



Orman Fakültesi Dergisi

Yil
Year 2014

Cilt
Volume 15

Sayı
Number 2

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 Gürlevik, Yrd.Doç.Dr.

Yardımcı editörler

A. Alper Babalık, Yrd.Doç.Dr.
Halil Özgüner, Doç.Dr.
Halil Turgut Şahin, Prof.Dr.
H. Oğuz Çoban, Yrd.Doç.Dr.
Mehmet Korkmaz, Doç.Dr.
Yılmaz Çatal, Doç.Dr.
Tuğba Yılmaz Aydın, Arş.Gör.
Zeynep Akgül Gök, Arş.Gör.
Süleyman Uysal, Uzman

Kapak ve logo tasarımı

Oğün Ç. Türkay, Orm.Yük.Müh.

Baskı

SDÜ Basımevi – Isparta

İletişim

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

Danışma kurulu

Ali Naci Tankut, Prof.Dr., Bartın Üniversitesi, Türkiye
Alois Skoupy, Prof.Dr., Mendel Üniversitesi, Çek Cumhuriyeti
Arif Karademir, Prof.Dr., Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye
Asko Lehtijarvi, Doç.Dr., Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye
Aydın Tüfekçioglu, 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 Üniversitesi, ABD
Gökhan Abay, Prof.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
Nilgül Karadeniz, Prof.Dr., Ankara Üniversitesi, Türkiye
Osman Karagüzel, Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Sadık Artunç, Prof.Dr., Mississippi State Üniversitesi, ABD
Veli Ortaçşeme, 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.



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 Gürlevik, Asst.Prof.Dr.

Subject editors

A. Alper Babalık, Asst.Prof.Dr.
Halil Özgüner, Assoc.Prof.Dr.
Halil Turgut Şahin, Prof.Dr.
H. Oğuz Çoban, Asst.Prof.Dr.
Mehmet Korkmaz, Assoc.Prof.Dr.
Yılmaz Çatal, Assoc.Prof.Dr.
Tuğba Yılmaz Aydın, Res.Asst.
Zeynep Akgül Gök, 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
Web address : <http://edergi.sdu.edu.tr>
E-mail : ofdergi@sdu.edu.tr

Advisory board

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

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.

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Seydişehir İlçesi, Toros Göknarı meşcerelerinde *Heterobasidion abietinum* tarafından kaynaklanan çürüklüğün gövde içindeki gelişimi ve mücadelesi
Tuğba Doğmuş-Lehtijärvi, Ayşe Gülden Aday Kaya, Funda Oskay, Asko Lehtijärvi 94-101
- Ağlasun yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında tek ağaçlarda çap artımının modellenmesi
Serdar Carus, Yalçın Gülden 102-107
- Yerel halkın çevre sorunlarına yaklaşımları ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma: Boğaçayı Havzası örneği
Nilüfer Yazıcı, Süleyman Karagül 108-113
- Afyonkarahisar-Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal suları ile emprenyeli karaçam (*P. nigra* Arnold.) ve kızılçam (*P. brutia* Ten.) diri odunlarında bazı özelliklerin incelenmesi
Ahmet Ali Var, Ahmet Genç, İbrahim Kardeş 114-122
- Sakarya ili mobilya imalatçılarında iş sağlığı ve iş güvenliği üzerine bir inceleme
Tarık Gedik, Ahmet İlhan 123-129
- Korunan doğal alanlarda ziyaretçilerin olası etki düzeyleri önlem ve standartların belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı örneği)
Sibel Akten, Atila Gül 130-139
- Bartın İli örneğinde yeşil alanların ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma
Ercan Gökyer, Bayram Cemil Bilgili 140-147
- Suyun mekanın sosyal boyutu üstüne yansımaları: Farklı su öğeleri ve ilişkili oldukları etkinlikler
Tuğba Düzenli, Sema Mumcu, Serap Yılmaz, Ali Özbilen 148-157

Derleme

- Emisyon ticaret sistemi için kurumsal modelin geliştirilmesi: Türkiye karbon piyasası yaklaşımı
Çağlar Başsüllü, Ahmet Tolunay 158-167
- Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği
Seyit Sayın, Coşkun Okan Güney, Abdullah Sarı 168-175
- Odunun işlenmesinde yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili faktörler
Sebahattin Tiryaki 176-182
- Geri kazanılmış sekonder liflerin yeniden kullanılması üzerine bir inceleme
H. Turgut Şahin 183-188
- Peyzaj tasarımı yeni bir süreç: GeoTasarım
Abdullah Akpınar 189-195

CONTENTS

Research

- Extend of trunk decay caused by and control of *Heterobasidion abietinum* in Taurus Fir Stands in Seydişehir
Tuğba Doğmuş-Lehtijärvi, Ayşe Gülden Aday Kaya, Funda Oskay, Asko Lehtijärvi 94-101
- Modelling of diameter increment on brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Ağlasun region
Serdar Carus, Yalçın Gülden 102-107
- An investigation on approaches of resident on environmental problems and proposal of solving: Case of Boğaçayı Watershed
Nilüfer Yazıcı, Süleyman Karagül 108-113
- Investigation of some properties of Afyonkarahisar–Ömer–Gecek–Gazlıgöl geothermal waters-impregnated Crimean pine (*P. nigra* Arnold.) and Turkish red pine (*P. brutia* Ten.) sapwoods
Ahmet Ali Var, Ahmet Genç, İbrahim Kardeş 114-122
- A study on occupational health and safety in furniture manufacturers in Sakarya province
Tarık Gedik, Ahmet İlhan 123-129
- The determination of measures, standards and effects levels of visitors of the protected areas (In case of Gölcük Nature Park)
Sibel Akten, Atila Gül 130-139
- A research on evaluation of accessibility of green spaces: The case of Bartın Province
Ercan Gökyer, Bayram Cemil Bilgili 140-147
- Water reflections on the social dimension of place: Different waterscapes and related activity patterns
Tuğba Düzenli, Sema Mumcu, Serap Yılmaz, Ali Özbilen 148-157

Review

- Development of an institutional model for emission trading system: An approach to the carbon market of Turkey
Çağlar Başsüllü, Ahmet Tolunay 158-167
- Occupational health and safety in forest fires
Seyit Sayın, Coşkun Okan Güney, Abdullah Sarı 168-175
- Effecting factors on surface roughness in wood machining
Sebahattin Tiryaki 176-182
- A study on recovered secondary fiber for reuse
H. Turgut Şahin 183-188
- A new process in landscape design: GeoDesign
Abdullah Akpınar 189-195

Seydişehir İlçesi, Toros Göknarı meşcerelerinde *Heterobasidion abietinum* tarafından kaynaklanan çürüklüğün gövde içindeki gelişimi ve mücadelesi

Tuğba Doğmuş-Lehtijärvi^{a,*}, Ayşe Gülden Aday Kaya^b, Funda Oskay^c, Asko Lehtijärvi^d

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

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Yenişarbademli MYO, Yenişarbademli, Isparta

^c Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

^d Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa

* İletişim yazarı/Corresponding author: tugbadogmus@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received:08.01.2014, Kabul tarihi/Accepted: 03.04.2014

Özet: Bu çalışmada, Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan karışık ve saf Toros göknarı meşcerelerinde bazı biyolojik etmenlerin ve kimyasalların, göknarlarda kök ve alt gövde çürüklüğüne neden olan *Heterobasidion abietinum*'u engelleme üzerine etkileri ve bu ağaç türünde çürüklüğün gövde içindeki gelişimi araştırılmıştır. Arazi denemelerinde biyolojik mücadele etmenleri olarak, birer adet *Trichoderma harzianum* ve *Phlebiopsis gigantea* izolatu, kimyasallar olarak %30 üre (Tekkim) sulu solüsyonu ve boraks tozu kullanılmıştır. Çürüklüğün ağaç içindeki gelişiminin tespitine yönelik gerçekleştirilen çalışmada, biyolojik ve kimyasal muamelelerin yapıldığı alanlardan seçilen ağaçlardan, 1'er m aralıklarla diskler kestirilmiştir. Dip kütüğü seviyesinden başlayarak, her bir ağaçtan altı adet, toplamda 120 adet disk, laboratuvar koşullarında *H. annosum* s.l.'a ait konidioforların varlığı açısından incelenmiştir. Toros göknarı meşcerelerinde *H. abietinum*'a karşı kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinin araştırıldığı bu denemelerde sırasıyla, üre, *T. harzianum*, boraks ve *P. gigantea* ile %98,90- 96,37- 96,25 ve 72,32 ortalama değerleri ile kontrole göre koruyuculuk sağlanmıştır. Bunun yanı sıra, patojen tarafından meydana getirilen çürüklüğün gövde içerisinde 5,5 m yüksekliğe kadar ulaştığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *H. abietinum*, Toros göknarı, Konya-Seydişehir, Çürüklük, Biyolojik mücadele

Extend of trunk decay caused by and control of *Heterobasidion abietinum* in Taurus Fir Stands in Seydişehir

Abstract: This study was conducted in *Abies cilicica* stands in Seydişehir Forestry Enterprise of Konya Regional Directorate of Forestry. The aim of the study was to determine the efficacy of selected biological and chemical control agents against establishment of the root and butt rot pathogen *Heterobasidion abietinum*. In field trials, spore solutions of *Trichoderma harzianum* and *Phlebiopsis gigantea* isolates, 30% aqueous urea solution and borax powder were applied onto the freshly cut *A. cilicica* stumps. Within one hour after the treatments the stumps were inoculated with the pathogen. In order to evaluate the growth of the fungus inside the trunk, living trees were cut into six 1-m-long sections starting from 0.5 m height. Approximately 2-cm-thick discs were then taken from the bottom of each section. A total of 120 disks, collected from the study areas, were investigated for the presence of the conidiophores of *H. abietinum* in the laboratory. The mean efficacies of urea, *T. harzianum*, borax and *P. gigantea* were 98.8, 96.4, 96.3, and 72.3%, respectively. The decay inside the trunk caused by the pathogen reached up to 5.5 meters.

