009. Impact of recreational trampling on the natural vegetation in Termessos National Park, Antalya-Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (3):249-258
- Axelrod P.E., Chow M.L., Arnold C.S., Lu K., McDermott J.M., Davies J., 2002. Cultivation-dependent characterization of bacterial diversity from British Columbia forest soils subjected to disturbance. *Can J Microbiol* 48:643-654.
- Ballard, T.M., 2000. Impacts of soil management on northern forest soils. *Forest Ecology and Management*, 133 (1-2): 37-42.
- Bass P., Bischoff P.J., 2001. Seasonal variability in abundance and diversity of soil gymnamoebae along a short transect in southeastern USA. *J Eukaryot Microbiol* 48:475-479.
- Bassett, I.E., Simcock, R.C., Mitchell, N.D., 2005. Consequences of soil compaction for seedling establishment: implications for natural regeneration and restoration, *Austral. Ecol.* **30** (2005), pp. 827–833.
- Bejarano, M.D., Villar, R., Murillo, A.M., Quero, J.L., 2010. Effects of Soil Compaction and Light on Growth of *Quercus Pyrenaica* Willd. (Fagaceae) seedlings. *Soil&Tillage Research*, 110 (1):108-114..
- Brady, N.C., Weil, R.R., 2002. *Elements of the Nature and Properties of Soils*, Upper Saddle River, New Jersey pp. 202–212.
- Breland, T.A., Hansen, S., 1996. Nitrogen mineralization and microbial biomass as affected by soil compaction, *Soil Biol. Biochem.* **28**, pp. 655–663
- Bullock, P., Gregory, P.J., 1991. *Soils in the Urban Environment*. Blackwell, Oxford.
- Carter E.A., Aust W.M., Burger J.A., 2007. Soil strength response of select soil disturbance classes on a wet pine flat in South Carolina. *Forest Ecol Manag.* 247:131-139.
- Cheatle, R.J. 1991. Tree growth on compacted Oxisol. *Soil Tillage Res.* 19: 331–344.
- Closa I., Goicoechea, N., 2010 Seasonal dynamics of the physicochemical and biological properties of soils in naturally regenerating, unmanaged and clear-cut beech stands in northern Spain. *Eur J Soil Biol* 46:190-199.
- Conlin, T.S.S., Van Den Driesche, R., 1996. Short-term effects of soil compaction on growth of *Pinus contorta* seedlings. *Can. J. For. Res.* 26:727–739.
- Corns, I.G.W., 1988, Compaction by forestry equipment and effects on coniferous seedling growth on four soils in the Alberta foothills, *Can. J. For. Res.* **18**, pp. 75–84.
- Croke, J., Hairsine, P., Fogarty, P., 2001. Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion and delivery rates with time. *Forest Ecology and Management* 143: 3-12
- da Silva S.R., de Barros, N.F., da Costa, L.M., Leite, F.P., 2008. Soil compaction and eucalyptus growth in response to forwarder traffic intensity and load. *Rev Bras Cienc Solo* 32:921-932.
- Demir, M., Makineci, E., Yilmaz, E., 2007. Investigation of timber harvesting impacts on herbaceous cover, forest floor and surface soil properties on skid road in an oak (*Quercus petraea* L.) stand. *Building and Environment* 42 1194–1199.
- Douglas, J. T., Crawford, C.E., 1993. The response of a ryegrass sward to wheel traffic and applied nitrogen. *Grass Forage Sci.* 49: 99–100.
- Driscoll, K.G., Arocena, J.M., Massicotte, H.B., 2009. Post-fire soil nitrogen content and vegetation composition in sub-boreal spruce forests of British Columbia's central interior, Canada. *Forest Ecology and Management*, Vol: 121 3:227-237.