Keywords: *H. abietinum*, Taurus fir, Konya-Seydişehir, Decay, Biological control

1.Giriş

Heterobasidion kompleksi içinde yer alan türler, Kuzey Yarımküre'de özellikle konifer ağaç türlerinde ciddi zararlara neden olurlar (Korhonen ve Piri, 1994). *Heterobasidion annosum* sensu lato, enfekte ettiği konukçunun türüne bağlı olarak, ağacın kök ya da gövdesinde gelişerek çürüklüğe neden olmaktadır (Asiegbu vd., 2005). Eğer çürüklük, kök sisteminde meydana geldiyse, üst aksamda solgunluk, ibrelerde renk değişimi ve ağaçta yıllara bağlı olarak gelişen artım kayıpları, şiddetli durumlarda ise ölüm gerçekleşir. Bu tip belirtiler, *Heterobasidion annosum* s.s. (Fr.) Bref. tarafından çoğunlukla çam türlerinde oluşturulmaktadır (Korhonen, 1978; Piri vd., 1990; Swedjemark ve Stenlid, 1995).

Kök kaynaşması yolu ile bir ağaçtan diğerine ulaşan fungal etmen, hastalıklı kökten, sağlıklı köke, buradan

gövde ve öz odununa ulaşmaktadır. Ağaç içinde bu şekilde ilerleyen fungus, ağacın en değerli kısmı olan alt gövde ve gövde odununu çürütmekte ve ciddi ekonomik kayıplara sebebiyet vermektedir. Bu tip çürüklük daha çok *Abies* ve *Picea* türlerinde, sırasıyla *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen ve *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen tarafından oluşturulmaktadır (Stenlid ve Wasterlund, 1986). *Abies* ve *Picea*'da gövde çürüklüğünün ağaçlarda Avrupa'da 10 (Stenlid ve Wasterlund, 1986; Bendz- Hellgren vd., 1998; Edman ve Jonsson, 2001), ülkemizde 5 m'ye (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2007a, b; 2008) çıkabildiği tespit edilmiştir.

H. annosum sensu lato tarafından oluşturulan çürüklük meşcereye veya ağaca dışarıdan bakılarak tespit edilememektedir (Greig, 1998). *Picea abies* L. üzerinde yapılan bir çalışmada, Vollbrecht ve Agestam (1995), bu tip belirtilerin ancak meşcerenin genel sağlık durumu ile ilgili

olarak yol gösterici nitelikte olabileceğini belirtmektedir. Ağaç içindeki çürüklüğün tespiti için bazı metotlar geliştirilmiş olmakla beraber, kullanılan ekipmanlar ve yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve/veya dezavantajları bulunmaktadır. Dikili ağaçlardaki odun çürüklüğünün ölçümünde kullanılan cihazlar; Johnstone vd., (2010)'e göre; i) elektriksel iletkenliği ve ii) mekanik direnci ölçen, iii) sonik ve ultrasonik cihazlar, iv) artım kalemlerini kullanan cihazlar, v) bilgisayarlı tomografi cihazları olmak üzere 5 kategoride sınıflandırılmaktadır (Çizelge 1). Kullanılan metotların çoğu artım burgusu ya da özel delici aletler içerdiğinden, ağacın gövdesinde yaraların oluşmasına neden olmaktadır. Bu alanlar da fungus, böcek vb. biyotik kaynaklı etmenlerin ağaca girişini, dolayısıyla ağacın tahribini kolaylaştırmaktadır (Greig, 1998). Bu ekipmanlar arasında shigometre, bir çok ülkede uzun yıllardır ağaçta var olan çürüklüğün tespitinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Skutt vd., 1972; Shigo ve Shigo, 1974; Tattar, 1974; Tattar, 1976; Blanchard ve Shortle, 1977; Shigo vd., 1977; Shortle, 1979; Blanchard ve Carter, 1980; Shortle, 1982; Shigo ve Shortle, 1985). Doğmuş- Lehtijärvi vd (2007b), Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* (Mattf.) Coode & Cullen) shigometre ve artım burgusunun *H. annosum* s.l. ve diğer funguslardan kaynaklanan kök ve alt gövde çürüklüğünün tespitinde kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmalarında, artım burgusunu ve shigometreyi bu amaca yönelik kullanarak güvenilirliklerini karşılaştırmışlardır. Ancak, aynı ağaçtan alınan örneklerde, bu iki yöntemden elde edilen sonuçlarının birbirini tutmadığını, yani

Shigometre tarafından çürüklüğü tespit edilen ağaçta aslında göknarlarda sıklıkla görülen "ıslak odun oluşumundan" etkilenmiş olabileceğine dikkat çekmişlerdir (Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2007b).

Göknar, ladin ve çamda, *Heterobasidion* türlerinin neden olduğu zararlar farklılık göstermekle beraber, hastalığın gelişimini engellemek için alınan tedbirler prensipte aynıdır. Bu amaçla, kesik dip kütüğü yüzeyine uygulanan biyolojik kökenli etmenler ve bazı kimyasallar hastalık etmeninin mücadelesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Pratt vd., 1998; Berglund ve Rönnerberg, 2004). Ülkemizde farklı göknar alanlarında gerçekleştirilen mücadele çalışmaları, hastalığın en etkili biçimde üre ile kontrol edilebildiğine işaret etmektedir (Lehtijärvi vd., 2009; Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2010a,b; Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2011; Lehtijärvi vd., 2011, Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2012).

Aralama, tıraşlama gibi silvikültürel müdahaleler esnasında ağaçlarda var olan çürüklüğün, ağaç içerisinde aldığı mesafe belirlenebilir. Bu ağaçlardan alınan odun diskleri üzerinde oluşan fungusla ait eşeysiz sporlar, bu disklerde çürüklüğe neden olan fungusların tespitinde kullanılmaktadır (Piri ve Valkonen, 2013; Pratt ve Redfern 2001; Tubby vd., 2008). Bunun yanında günümüzde DNA esaslı metotlar yardımıyla, odundan alınan küçük bir parçada hangi fungal etmen ya da etmenlerin bulunduğu ortaya koyulabilmektedir (Vainio vd., 2005; Guglielmo vd., 2007; Nicolotti vd., 2009; Guglielmo vd., 2010).

Çizelge 1. Ağaçlarda çürüklük tespitinde kullanılan cihazlar (Mattheck ve Breloer, 1994; Costello ve Quarles, 1999; Lawday ve Hodges, 2000; Axmon vd., 2004; Lin vd., 2008; Johnstone vd., 2010)

Tip	Adı	Üretici firma
Ultrasonik	Arbosonik çürüklük dedektörü (Arborsonic Decay Detector)	Fujikura Europe, İngiltere
	James "V" Meter	James Instruments, Chicago, IL
	Sylvatest	Sandes SA, İsviçre
	FAKOPP Ultrasonic Timer	FAKOPP Ent., Macaristan
Stres dalga sayacı (Stress Wave Timer)	Picus Sonic Tomograph	Fujikura Europe, İngiltere
	Metriguard Model 239A	Metriguard, Pullman, WA
	FAKOPP Microsecond Timer	FAKOPP Ent., Macaristan
	FAKOPP 2D Microsecond Timer	FAKOPP Ent., Macaristan
Mikro-matkap (Microdrill)	IML Impulse Hammer	IML, Almanya
	SIBTEC Digital microProbe	Sibert Technology, İngiltere
Elektriksel direnç (Electrical Resistance)	IML Resistograph	IML, Almanya
	Shigometer	Osmose Wood Preserving, Buffalo, NY
Mekanik	Fractometer I and II	IML Almanya
	Portable Compression Meter	
Görsel	Increment Borer	Çeşitli
Elle (manuel)	Plastic çekik	Çeşitli

Bu çalışmada, Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan Toros göknarı meşcerelerinde bazı biyolojik ve kimyasal ajanların *Heterobasidion annosum* s.l'dan kaynaklanan çürüklüğü engelleme üzerine etkileri test edilmiş ve kesilen ağaçlardan alınan disklerde hastalık etmeninin varlığına bakılarak, çürüklüğün bu ağaç türünde gövde içindeki gelişimi tespit edilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Kimyasal ve biyolojik mücadele denemeleri Ekim 2010'da, Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan Toros göknarı meşcerelerinde kurulmuştur (Çizelge 2). Denemelerde kesilen göknarların göğüs yüksekliğindeki ve dip kütüğü seviyesindeki ortalama çapları sırasıyla 15,5 ve 16,2 cm'dir.

Arazi denemelerinde SDÜ Orman Fakültesi Dendroklinik Laboratuvarında muhafaza edilen birer adet *Trichoderma harzianum* Rifai (Tr. Kar.07.05, *A. nordmanniana* orijinli) ve *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich (*Pinus brutia* orijinli) izolatları, %30 üre (Tekkim) sulu solüsyonu ve boraks tozu (Sodyum tetraborat dekahidrat - Na₂B₄O₇.Tekkim, Türkiye) kullanılmıştır. Üre, *T. harzianum* ve *P. gigantea* uygulamaları 0,5 ml'lik el spreyi ile boraks tozu ise kütük yüzeyine serpilerek gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal ve biyolojik mücadele etmenlerin dip kütüklerine uygulanışı

Kimyasal ve biyolojik mücadele etmenleri kesim işlemlerinin yürütüldüğü dönemde uygulanmıştır. Üre, boraks, 2 adet biyolojik kontrol etmeni ve kontrol uygulamalar her bir alanda 5'er tekrarla temsil edilmiştir. Dört alanda toplam 100 ağaç üzerinde denemeler yürütülmüştür. Kimyasal ve biyolojik mücadelenin uygulanacağı ağaçların tamamıyla sağlıklı olmalarına dikkat edilmiştir ve uygulamalar ağaçlar kesildikten sonra en fazla 1 saat içinde yapılmıştır. Kesik yüzey bir fırça yardımıyla temizlendikten sonra, her bir kütük numaralandırılmıştır. Kimyasalların ve biyolojik preparatların uygulama miktarları, kütüklerin yüzey alanları dikkate alınarak belirlenmiştir (Berglund ve Rönnberg, 2004).

Biyolojik uygulamalarda kullanılan antagonistik funguslar 1 hafta süre ile, 23°C' da PDA (Patates Dekstroz Agar, Merck) besi ortamında geliştirilmiştir (Berglund vd., 2005). Arazi uygulamalarında *T. harzianum* ve *P. gigantea*'nin spor süspansiyonları (106/ml ve 104/ml) kullanılmıştır. Spor süspansiyonları, kütük uygulamalarının hemen öncesinde hazırlanmıştır.

Sulu çözelti olarak kullanılan üre (%30), arazide büyük fiçılar içerisinde hazırlanmıştır. Her bir kütük yüzeyinin alanı hesaplanarak, 0,1 ml/cm² olacak şekilde kütüklerin üzerine el spreyi ile püskürtülmüştür (Nicolotti ve Gonthier, 2005). Toz formundaki boraks, 100g/m² olacak şekilde tüm kütük yüzeyine serpilmiştir (Nicolotti ve Gonthier, 2005) Ardından el spreyi ile çeşme suyu püskürtülerek boraksın kütük yüzeyine yerleşmesi kolaylaştırılmıştır.

Biyolojik ve kimyasal uygulamaların ardından kütük yüzeylerine *Heterobasidion abietinum* izolatu (10⁴/ml) el spreyi ile verilmiştir (Pratt ve Redfern, 2001; Tubby vd., 2008). Toplamda 100 ağacın kesilerek biyolojik ve kimyasal uygulamaların gerçekleştirildiği denemelerde her bir uygulama 5 tekrarla temsil edilmiştir. Kontrol olarak kesilen ağaçlara yalnızca patojen uygulaması yapılmıştır.

Uygulamaların tümü altı ay sonra değerlendirilmiştir. Her bir ağacın dip kütüğünün üzerinden önce 2-3 cm kalınlığında bir parça kesilerek atılmış ve devamından alınan 1 cm kalınlığındaki disk, arazide kilitli naylon torbaya koyulmuştur. Diskler fungal etmenin konidi oluşumunu teşvik etmek amacıyla, bir hafta süreyle 24°C'de inkubasyona tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda, her bir diskin üzerine 1cm²'lik karelere ayrılmış transparan kağıtlar yerleştirilmiştir. Disklere stereo-mikroskop altında bakılarak *Heterobasidion*'a ait konidioforların görüldüğü alanlar işaretlenmiştir (Korhonen, 2003). Bu alanların yüzölçümü diskin toplam yüz ölçümüne oranlanarak, uygulamaların enfeksiyon yüzdeleri ve kontrol ile kıyaslanarak % etkililikleri hesaplanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS istatistik programında %5 güven sınırı ile analiz edilmiştir.

2.2.2. Çürüklüğün ağaç içindeki gelişiminin tespiti

Çürüklüğün ağaç içindeki gelişiminin tespitinde, kimyasal ve biyolojik muamelelerin yapıldığı 4 alandan rastgele seçilen 5'er adet ağaç, dip kütüğü seviyesinden başlayarak 0,5- 1,5- 2,5- 3,5- 4,5- 5,5. metrelerden bölümlere ayrılmış ve her bir bölümün başlangıç kısmından yaklaşık 1 cm eninde bir disk kesilmiştir.

Çizelge 2. 2005-2014 yılları amenajman planına göre deneme alanlarının özellikleri

	1. Alan	2. Alan	3. Alan	4. Alan
İşletme Şefliği	Seydişehir	Seydişehir	Seydişehir	Kızıldağ
Bölme no	426	426	386	371
Aktüel meşcere tipi	ÇkGd1-1	ÇkGcd2	GSc1-T	Gc2
Alanı (ha)	9	24	12,5	48,5
Yapılan kesim türü	Tensil	Tensil	Olağanüstü hasılat	Rehabilitasyon
Koordinatlar	37°14'44'' K 31°54'21'' D	37°14' 50'' K 31 54'18'' D	37°16'18'' K 31° 54' 12'' D	37°23'24'' K 31° 27' 11'' D
Bakı	Güney	Güneydoğu	Güneybatı	Güney
Rakım (m)	1640	1620	1695	1370
Eğim (%)	30	15	25	5
Bonitet	V	V	V	-
Yaş sınıfı	IV	IV	V	IV

Her bir ağaç için 6, toplamda 120 adet disk (4 alan x 5 ağaç x 6 disk) *H. annosum* s.l'nun varlığı açısından laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Diskler yukarıda belirtildiği şekilde işleme tabi tutulmuş ve değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Kimyasal ve biyolojik mücadele etmenlerin *H. abietinum* gelişimi üzerindeki etkisi

Tüm deneme alanlarında kimyasal ve biyolojik mücadele uygulamalarının kontrole göre sırasıyla, ürede,

%96,7- 100 (ort. %98,9), boraksta, %85-100 (ort. %96,3), *T. harzianum*'da , %87- 100 (ort. %96,4) ve *P. gigantea* kullanımında %56- 92 (ort. %72,3) değerleri arasında etkililik sağladığı görülmektedir (Çizelge 3).

3.2. Çürüklüğün Ağaç İçindeki Gelişimi

Bölgelere ayrılan ağaçlardan alınan disklerde, çürüklüğün en fazla 5,5 m yüksekliğe çıktığı saptanmıştır (Şekil 1). Şekil 1'de 3 ve 6 numaralı sütunlarda görülen renk değişikliği, ağaçlarda patojen kolonizasyonunun dip kütüğünden itibaren azaldığına işaret etmektedir (Çizelge 4).

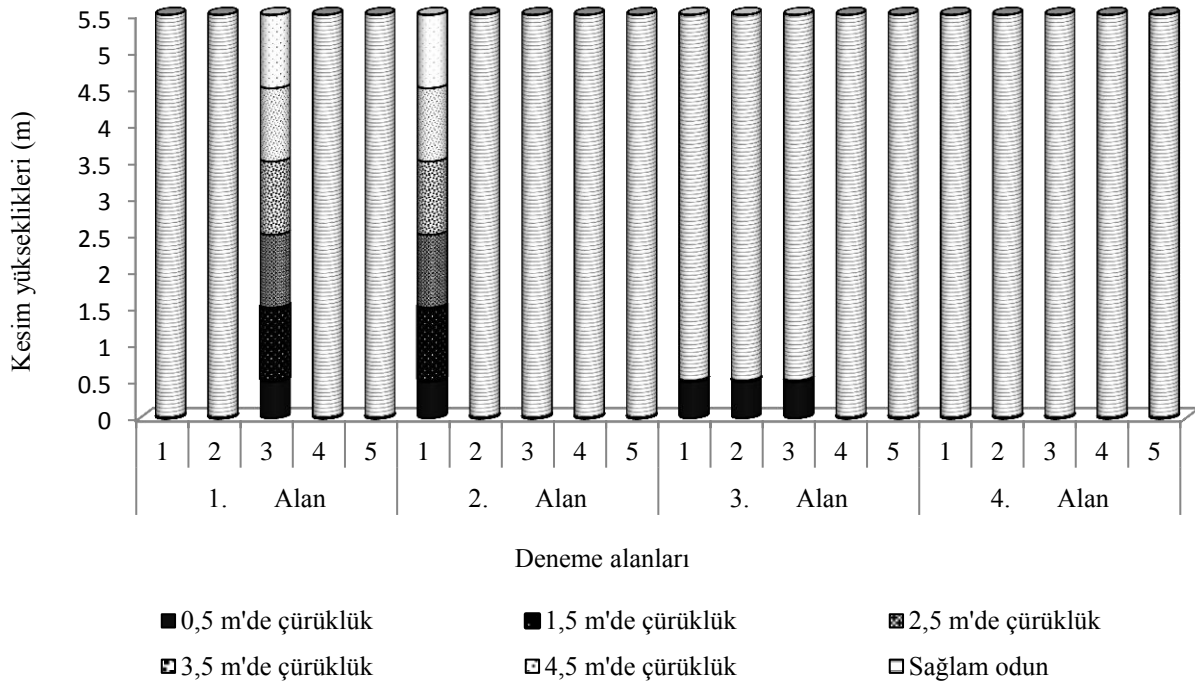
Çizelge 3. Farklı göknar meşcerelerinde denenen kimyasal ve biyolojik mücadele etmenlerinin *H. abietinum* gelişimi üzerindeki etkisi

Uygulama	1. Alan		2. Alan		3. Alan		4. Alan	
	Enfekteli disk alanı ¹ (%)	Etkililik (%)	Enfekteli disk alanı ¹ (%)	Etkililik (%)	Enfekteli disk alanı ¹ (%)	Etkililik (%)	Enfekteli disk alanı ¹ (%)	Etkililik (%)
Üre	0,2	99,5 a A	0,2	99,5 ab A	0,0	100 a A	1,5	96,7 ab B
Boraks	0,0	100 a A	0,0	100 a A	0,0	85 b B	0,0	100 a A
<i>T. harzianum</i>	0,7	98,5 ab AB	0,0	100 a A	0,0	87 ab B	0,0	100 a A
<i>P. gigantea</i>	18,1	61,2 b BC	9,4	80 b B	20,6	56 c C	3,7	92,1 b A
Kontrol	18,6	-	6,4	-	11,9	-	1,6	-

¹ *H. abietinum* ile kolonize olan disk alanının yüzdesi

Duncan testine göre, ortalama değerlerin birbirleri ile olan farklılığı harflerle ifade edilmiştir.

Küçük harfler uygulamalar arasındaki farklılığı, büyük harfler ise alanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p < 0,05).



Şekil 1. Deneme alanlarında çürüklüğün ağaç içerisinde ulaştığı yükseklik

Çizelge 4. İncelenen diskler üzerinde *Heterobasidion abietinum* tarafından kolonize edilen alanının disk alanına oranı (%)

		<i>Heterobasidion abietinum</i> enfeksiyon oranı (%)					
		Ağaç No	3	6	11	12	13
Diskin alındığı yükseklik (m)	0,5	11	14	0,4	0,5	1,2	
	1,5	11	12	0	0	0	
	2,5	10	9,8	0	0	0	
	3,5	9,7	6	0	0	0	
	4,5	9	5	0	0	0	
	5,5	2,5	0,6	0	0	0	

5. Tartışma ve sonuç

Toros göknarında *H. abietinum*' un mücadelesine biyolojik ve kimyasal metotların denendiği bu denemede, Doğmuş- Lehtijärvi ve arkadaşlarından (2012) farklı olarak, *H. abietinum* kesilen ağaçların dip kütüklerine yapay olarak inokule edilmiştir. Diğerinde doğal inokulasyona maruz bırakılan dip kütükleri, bu çalışmadakine benzer şekilde biyolojik ve kimyasal mücadele etmenleri ile bulaştırılmıştır. Üç adet karışık ve bir saf olmak üzere 4 farklı meşcerede gerçekleştirilmesi, biyolojik kontrol etmeni olarak *T. harzianum* yanında, *P. gigantea*'nin de kullanılması, bu çalışmanın Doğmuş- Lehtijärvi ve arkadaşlarından (2012) farklılıkları arasında yer almaktadır.