- Eroğlu, H., Sarıyıldız, T., Acar, H.H. Tilki, F., Akkuzu, E., Küçük, M., Yolasığmaz, H.A., Sönmez, T., Özkaya, M.S., 2009. Artvin Yöresi Ormanlarında Gerçekleştirilen Bölmeden Çıkarma ve Yol Yapımı Çalışmalarından Kaynaklanan Zararların Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK 106 O 054 nolu proje sonuç raporu. S:14-15
- Frey, B., Kremer, J., Rüdter, A., Sciacca, S., Matthies, D., Lüscher, P., 2009. Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. *European Journal of Soil Biology*, 45, 312-320.
- Froehlich, H.A., D.W.R., Miles, R.W. Robbins, 1986. Growth of young *Pinus ponderosa* and *Pinus contorta* on compacted soil in central Washington. *For. Ecol. Manage.* **15**, pp. 285–294
- Gomez, A., Powers, R.F., Singer, M.J., Horwath, W.R., 2002. Soil compaction effects on growth of young Ponderosa pine following litter removal in California's Sierra Nevada, *Soil Sci. Soc. Am. J.* **66**, pp. 1334–1343.
- Greacen, E.L., Sands, R., 1980. Compaction of forest soils: a review. *Aust. J. Soil Res.* **18**, pp. 163–189.
- Han S.K., Han, H.S., Page-Dumroese D.S., Johnson L.R., 2009. Soil compaction associated with cut-to-length and whole-tree harvesting of a coniferous forest. *Can J Forest Res* 39:976-989.
- Hillel, D.L. 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Press, New York.
- Huang, J., Lacey, S.T., Ryan, P.J., 1996. Impact of forest harvesting on the hydraulic properties of surface soil, *Soil Sci.* 161, pp
- Jenkinson, D.S., Rayner, J.H., 1977. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classic experiments, *Soil Sci.* pp. 298–305.
- Jim, C.Y., 1987. Camping impacts on vegetation and soil in a Hong Kong country park. *Applied Geography*, 7,
- Kissling, M., Hegetschweiler, K.T., Rusterholz, H.P., Baur, B., 2009. Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organic matter and soil microbial processes in suburban beech forests. *Applied Soil Ecology* 42 303–314
- Korkmaz, N., Karadeniz, N., 2004. Nallıhan-Hoşbebe Orman İçi Dinlenme Yerinin Rekreasyon Kaynaklarının Geliştirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 10 (1) 24-30
- Kozłowski, T.T., 1972. *Water Deficits and Plant Growth*, Vol. III, pp.1–64. Academic Press, New York.
- Kozłowski, T. T. 1982. Water supply and tree growth. Part II. Flooding. *For. Abstr.* 43: 145–161.
- Kozłowski, T.T., Kramer, P.J., Pallardy, S.G., 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press, San Diego, CA.
- Kozłowski, T.T., 1999. Soil compaction and growth of woody plants, *Scand. J. For. Res.* 14, pp. 596–619
- Kozłowski, T.T., Pallardy, S.G., 1997. *Growth Control in Woody Plants*. Academic Press, San Diego, CA
- Lal, R., Russel, E.W., 1981. *Tropical Agricultural Hydrology*, pp. 153–161. Wiley, New York.
- Li, Q., Allen, H.L., Wilson, C.A., 2003. Nitrogen mineralization dynamics following the establishment of a loblolly pine plantation, *Can. J. For. Res.* **33**, pp. 364–374
- Li, Q., Allen, H.L., Wollum II, A.G., 2004. Microbial biomass and bacterial functional diversity in forest soils: effects of organic matter removal, compaction, and vegetation control. *Soil Biology & Biochemistry* 36: 571–579.
- Liang, J., Zhang, J., Wong, M.H., 1996. Stomatal conductance in relation to abscisic acid concentrations in two tropical trees, *Acacia confusa* and *Litsea glutinosa*. *Plant Cell Environ.* 19: 93–100.
- Lowery, B., Schuler, R.T., 1991. Temporal effects of subsoil compaction on soil strength and plant growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 216–223.