H. abietinum konidilerinin kütüklere yapay inokulasyonu sonucunda deneme alanlarında sırasıyla ortalama; 1,6- 6,4- 11,9 ve 18,6 oranlarında kolonizasyon yüzdeleri elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu oran kütüklere yapay olarak verilen patojenin spor konsantrasyonu ayarlayarak artırılabilir (Pratt vd., 1998). Bu çalışmada Lehtijärvi vd. 2011'e benzer şekilde patojen fungus, mücadelede kullanılan biyolojik etmenler ve kimyasallardan sonra kütüklere uygulanmıştır. Burada amaç, doğal olarak havada bulunan patojen inokulumunun kesik kütük yüzeyine ulaştığında, kütük yüzeyinde önceden var olan biyolojik ve kimyasal orjinli engellerin etkisinin belirlenmesidir. Hastalık etmeninin mücadelesinde de bu yol izlenmektedir (Holdenrieder ve Greig, 1998, Pratt vd., 1998).

Bu çalışmanın sonuçları, uygulanan muameleler karşısında, *H. abietinum* tarafından kolonize edilen disk alanının, kontrol uygulamalara nazaran kayda değer ölçüde azaltıldığı göstermektedir (Çizelge 3). Bir başka deyişle, kontrol uygulamalarda patojen kolonizasyonu, muamelelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, bugüne kadar farklı alanlarda gerçekleştirmiş olduğumuz diğer çalışmalarinkine benzer niteliktedir (Lehtijärvi vd., 2011; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2012). Patojenin yapay olarak verildiği *A. cilicica* üzerinde gerçekleştirilen denemeler ile (Lehtijärvi vd., 2011) patojenin yine aynı şekilde uygulandığı bu çalışmanın sonuçlarının benzer olduğu, buna karşın patojenin doğal yollarla bulaşmasının beklendiği *A. bornmülleriana* kütükleri üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmanın (Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2012) farklı sonuçlar taşıdığı dikkat çekmektedir. Bunu biraz daha açacak olursak; Bolu'da doğal inokulasyona tabi tutulan kütükler üzerinde üre- 96,3, boraks- 75,8 ve *T. harzianum* 44,9 ortalama yüzde değerleri ile kontrole göre etkililik sağlarken (Doğmuş-

Lehtijärvi vd., 2012), alansal farklılıklar olmakla beraber bu çalışmada, 98,9 yüzde etkililikle üre ilk sırada, 96,4 ve 96,3 yüzde değerleri ile *T. harzianum* ile boraks birbirine yakın ve 72,3 ile *P. gigantea* en sona yer almaktadır (Çizelge 3). Benzer şekilde, Lehtijärvi vd. (2011)'de uygulamaların etkililiği, sırasıyla boraks, üre, *T. harzianum* ve *P. gigantea* için sırasıyla %99,4-98,8-97,5 ve 85,9 gibi yakın değerlerde bulunmuştur. Bu çalışmada ve Lehtijärvi ve ark. 2011'de, uygulamalar arasındaki farklılığın doğal inokulasyona tabi tutulan Doğmuş- Lehtijärvi vd. (2012) da kine nazaran daha az olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum bize doğal olarak patojen inokulasyonuna terkedilen kütüklerde, muameleler arası farklılığın daha dikkat çekici olduğunu göstermektedir.

Biyolojik mücadelede test edilen izolatlar arasında *P. gigantea*'nin, *T. harzianum* ve kullanılan kimyasallar kadar hastalık etmenini engellemede başarı sağlayamadığı görülmektedir. Biyolojik preparat haline getirilerek piyasaya sunulan *P. gigantea*, birçok Avrupa ülkesinde geçmişten günümüze başarılı bir şekilde *Heterobasidion*'dan kaynaklanan enfeksiyonları önleyebilmektedir. Hatta bazı ülkelerde tek ve kesin mücadele yöntemi olarak kullanılmaktadır (Pratt vd., 2000; Vasiliauskas vd., 2004; Annesi vd., 2005; Rönnberg vd., 2006; Tubby vd., 2008). Türkiye'de kızılçam tensil alanından alınan ve laboratuvar koşullarında izole edilen 10 adet *P. gigantea* izolatu SDÜ Orman Fakültesi Dendroklirik Laboratuvarında muhafaza edilmektedir. Daha önceki çalışmalarımızda, bu izolatlar arasındaki genetik farklılıklara bakılmış ve *P. gigantea* izolatlarının aynı meşcereden elde edilmesine rağmen, izolatlar arasında genetik farklılığın bulunduğu görülmüştür (Lehtijärvi vd., 2009; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2010a). *P. gigantea* izolatlarının etkililiği bu arazi çalışmasının dışında da birçok kez araştırılmıştır. Ancak yaptığımız çalışmalar, kızılçam kütüklerinden izole ettiğimiz *P. gigantea* izolatlarının ülkemiz koşullarında göknarlar üzerinde gerçekleştirilen bir seri mücadele çalışmalarında denenilen diğer kimyasallar ve biyolojik kaynaklı etmenler kadar başarılı bulunmadığını göstermektedir. Bunun nedeninin elde edilen izolatların göknar değil, kızılçam kaynaklı olması veya arazi denemelerinin gerçekleştirildiği ekolojik koşulların antagonist fungus için uygun olmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber, *H. abietinum*'a karşı *P. gigantea* ile daha etkili bir biyolojik mücadele, kültür koleksiyonumuzda yer alan genetik özellikleri farklı izolatların ya da kızılçam yerine göknar orjinli olanların denenmesi yoluyla sağlanabilir. Ancak, bu güne kadar yaptığımız arazi çalışmalarında göknarlar üzerinde bu antagonist tespit edilememiştir.

Heterobasidion sp.'den kaynaklanan çürüklüğün ağaç içerisinde ulaştığı noktayı belirlemek amacıyla, arazi denemelerinin yürütüldüğü 4 alanda 5'er ağacın 6 farklı yüksekliğinden alınan toplam 120 disk kontrol edilmiştir. Şekil 1 ve Çizelge 4'te görüldüğü üzere, 3 ve 6 numaralı ağaçlara, 0,5 m yükseklikten başlayan ve 5,5 m'ye kadar azalan oranlarda fungusa rastlanmıştır. Dördüncü alanda fungusun varlığı tespit edilemezken, 3. Alanın 11, 12 ve 13. numaralı ağaçlarında 0,5 m'de *Heterobasidion* sp. konidileri gözlenmiştir (Şekil 1 ve Çizelge 4). Hastalık etmeninin farklı meşcere tiplerindeki yayılışı göz önünde bulundurulduğunda, karışık meşcerelerin saf meşcerelere göre daha avantajlı olduğu bilinmektedir. Bu birçok hastalık için geçerli olup, özellikle *Heterobasidion* gibi toprak altında kök kaynaşması yolu ile diğer ağaçlara bulaşan

hastalıklarda, konukçu ağaç türleri arasındaki mesafe oldukça büyük önem taşımaktadır. Karışık meşcerelerde hastalık etmeninin bu yolla yayılması saf meşcerelere göre daha güç olmaktadır. Dolayısıyla, çalışılan bu alanlar hastalık etmenlerinin varlığı açısından irdelendiğinde, 4 numaralı çalışma alanında *Heterobasidion* 'dan kaynaklanan enfeksiyonun daha yüksek bir oranda olması beklenmektedir. Bir ve 2 numaralı alanlar karışık, 3 numaralı alan ise karışık fakat olağanüstü kesime maruz kalmış meşcere niteliğindedir. Ancak bu çalışma belirtildiği üzere, hastalık etmeninin bu alanlardaki yoğunluğundan ziyade, enfekteli bir ağaç içerisinde ulaşabileceği noktanın belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla, her bir alandan rastgele 5 ağaç türü seçilmiş, toplamda 20 ağaç *Heterobasidion* sp.'nin varlığı açısından incelenmiştir. Alınan ağaç sayısının artırılması ile farklı niteliklerdeki bu meşcerelerde, hastalık etmeninin yoğunluğu üzerine daha gerçekçi tahminler yapılabilir. Ülkemizdeki göknar türlerinde *H. abietinum*'un yaygın olarak tespit edildiği göz önünde bulundurulacak olunursa (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2006; 2007a; 2010a,b), patojenin 5.5 m yüksekliğe ulaşması endişe duyulacak bir durumdur. Diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda ladin üzerinde *Heterobasidion* sp. kaynaklı 10m.'ye kadar çıkabilen çürüklükler tespit edilmiştir (Edman ve Jonsson, 2001; Berglund, 2005; Seifert, 2007). Göknarlar üzerinde daha önce bu tür bir çalışma yapılmamış olup, bu kayıt *A. cilicica* için Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ilk kez rapor edilmiştir. Ancak, daha fazla ağaçtan ve daha fazla yükseklikten diskler alınarak, diğer göknar türlerimiz için de bu çalışma yürütülmelidir. *H. abietinum*'un daha yaygın olarak tespit edildiği, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2006; 2007a; 2009) ağaç içinde çürüklüğün daha yükseklere ulaşmış olabileceği kanaatindeyiz.

Teşekkür

Çalışmamızı destekleyen TÜBİTAK-TOVAG (104-O-560 Kariyer Projesi)'a ve arazi çalışmalarında bize her türlü yardımı sağlayan Konya Orman Bölge Müdürlüğü, Seydişehir Orman İşletme Şefliği çalışanlarına, ayrıca Ermenek Orman İşletme Müdürlüğünde görev yapan işletme şefi Mustafa Uygun'a çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Annesi, T., Curcio, G., D'Amico, L., Motta, E., 2005. Biological control of *Heterobasidion annosum* on *Pinus pinea* by *Phlebiopsis gigantea*. *Forest Pathology*, 35(2): 127-134.
- Asiegbu, F., Adomas, A., Stenlid, J., 2005. Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s.l. *Molecular Plant Pathology*, 6(4): 395-409.
- Axmon, J., Hansson, M., Sörnmo, L., 2004. Experimental study on the possibility of detecting internal decay in standing *Picea abies* by blind impact response analysis. *Forestry*, 77: 179-192.
- Bendz- Hellgren, M., Lipponen, K., Solheim, H., Thomsen, I.M., 1998. The Nordic countries. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and*

- Control*, CAB Internatinal, Wallingford, UK, pp. 333-345.
- Berglund, M., Rönnerberg, J., 2004. Effectiveness of treatment of Norway spruce stumps with *Phlebiopsis gigantea* at different rates of coverage for the control of *Heterobasidion*. *Forest Pathology*, 34(4): 233-243.
- Berglund, M., 2005. Infection and growth of *Heterobasidion* spp. in *Picea abies*. Diss. (sammanfattning/summary) Alnarp: Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 1652-6880; 2005:36
- Berglund, M., Rönnerberg, J., Holmer, L., Stenlid, J., 2005. Comparison of five strains of *Phlebiopsis gigantea* and two *Trichoderma* formulations for treatment against natural *Heterobasidion* spore infections on Norway spruce stumps. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 12-17.
- Blanchard, R.O., Shortle, W.C., 1977. Changes in electrical resistance associated with disease and death of elm seedlings. *Proceedings of American Phytopathological Society*, 4: 183 (abstract).
- Blanchard, R.O., Carter, J.K., 1980. Electrical resistance measurements to detect Dutch elm disease prior to symptom expression. *Canadian Journal of Forest Research*, 10: 111-114.
- Costello, L., Quarles, S., 1999. Detection of wood decay in blue gum and elm: an evaluation of the IML-Resistograph and the portable drill. *Journal of Arboriculture*, 25: 311-317.
- Doğmuş -Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2006. *Heterobasidion abietinum* on *Abies* species in western Turkey. *Forest Pathology*, 36: 280-286.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2007a. *Heterobasidion* on *Abies nordmanniana* in north-eastern Turkey. *Forest Pathology*, 37: 387-390.
- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Karaca, G. ve Aday, A.G., 2007b. *Heterobasidion annosum* s. l.' un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuvar metotları ile tespiti. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 1: 58- 67.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A. G., Karadeniz, M., 2008. Annosum kök ve alt gövde çürüklüğünün *Abies bornmülleriana* ve *Abies cilicica* meşcerelerinde yoğunluğunun belirlenmesi. *Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry Journal*, 9: 111-120. (in Turkish, English abstract).
- Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2010a. Annosum kök çürüklüğüne karşı uygulanan biyolojik kontrol ajanı; *Phlebiopsis gigantea*. 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, 5: 1403-1410.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., 2010b. Efficacy of urea, borax and *Trichoderma* treatments against *Heterobasidion* spore infections of stumps of *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana*. *Proceedings 13th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (MPU)*.p: 573-574. 20-25, June 2010, Rome- Italy.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2011. *Heterobasidion abietinum*'un kimyasal mücadelesinde üre uygulamasının etkisi. *Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, 23-25 Kasım 2011, Antalya.

- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F. 2012. Arazi koşullarında bazı kimyasal ve biyolojik ajanların *Heterobasidion annosum* s.l.' un mücadelesinde kullanım olanakları. Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, 12(2): 313-320.
- Edman, M., Jonsson, B.G., 2001. Spatial pattern of downed logs and wood-decaying fungi in an old-growth *Picea abies* forest. Journal of Vegetation Science, 12(5): 609-620.
- Guglielmo, F., Bergemann, S.E., Gonthier, P., Nicolotti, G., Garbelotto, M., 2007. A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees. Journal of Applied Microbiology, 103: 1490-1507.
- Guglielmo, F., Gonthier, P., Garbelotto, M., Nicolotti, G., 2010. Optimization of sampling procedures for DNA-based diagnosis of wood decay fungi in standing trees. Letters in Applied Microbiology, 51: 90-97.
- Greig, B.J.W., 1998. Field Recognition and Diagnosis of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 35-41.
- Holdenrieder, O., Greig, B.J.W., 1998. Biological methods of control. In. *Heterobasidion annosum. Biology, Ecology, Impact and Control*. Ed. By Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. Wallingford, New York. CAB International, pp. 235-258.
- Johanstone, D., Tausz, M., Moore, G, Nicolas, M., 2010. Quantifying Wood Decay in Sydney Bluegum (*Eucalyptus saligna*) Trees. Arboriculture and Urban Forestry, 36(6): 243-252.
- Korhonen, K., 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Communicationes of Instituti Forestalis Fenniae, 94 (6): 25-25.
- Korhonen, K., 2003. Simulated stump treatment experiments for monitoring the efficacy of *Phlebiopsis gigantea* against *Heterobasidion* infection. In. Root and butt rots of forest trees. Proc. 10th Int. Conf. Root and Butt Rots. Quebec-city, Canada, 16-22 September, 2001.
- Korhonen, K., Piri, T., 1994. The main hosts and distribution of the S and P groups of *Heterobasidion annosum* in Finland. In: Johansson, M. and Stenlid, J. (Eds), Proceeding of the Eight IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Sweden /Finland August 1993. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, pp. 260-267.
- Lawday, G., Hodges, P.A., 2000. The analytical use of stress waves for the detection of decay in standing trees. Forestry, 73(5): 447-456.
- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Oskay, F., 2009. *Abies cilicica* Ant. & Kotschy meşcerelerinde *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen'un kimyasal ve biyolojik kontrolü. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, s. 338, 15-18, Temmuz 2009, Van.
- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, T., Aday, A.G., Oskay, F., 2011. The efficacy of selected biological and chemical control agents against *Heterobasidion abietinum* on *Abies cilicica*. Forest Pathology, 41: 470-476.
- Lin, C.J., Kao, Y.C., Lin, T.T., Tsai, M.J., Wang, S.Y., Lin, L.D., Wang, Y.N., Chan, M.H., 2008. Application of an ultrasonic tomographic technique for detecting defects in standing trees. International Bio deterioration & Biodegradation, 62: 434-441.
- Mattheck, C., Breloer, H., 1994. Field guide for visual tree assessment (VTA). Arboricultural Journal, 18: 1-23.
- Nicolotti, G., Gonthier, P., 2005. Stump treatment against *Heterobasidion* with *Phlebiopsis gigantea* and some chemicals in *Picea abies* stands in the western Alps. Forest Pathology, 35: 365-374.
- Nicolotti, G., Gonthier, P., Guglielmo, F., Garbelotto, M., 2009. A biomolecular method for the detection of wood decay fungi a focus on tree stability assessment. Arboric Urban Forestry, 35: 14-19.
- Piri, T., Korhonen, K., Sairanen, A., 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in Southern Finland. Scandinavian Journal of Forest Research, 5: 113-125.
- Piri, T., Valkonen, S. 2013. Incidence and spread of *Heterobasidion* root rot in uneven-aged Norway spruce stands. Canadian Journal of Forest Research, 43(9): 872-877.
- Pratt, J.E., Johansson, M., Hüttermann, A., 1998. Chemical control of *Heterobasidion annosum*. In. *Heterobasidion annosum. Biology, Ecology, Impact and Control*. Ed. by Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. Wallingford, New York. CAB International, pp. 259-282
- R Development Core Team 2008. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://R-project.org>.
- Pratt, J.E., Niemi, M., Sierota, Z.H., 2000. Comparison of three products based on *Phlebiopsis gigantea* for the control of *Heterobasidion annosum* in Europe. Biocontrol Science and Technology, 10(4): 467-477.
- Pratt, J. E., Redfern, D.B., 2001. Infection of Sitka spruce stumps by spores of *Heterobasidion annosum*. control by means of urea. Forestry, 74, 73-78.
- Rönneberg, J., Sidorov, E., Petrylaite, E., 2006. Efficacy of different concentrations of Rotstop® and Rotstop®S and imperfect coverage of Rotstop®S against *Heterobasidion* spp. spore infections on Norway spruce stump, Forest Pathology, 36(6): 422-433.
- Seifert, T., 2007. Simulating the extent of decay caused by *Heterobasidion annosum* s. l. in stems of Norway spruce. Forest Ecology and Management, 248: 95-106.
- Shigo, A.L., Shigo, A., 1974. Detection of discoloration and decay in living trees and utility poles. Res. Pap. NE-294. Upper Darby, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 11p.
- Shigo, A. L., Shortle, W.C., Ochrymowych, J., 1977. Detection of active decay at groundline in utility poles. USDA Forest Service General Technical Report NE-35.
- Shigo, A.L., Shortle, W.C., 1985. Shigometry: A reference guide. United States. Cooperative State Research Service.; Canada/United States Spruce Budworms Program. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No: 646, 48 p.
- Shortle, W.C., 1979. Detection of decay in trees. Journal of Arboriculture, 5: 226-232.
- Shortle, W.C., 1982. Decaying Douglas-Fir: Ionization associated with resistance to a pulsed electric current. Wood Science, 15: 29-32.
- Skutt, H.R., Shigo, A.L., Lessard, R.A., 1972. Detection of discolored and decayed wood in living trees using a

- pulsed electric current. *Canadian Journal of Forest Research*, 2: 54-56.
- Stenlid, J., Wästerlund, I., 1986 Estimating the frequency of stem rot in *Picea abies* using an increment borer. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1: 303-308.
- Swedjemark, G., Stenlid, J., 1995. Susceptibility of conifer and broadleaf seedlings to Swedish S and P strains of *Heterobasidion annosum*. *Plant Pathology*, 44 (1): 73-79.
- Tattar, T.A., 1974. Measurement of electric currents in clear, discolored, and decayed wood from living trees. *Phytopathology*, 64: 1375-1376.
- Tattar, T.A., 1976. Use of electrical resistance to detect *Verticillium* wilt in Norway and sugar maple. *Canadian Journal of Forest Research*, 6: 499-503.
- Tubby, K.V., Scott, D., Webber, J.F., 2008. Relationship between stump treatment coverage using the biological control product PG Suspension, and control of *Heterobasidion annosum* on Corsican pine, *Pinus nigra* ssp. *laricio*. *Forest Pathology*, 38: 37-46.
- Vainio, E.J., Hallaksela, A.M., Lipponen, K., Hantula, J., 2005. Direct analysis of ribosomal DNA in denaturing gradients: application on the effects of *Phlebiopsis gigantea* treatment on fungal communities of conifer stumps. *Mycological Research*, 109(1): 103-114.
- Vasiliauskas, R., Lygis, V., Thor, M., Stenlid, J., 2004. Impact of biological (Rotstop) and chemical (urea) treatments on fungal community structure in freshly cut *Picea abies* stumps. *Biological Control*, 31: 405-413.
- Vollbrecht, G., Agestam, E., 1995. Identifying butt rotted Norway spruce from external signs. *Forest Snow and Landscape Research*, 1: 241-254.