- Mataix-Solera J, Cerdà A, Arcenegui V, Jordán A, Zavala LM., 2011. Fire effects on soil aggregation: A review. *Earth-Science Reviews* 109:44-60.
- Mingyu, Y., Hens, L., Xiaokun, O., De Wulf, R., 2009. Impacts of recreational trampling on sub-alpine vegetation and soils in Northwest Yunnan, China *Acta Ecologica Sinica* 29 171–175
- Mitchell, M.L., Hassan, A.E., Davey, C.B., Gregory, J.D., 1982. Loblolly pine growth in compacted greenhouse soils. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 25: 304–307, 312.
- Mulholland, B. J., Black, C.R., Taylor, I.B., Roberts, J.A., Lenton, J.R., 1996. Effect of soil compaction on barley (*Hordeum vulgare*) growth. I. A possible role for ABA as a root sourced chemical signal. *J. Exp. Bot.* 47: 539–549.
- Nugent, C., Kanali, C., Owende, P.M.O., Nieuwenhuis, M., Ward, S., 2003. Characteristic site disturbance due to harvesting and extraction machinery traffic on sensitive forest sites with peat soils. *Forest Ecology and Management*, Vol:180 (1-2), pp:85-98.
- Osborne, D.J. 1976. Control of cell shape and cell size by the dual regulation of auxin and ethylene. In *Sunderland, Perspectives in Experimental Botany*, pp. 89–102. Pergamon Press, Oxford
- Pickering, C.M., Hill, W., Newsome, D., Leung, Y.F., 2010. Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America. *Journal of Environmental Management* 91: 551–562
- Price K., Jackson, C.R., Parker, A.J., 2010. Variation of surficial soil hydraulic properties across land uses in the southern Blue Ridge Mountains, North Carolina, USA. *J Hydrol* 383:256-268.
- Rolf, R.K., 1994. A review of preventative and loosening measures to alleviate soil compaction in tree planting areas. *Arboricult. J.* 18: 431–448.
- Schmidt, M.W., Noack, A.G., 2000. Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications and current challenges. *Global Biochemical Cycles*, 14: pp. 777–793.
- Snyman, H.A., 2003. Short-term response of rangeland following an unplanned fire in terms of soil characteristics in a semi-arid climate of South Africa. *J. Arid Environ.* 55 (1), 160–180.
- Soane, B.D., Van Ouwerkerk, C., 1994. *Soil compaction in crop production*. Elsevier, London.
- Sparling, G.P., 1992. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Aust. J. Soil Res.* 30, pp. 195–207
- Stone, D.M., Elioff, J.D., 2000. Soil disturbance and aspen regeneration on clay soils: three case histories. *Forest Chron.* 76, 747–752.
- Tan, X., Chang, S.X., Kabzems, R., 2005. Effects of soil compaction and forest floor removal on soil microbial properties and N transformations in a boreal forest long-term soil productivity study. *Forest Ecology and Management* Volume 217, Issues 2-3, p: 158-170
- Tan, X., Kabzems, R., Chang, S.X., 2006. Response of forest vegetation and foliar $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ to soil compaction and forest floor removal in boreal aspen forest. *Forest Ecology and Management* 222, 450-458.
- Tan, X., Chang, S.X., 2007. Soil compaction and forest litter amendment affect carbon and net nitrogen mineralization in a boreal forest soil. *Soil & Tillage Research* 93 77–86.
- Tardieu, F., 1994. Growth and functioning of roots and of root systems subjected to soil compaction: towards a system with multiple signalling. *Soil Tillage Res.* 30: 217–243.
- Thorud, D.B. Frissell, S.S., 1976. Time changes in soil density following compaction under an oak forest. *Minnesota Forestry Research Note* 257.
- Torbert, H.A., Wood, C.W., 1992. Effects of soil compaction and water-filled porespace on soil microbial activity and N losses. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23: 1321–1331.
- Turgut, B., Aksakal, E.L., Öztaş, T., Babagil, G.E., 2008. Penetrasyon direncine etki eden toprak özelliklerine ait etki katsayılarının çoklu regresyon analizi ile belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 39(1), 115-121
- Turgut, B., Aksakal, E.L., Öztaş, T., 2010. Toprak sıkışmasına bağlı fiziksel ortam özelliklerindeki etkileşimler. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, cilt:4, s:1439-1446.
- Uzun, S., Müderrisoğlu, H., 2010. Kırsal rekreasyon alanlarında kullanıcı memnuniyeti: Bolu gölcük ormanı dinlenme yeri örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri:A, Sayı:1, s:67-82.
- Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A.R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C., Selavaradjou, S.K., 2004. Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection EUR 21319 EN/6, Office for Official Publication of the European Communities, Luxembourg, 872.
- Verdú, M., Garcia-Fayos, P., 1996. Nucleation processes in a Mediterranean bird-dispersed plant, *Funct. Ecol.* 10 , pp. 275–280
- Whalley, W.R., Dumitru, E., Dexter, A.R., 1995. Biological effects of soil compaction. *Soil Tillage Res.* 35:53–68.
- Wieniarska, J., Lipecki, J., Stanek, R., Kesik, T., 1987. The effects of soil compaction due to machinery operation on a raspberry plantation. *Fruit Sci. Rep. (Skierniewice)* 14 (2): 71–78.
- Yıldız, A., Esen, D., Karaoz, Ö.M., Sarginci, M., Topraka, B., Soysal, Y., 2010. Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from Eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea region. *Applied Soil Ecology* 45, 49–5.