Ağlasun yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında tek ağaçlarda çap artımının modellenmesi

Serdar Carus^{a,*}, Yalcın Gülden^a

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

* İletişim yazarı/Corresponding author: serdarcarus@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 30.12.2013, Kabul tarihi/Accepted: 02.09.2014

Özet: Bu çalışmada, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan yapay yolla getirilmiş ve saf kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinin çap artımının; meşcere yaşı ve sıklık derecelerine göre değişimini modelleyen regresyon denklemi geliştirilmiştir. Bu amaçla yaşları (Yaş=32-37) ve değişik sıklık derecelerinde (SD=0.771-1.416) periyodik ölçümler ile toplam 54 adet örnek alan alınmıştır. Geliştirilen regresyon denkleminin belirtme katsayısı (R^2) ve standart hata (Se) değerleri, 0.5845 ve 0.802 mm/yıl' dır. Tek ağaçta çap artımı; meşcere yaşı ve sıklık derecesinin artması ile azalmaktadır. Bu çalışma ile geliştirilen regresyon denklemi kullanılarak, Ağlasun Orman Şefliği sınırları içerisinde yer alan benzer özelliklere sahip yapay kızılçam meşcerelerinin, çeşitli yaş ve sıklık dereceleri için tek ağaç çap artımının tahmin edilmesi mümkündür. Bu modelden yapılacak çap artımı tahminleri, değişik ormancılık bilim dalları ve çok çeşitli amaçlar gerçekleştirmek için kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Meşcere yaşı, Plantasyon, Sıklık derecesi, Göğüs yüzeyi

Modelling of diameter increment on brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Ağlasun region

Abstract: In this study, the regression equation modelling diameter increment of single tree by stand age and stand density degree was developed for stands of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) located in Ağlasun Forest Enterprise. The data were obtained from 54 sample plots with its stand age (Age=32-37) and stand density degree (SD=0.771-1.416). The coefficient of determination (R^2) standart error (Se) of this regression model are 0.5845 and 0.802 mm/year. When analyzed this model results, it is concluded that these diameter increment values are decreasing while stand age and stand density degree is increasing. With using this model, it is possible that diameter increment of single tree for various stand age and stand density degree of Brutian pine located in Ağlasun Forest Enterprise are predicted for similar stand characteristics. The diameter increment prediction obtained by this model can be utilized for forest sciences and other purposes.

Keywords: Stand age, Plantation, Stand density degree, Basal area

1. Giriş

Düzenli ormancılık işletmesi ağaç serveti ile bunun yapacağı artımın bilinmesini gerektirdiğinden, dikili ağaç serveti ve artımının tayininde yararlanılacak yöntemler araştırılmaya başlanmıştır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1982).

Orman Hasılat Bilgisinin birinci amacı, orman yöneticisine ürün ve hizmet miktarını tahmine yarayan yöntem ve araçları tanıtmaktır. Orman işletmesini planlamak ve yönetmek, gerekli kararları alabilmek için, ormanın üretim gücünün, bugünkü ve gelecekteki üretim miktarının bilinmesi gerekmektedir (Kalıpsız, 1984). Orman işletmelerinin planlanması ve yönetiminde, meşcerelerde ve bunları içine alan orman alanında meydana gelen yıllık ve periyodik meşcere hacim artımının bilinmesine gerek duyulmaktadır (Fırat, 1972; Cailliez, 1980; Odabaşı, 1981; Kalıpsız, 1982).

Ormancılıkta, artım ve büyüme olayları ağaç ve meşcere üzerinde, özellikle belirli bir zaman aralığında gerçekleşir. Bu nedenle zaman da yetiştirme ortamı verim gücü, sıklık gibi artım olayının temel bileşeni olmaktadır (Meyer, 1953; Loetsch vd., 1973; Kalıpsız, 1982; Saraçoğlu, 1988). Örneğin, tek ağaç ve meşcere hacim artımını etkileyen faktörlerden birisi de göğüs çapında meydana gelen artım

miktardır. Göğüs çapı-çap artımı ilişkisi aynı yaşlı ormanlarda doğrusal bir ilişki göstermekte Denklem 1 ile ifade edilmektedir.

$$id = a_0 + a_1 * d \quad (1)$$

Burada, id= periyodik ortalama kabuklu çap artımı (mm/yıl), d= göğüs çapı (cm) ve a_0 , a_1 regresyon katsayılarını temsil etmektedir.

Bu denklem 1 yardımıyla hesaplanan çap-çap artımı doğrusunun eğimi meşcere yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir. Genç ve normal kapalı meşcerelerde eğimi artmakta, orta yaşlı meşcerelerde eğimi azalmakta, ileri yaşlı meşcerelerde ise yaklaşık yatay bir durum göstermektedir. Bu doğrular çan eğrisinin teğetleri durumundadır. Ağaç sayısının fazla, ağaçlar arasındaki mücadelesinin kuvvetli olduğu genç meşcerelerde bireylerin çap artımları arasındaki oransal farklılık büyük bulunmakta ve çap-çap artımı doğrusu daha dik olarak yükselmektedir. Özellikle sosyal gövde sınıfı farklı olan ağaçların aynı yaşta olsalar bile çap artımları da farklı olmaktadır. Meşcere yaşı ilerledikçe alt veya ara durumdaki ağaçlar meşcereden kuruyup ayrıldığından bireyler arasındaki sosyal durum bakımından farklılık azalmakta, ağaçların artımları birbirine yakın

bulunabilmektedir (Kalıpsız 1963; Oliver ve Larson, 1996; Saraçoğlu, 1988). Bunların dikkate alınarak tek ağaç çap meşcere çap artımının tahmine yarayışlı denklemler geliştirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizin odun hammaddesi ihtiyacının 2020 yılında 3 milyon m³ olacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2001). Orman varlığımız yaklaşık 21.7 milyon hektar olup, ülke genel toplam alanının yaklaşık %27'sine karşılık gelmektedir. Ülkemizde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yaklaşık 5.9 milyon hektar yayılış alanı ile tür olarak ilk sırayı almaktadır (Anonim, 2006). Bununla birlikte, 270 milyon m³ servet ve 7.95 milyon m³ yıllık artım ile Anadolu karaçamından [*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] sonra ikinci sırayı alan kızılçam, ayrıca 262 bin hektar gençleştirme alanı ve 3.4 milyon m³ yıllık ortalama etasıyla da ilk sırayı almaktadır İğne yapraklı ormanlar içerisinde %42'lik payıyla ilk sırayı kızılçam almakta ve ülke ormancılığımız için büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2006).

Ağaç türü, yetiştirme ortamı verim gücü ve bakım müdahaleleri birbiriyle en iyi uyumu sağladığı zaman birim alandan en yüksek düzeyde ürün alınabilir. Ayrıca, silvikültürel müdahaleleri yönlendirmek, aralamaların zaman ve şiddetini belirlemek, bakımından da meşcerelerin silvikültür- artım ilişkilerinin bilinmesine ihtiyaç vardır (Bozkuş ve Carus, 1998; Çatal, 2009).

Usta (1996), Batı Akdeniz yöresindeki kızılçam ağaçlandırmalarında aralama müdahalelerinin artım ve büyümeye etkisini yaşa ve boniteye göre incelemiştir. Mutedil aralamada göğüs yüzeyinin %15-20'si ve kuvvetli aralamada da göğüs yüzeyinin %35-40'ı oranında alanlardan çıkartmıştır Kontrol parsellerinde hiç bir işlem yapılmamıştır. Aralama şiddetinin etkisini, beş yılın sonunda yaptığı ölçümler ile belirlemiş ve çap artımı üzerinde olumlu etki yaptığını ve meşcere göğüs yüzeyi artımı yönünden ise işlemler arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmiştir.

Bilimsel çalışmalar için yapılan bakım çalışmalarında normal kuruluşu ve daha verimli meşcereler elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak aralamalarda yapılacak hatalı uygulamalar, ormancılık çalışmalarının uzun süreli olması nedeniyle, ileride telafisi mümkün olmayan tablolara ve o oranda ekonomik kayıplara da neden olabilmektedir. Meşcerede aralamaların hangi şiddette olacağı en uygun olarak nasıl yapılacağı, ayrıntılı biçimde ortaya koyulması gerekmektedir. Ayrıca şiddetli aralamalar gövde kalitesi üzerine negatif etkiye bulunmakla birlikte (Makinen ve Isomaki, 2004), ürün miktarı da azalmaya neden olabilmektedir. Ormancılıkta birçok araştırma ile aralama kesimlerinin artım ve büyüme üzerindeki etkisi modellenmiştir (Hibbs ve Bently, 1984; Piennar ve Shiver, 1984; Whyte ve Wollons, 1990).

Bu çalışmada, Ağlasun (Burdur) yöresi kızılçam ağaçlandırmalarında çap artımının; meşcere yaşı ve sıklık derecesine bağlı olarak gösterdiği değişim izlenmesi amaçlanmıştır. Değişik şiddette aralama müdahalesi görmüş Ağlasun yöresi yapay kızılçam meşcerelerinde 2006 yılı Aralık ayında örnek alanlar oluşturulmuş ve aralama çalışmasını takip eden üç yıl vejetasyon dönemi sonrasında (2007, 2010 ve 2012 yılları) örnek alanlar ölçülmüştür. Söz konusu meşcerelerde örnek alanların yerleri aralama müdahalelerinin uygulandığı zaman diliminde belirlenmiş ve gerekli ölçüm ve işaretlemeler yapılmıştır. Böylelikle,

örnek alanlardan alınan artım kalemleri ile tek ağaç çap artımı değerleri karşılaştırılabilecek konuma getirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmamızda bu bölüm materyal ve yöntem alt başlıklarında verilmiştir. Materyal başlığı altında çalışma alanı özellikleri tanıtılmıştır. Yöntem bölümünde, örnek alanlarda yapılan ölçüm- tespitler, verilerin sınıflandırılması ve değerlendirilmesi yöntemler açıklanmıştır.

2.1. Materyal

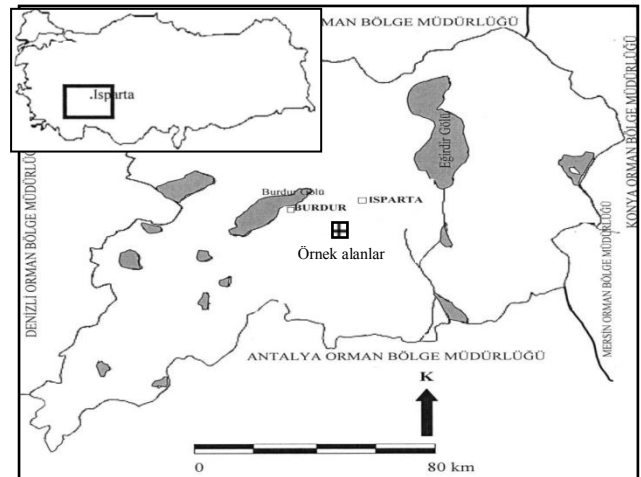
Çalışmamız materyalinin alındığı ağaçlandırma sahası, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü, Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Alan 1975 yılında 3.0 m x 1.5 m aralık mesafe ile toplam 600 ha büyüklükte ağaçlandırılmıştır. Çalışmamızda örnek alanlar 2006 yılı Aralık ayında 25m x 25m =625m² büyüklüğünde tesis edilmiştir (Şekil 1). Kızılçam meşcerelerinden 16 parselden 3 kez ölçüm ile toplam 48 adet örnek alan ve 2012 yılında da mevcut parsel kenarlarından aynı büyüklükte 6 adet ek örnek alınarak toplam 54 adet örnek alana ulaşılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Örnek alanlarda yapılan ölçüm ve tespitler

Çalışmanın yapıldığı alanlarda örnek alanların sahalılarının homojen kapalılıkta olmasına özen gösterilmiştir. Orman hasılat çalışmalarında elde edilen verilerin güvenilirliği, örnek alanların büyüklüğü ile yakından ilişkilidir. Meşcerede örnek alanın büyüklüğü kararlaştırılırken örnek alanın meşcerenin özelliklerini yansıtması gerekir. Çalışmamızda örnek alanlar kare şeklinde her biri 625 m² büyüklüktedir.

Örnek alanlardaki göğüs yüksekliği çapı 4 cm ve daha fazla olan tüm bireylerin göğüs çapları ölçülmüştür. Örnek alanların her birinde farklı çap basamaklarından 10-20 ağaçta göğüs yüksekliğinde Pressler artım burgusu yardımıyla son 10 yıllık halka kalınlıkları mm duyarlılığında kabuklu olarak ölçülmüştür. Eksantrik büyüme ve yıllık halka ölçümünde meydana gelebilecek hatayı önlemek için artım kalemleri birbirine dik iki yönde alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının yeri

Artım kaleminin, gövde eksenine dik olarak alınmasına ve özden geçen bir doğrusal üzerinde olmasına dikkat edilmiştir.

Örnek alanlarda bonitet sınıfının bulunması için, değişik çaplardan 15-20 adet ağacın boyu ölçülmüştür. Örnek alanda ağaçların toprak seviyesi ile tepe uç tomurcuğu arasındaki mesafe boy ölçer ile 0.1 m hassasiyetle ortaya koyulmuştur.

Örnek alanlar ağaçlandırma sahası içerisinde olduğu için seçilen 3-5 sayıda örnek ağacın dip kısmından artım burgusu ile kütük yaşı elde edilmiştir. Ağaç yaşı için bulunan yaşa o yüksekliğe ulaşma süresi ilave edilmiştir.

Örnek alanların her birinde önce örnek alanın daha sonra da hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak ta hektardaki meşcere göğüs yüzeyleri elde edilmiştir. Artım kalemleri 0.1 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Çap-boy, çap-çap artımı vb. değişkenler arasındaki ilişkiler, istatistik bir fonksiyon olarak düşünülmüştür.

2.2.2. Yapılan ölçme ve tespitlerin değerlendirilmesi

Çalışmamızda örnek alanlardan elde edilen veriler sınıflandırma ve hesaplamalardan sonra hasılat araştırması için uygun veriler haline gelebilecektir. Örnek ağaçlardan elde edilen veriler yapılacak istatistikler ve modellemelerde kullanılmak üzere bazı işlemlerden ve değerlendirmelere konu edilmiştir. Örnek alanlardaki hacim ve hacim elemanlarının hektar değerleri olarak verilmesi için bütün örnek alanların büyüklüğü 625m² olduğu için hektara çevirme katsayısı (HÇK) 16'dır.

2.2.3. Örnek alanların orta yaşının belirlenmesi

Çalışma sahalarımız ağaçlandırma sahası olması dolayısıyla meşcerede yaş varyasyonunun fazla olmadığı düşüncesi ile her örnek alandan 2-3 adet yaş alınmıştır. Örnek alanlarının orta yaşı 32-37 arasında değişmektedir.

2.2.4. Göğüs yüzeylerinin belirlenmesi

Her örnek alanda ölçülen ağaçların göğüs yüzeyleri daire alanı biçiminde hesaplanmıştır (Denklem 2). Örnek alandaki tüm ağaçların göğüs yüzeyleri toplanmış ve daha sonra hektara çevirme katsayısı ile çarpıldıktan sonra meşcere göğüs yüzeyi m²/ha cinsinden bulunmuştur (Denklem 3).

$$g_i = \frac{1}{10000} * \frac{\pi}{4} * d_i^2 \quad (2)$$

$$G = \left(\sum_i^n g_i \right) * HÇK \quad (3)$$

Burada, g_i=i'nci ağacın göğüs yüzeyi (m²), d= i'nci ağacın göğüs çapı (cm), π=pi sayısı (3.14159), G=meşcere göğüs yüzeyi (m²/ha), HÇK=hektara çevirme katsayısı ve n=örnek alan ağaç sayısını temsil etmektedir.

Örnek alanlarda meşcere göğüs yüzeyi 17.086 ile 34.204 m²/ha arasında değişmekte ve ortalama 26.370 m²/ha'dır.

2.2.5. Sıklık derecelerinin belirlenmesi

Örnek alanların meşcere sıklık dereceleri, Usta (1991) tarafından değişik potansiyel büyüme alanlarına (pba=4.5 m²) göre yapay kızılçam meşcereleri için hazırladığı hasılat tablosu yardımıyla hesaplanmıştır. Bu amaçla, meşcere orta çapı tahmininde kullandığı G= f(t, pba, BE) fonksiyonunda örnek alanların hesaplanan meşcere yaşı, 4.5 m² ve bonitet endeksleri değerleri yerine konularak, normal sıklıktaki ve 1 ha alan için tahmini göğüs yüzeyleri hesaplanmıştır. Daha sonra örnek alanların göğüs yüzeyi değeri, normal sıklıktaki tablo meşcere göğüs yüzeyi değerine bölünerek örnek alanın sıklık derecesi bulunmuştur. Örnek alanlarda meşcere sıklık derecesi 0.771 ile 1.416 arasında değişmekte ve ortalama 1.101'dir.

2.2.6. Bonitet endekslerinin belirlenmesi

Hasılat araştırmalarında yetiştirme ortamı verim gücünün belirlenmesinde silvikültürel müdahaleden en az etkilenen meşcere üst boyu tercih edilmektedir (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984). Meşcere üst boyu, hektarda 100 ağaç hesabı ile her örnek alandan alınan galip ve ortak galip 6 ağacın ortalama boyu üst boy olarak alınmıştır. Örnek alanlarda üst boy 7.98 ile 13.43 m arasında değişmekte ve ortalama 10.23 m dir. Meşcere bonitet endeksleri, örnek alanların her birisinde yapılan yaş ve üst boy ölçümlerine göre Usta (1991) tarafından hazırlanmış bonitet endeks tablosu yardımıyla hesaplanmıştır. Örnek alanlarda bonitet endeksi 7.48 ile 11.66m arasında değişmekte ve ortalama 9.13 m'dir.

2.2.7. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistik analizi

Örnek alanlardan elde edilen ölçümler ve saptanan veriler SPSS For Windows Ver. 17.0 bilgisayar istatistik paket programı ve Microsoft Office Excel 2007 programından yararlanılarak bilgisayar ortamında veri kütükleri halinde ayrı ayrı işlenerek değerlendirilmiştir. Regresyon katsayılarının ve diğer model istatistiklerinin belirlenmesinde en küçük kareler yöntemini esas alan SPSS istatistik paket programının Enter yöntemi kullanılmıştır. Denklemlerin verilere uygunluğu varyans analizinden yararlanarak F-testi ile denetlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Çalışmamızda, Burdur-Ağlasun yöresindeki yapay kızılçam meşcerelerinde periyodik ortalama çap artımı (mm/yıl) üzerinde meşcere yaşı ve sıklık derecesinin etkisini ortaya koyulması için toplam 785 adet ağaçta artım burgusuyla artım kalemi alınmış ve bu kalemler üzerinden kabuklu son 10 yıllık halkanın kalınlığı mm duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen son 10 yıllık halka kalınlığının periyodik ortalaması alınmış ve bu değer artım kaleminin alındığı ağacın göğüs çapı değerine karşılık gelecek şekilde grafik üzerinde noktalanarak değişimi incelenmiştir. Şekil 2 üzerinde verilen doğrusal denklemin katsayıları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Bütün örnek alanların bonitet sınıfı III olup, sınıfın yapay kızılçam meşcerelerinde bonitet endeks sınırları 7.5-12.5m arasındadır (Usta, 1991).

Çizelge 1'de örnek alanların alındığı meşcerelere ilişkin çeşitli istatistikler verilmiştir.

Çap artımı; çap, yaş ve sıklık faktörlerine bağlı olarak değişir. Yani çap artımı, $id = f(d, T, SD)$ bir fonksiyona uygun düşmektedir. Çalışmamızda, Babayiğit (2005) tarafından geliştirilen denklem verilere uygun bulunmuştur (Denklem 4).

$$id = a_0 + a_1 * \left(\frac{1}{SD}\right) + a_2 * \left(\frac{T}{SD}\right) + a_3 * \left(\frac{T^2}{SD}\right) + a_4 * (d) + a_5 * (d * T) + a_6 * (d * T^2) \quad (4)$$

Burada, id =kabuklu periyodik ortalama çap artımı (mm/yıl), SD = meşcere sıklık derecesi (0-1.4), T =meşcere yaşı (yıl) ve d = ağacın göğüs çapını (cm) temsil etmektedir.

Bu denklemin örnek alanlardan alınan 785 adet çap ve çap artımı değerleri SPSS ortamında bu modele uygulanarak regresyon analizi yapılmış ve bu analiz sonucunda elde edilen Denklem 5 katsayıları ile birlikte verilmiştir.

$$id = -2.188144 + 1.431915 * \left(\frac{1}{SD}\right) + 0.288712 * \left(\frac{T}{SD}\right) - 0.007836 * \left(\frac{T^2}{SD}\right) + 7.001621 * (d) - 0.400954 * (d * T) + 0.005923 * (d * T^2) \quad (5)$$

Denklemin belirtme katsayısı (R^2) ve standart hatası (Se) sırasıyla 0.5845 ve 0.802 mm/yıl dır. Denklemin verilere uyum sağladığı da F testi ile belirlenmiş ve $F_{hesap}=121.400$ ($p<0.001$) bulunmuştur. Denklemin regresyon katsayıları da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

3.1. Çap artımının sıklığa göre değişimi

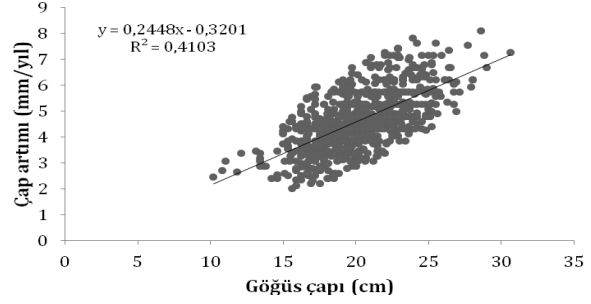
Denklem 5'te bağımsız yaş değişkenini sabitleyip, bağımsız sıklık değişkenine sırasıyla 1.0-1.2-1.4 değerlerini yazıp, bunu 32 ve 37 yaş basamakları için ayrı ayrı uygulayarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 3'te sabit olan yaşın 32 (en küçük yaştaki örnek alan) ve sıklığın ise giderek artan değerler alması sonucunda çap- çap artımı doğrularının eğiminin azaldığı görülmektedir.