Yazar rehberi

Yazarlar makaleyi A4 ebadında, Times New Roman yazı tipinde 12 punto büyüklüğünde hazırlamalıdır. Makale düz metin şeklinde hazırlanmalı ve zorunlu olmadıkça hiçbir özel format kullanmamalıdır. 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 ve çizelge ve şekillerle birlikte toplam 10 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 altında kullanılabilir.
- **Sembol 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 kaynaklar parantez içinde yazarların soyadları, yayın yılı şeklinde verilmelidir (Örnek: Berkel, 1970). Metin sonundaki kaynaklar alfabetik-kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır.
- **Çizelge ve şekiller:** Bütün çizelge ve şekiller metin içerisinde atıf alışı sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve metnin sonuna sırasıyla eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller mümkün olduğu kadar sade olmalı, içerilerindeki metin, rakam, sembol vb. unsurlar hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır.
- **Makalenin gönderilmesi:** Dergimizin bütün hakemlik ve yayıncılık işlemleri elektronik sistem üzerinden yürütülmektedir. Dergimize yayın göndermek isteyen yazarların öncelikle dergimizin "[web sitesine](#)" girerek "[kayıt](#)" ekranından üye olmaları gerekmektedir. Kayıtlı yazarlarımız sisteme "[giriş](#)" yaptıktan sonra, makalelerini ve hakem önerilerini de içeren "[üst yazı](#)" formunu sisteme yüklemelidirler. Hakemlik süreci sonunda kabul alan makaleler için yayın haklarının dergimize devredildiğini belirten bir "[telif hakkı devir formu](#)" doldurulmalıdır.

Daha fazla bilgi için, yazarlarımız geçmiş sayılarımızı inceleyebilir veya editörlerimizle iletişime geçebilirler.

Instructions for authors

Authors should prepare their manuscripts in A4 size paper, with Times New Roman font and 12 pt font size. Manuscript should be written as plain text and unless necessary, no special formatting should be used. Page and line numbers should be into the manuscript. Please check out the explanations below for other details:

- **Cover page:** Cover page should include title if the manuscript, names of the authors and contact information for 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 10 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.
- **Literature cited:** In the text, literature should be given within a parenthesis including last name of the author and year of the publication (for example: Berkel, 1970). At the end, it should be ordered alphabetically and chronologically.
- **Tables and figures:** All tables and figures should be numbered in the order of their appearance 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 both in print and electronic versions.
- **Submission of a manuscript:** In our journal, all review and publishing processes are conducted within an electronic system. Authors who want to submit their manuscript to our journal should first visit our "[web page](#)" and "[register](#)" as an author. Then, our registered members can "[log in](#)" to the system and upload their manuscript and "[cover letter](#)", containing their suggested referees. At the end of the review process, authors should also fill out and submit a "[copyright transfer form](#)" if their manuscript is accepted for publication.

For more information, authors can examine our previous papers or they can contact our editors.