Sıklık, çap artımı üzerinde bir etki yapmıştır. Çap artımı doğrularının eğimi ve sabitleri birbirinden farklıdır (Çizelge 2). Genç yaşta artan sıklık çap artımı değerini gittikçe düşürmektedir (Şekil 4).

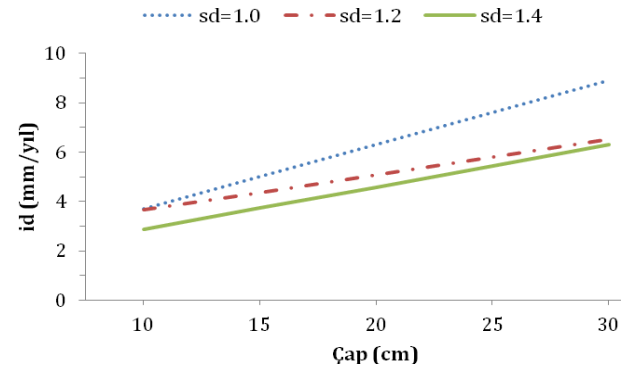
Denklem 5'te bağımsız yaş değişkeni olan yaş 37 aldığımızda ve aynı sıklık değerlerini denklemde yerine yazdığımızda çap-çap artımı doğrularının eğimleri (a_1) 32. yaştaki değerlerine göre az da olsa azalmaktadır. 32. yaşta çap artımı doğrusunun ortalama eğim 0.1917'ken (Çizelge 2) bu değer 37. yaşta ortalama 0.0860'a (Çizelge 3) düşmüştür.

37. yaşta değişen sıklık, artım doğrularını aynı paralelliğe doğru götürmeye başlamıştır (Şekil 4).

Değişen sıklığın sabit yaş basamakları üzerinde çap artımına etkisini kısaca özetlemek gerekirse; genç yaştaki meşcerelerde sıklık etkili olmakla birlikte bu etki meşcere yaşına orantılı olarak azalmaktadır.



Şekil 2. Örnek alanlardan alınan çap ve çap artımı ölçülerinin noktasal dağılımı



Şekil 3. Sabit yaş (T=32) ve değişen sıklığa göre çap-çap artımı doğruları

Çizelge 1. Meşcere hacim elemanlarına ait bazı istatistikler (n=54)

Değişken	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Yüzdesi
Meşcere yaşı (yıl)	32	37	35	2.091	5.97
Üst boy (m)	7.98	13.43	10.23	1.061	10.37
Orta çap (cm)	17.975	23.390	20.511	1.265	6.17
Ağaç Sayısı (ad/ha)	448	1136	806	137.608	17.07
Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	17.086	34.204	26.370	3.552	13.47
Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	57.907	163.622	107.109	17.975	16.78
Bonitet Endeksi (m)	7.48	11.66	9.13	0.804	8.81
Sıklık Derecesi	0.771	1.416	1.101	0.160	14.53

Çizelge 2. Sabit yaş (T=32) ve değişen sıklığa göre çap- çap artımı doğrusunun parametreleri

T (yaş)	SD (sıklık)	a ₀	a ₁
32	1.0	1.078	0.261
32	1.2	2.223	0.143
32	1.4	1.156	0.171

Çizelge 3. Sabit yaş (T=37) ve değişen sıklığa göre çap-çap artımı doğrusunun parametreleri

T (yaş)	SD (sıklık)	a ₀	a ₁
37	1.0	2.070	0.161
37	1.2	4.182	0.062
37	1.4	4.901	0.035

3.2. Çap artımının yaşa göre değişimi

Çap artımının sabit sıklıkta yaşa bağlı değişimini incelemek için bu sefer de Denklem 5' te bağımsız değişkenlerden biri olan sıklığın 1.0 ve 1.4 sabit değerleri alınmıştır. Bir diğer bağımsız değişken olan yaşı da 32 ve 37 aynı denklemden değişen değerler olarak yerine yazılacak olursa aşağıdaki sonuçların elde edildiği görülür.

1.0 sabit sıklığı için değişen yaş basamaklarında çap artımı doğrularının eğimi açıkça değiştiği görülmektedir (Şekil 5).

1.4 sıklık derecesinde yaşlara göre değişen çap artımının doğrularının eğimi azalmıştır (Şekil 6).

0.5 sıklıkta doğrunun eğimi (a_1) yaşın artmasıyla birlikte düşüş göstermektedir (Çizelge 4). Bu eğim 37 yaşında 0.161'e düşmüştür.

Çap artımının sabit sıklıkta yaşa bağlı değişimini incelemek için bu sefer de Denklem 5'te bağımsız değişkenlerden biri olan sıklığın 1.4 sabit değerleri alınmıştır. Diğer bir bağımsız değişken olan yaşı da 32 ve 37 olarak aynı denklemden yazılacak olursa Çizelge 5'teki sonuçlar elde edilir.

5. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Ağlasun Orman Şefliği sınırları içerisinde yer alan yapay yolla getirilmiş, saf ve aynı yaşlı kızılçam meşcerelerinin tek ağaçta çap artımının, meşcere yaşı ve sıklık derecelerine göre gösterdiği değişim incelenmiş ve bir regresyon denklemi geliştirilmiştir. Denklem, çap artımındaki değişkenliğin yaklaşık olarak %58'i meşcere yaşı ve meşcere sıklık derecesi değişkenleri birlikte açıklamaktadır. Geriye kalan %42'lik açıklanamayan kısım ise, modelde yer alamayan ve kontrol edilemeyen diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır. İncelenen kızılçam türünün doğal yayılış alanının yükselti bakımından üst sınırında yer alması, meşcerenin kötü bonitete sahip olması, orijin, yörenin uzun yıllar tarım arazisi olarak kullanımı, yatay anakaya biçimi vb. etkenlerden kaynaklanan çap artımındaki değişimi açıklamada hatayı arttırmıştır.

Çalışmamızda, incelenen yapay kızılçam meşcerelerinde çap-çap artımı ilişkisinin yaşa ve sıklığa göre değiştiği grafik analizlerde açık bir şekilde görülmüştür. Sabit yaş ve değişen sıklıkta çap artımı doğrularının eğimleri azalmıştır. Aynı şekilde meşcere sıklığının sabit tutulup değişen yaşta da bu çap artım doğrularının eğimleri yine azalmıştır.

Değişen yaşın sabit sıklık derecelerinde çap artımına etkisini kısaca özetlemek gerekirse; 1.0 ve 1.4 sıklık derecelerinin 32 ve 37 yaş basamağında çap- çap artımı doğruları kısmen birbirine benzemektedir. Bu sıklık derecelerinde çap artımı doğrularının eğimleri genç yaşlarda artarken ileri yaşlarda düşüş göstermiştir.

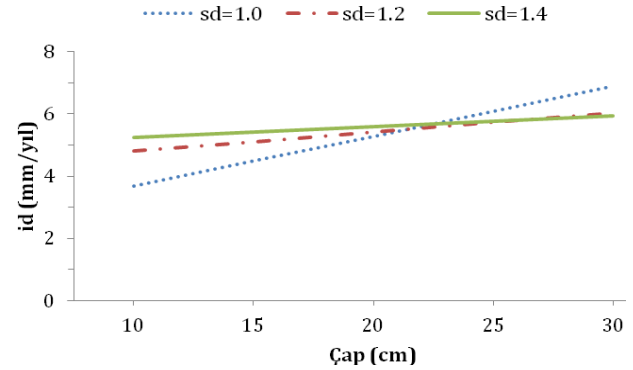
Carus (1998), Babayiğit (2005) ve Ercanlı vd. (2007) tarafından sırasıyla Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde yapılan hasılat çalışmalarında da tespit edilmiş ve çalışmamızdaki gibi meşcerenin yaşı ilerledikçe çap- çap artımı doğrusunun eğiminin azaldığı belirtilmiştir.

Çizelge 4. Sabit sıklık derecesi (SD=1.0) ve değişen yaşlara göre çap-çap artımı doğrusunun parametreleri

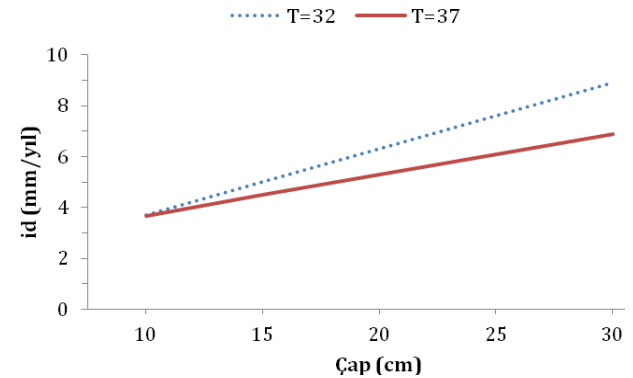
SD (sıklık)	T (yaş)	a_0	a_1
1.0	32	1.078	0.261
1.0	37	2.070	0.161

Çizelge 5. Sabit sıklık derecesi (SD=1.4) ve değişen yaşlara göre çap- çap artımı doğrusunun parametreleri

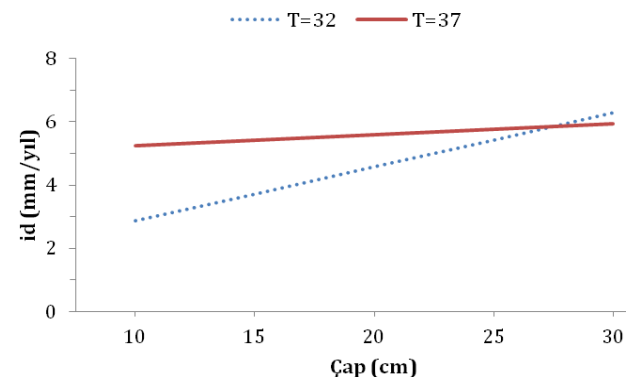
SD (sıklık)	T (yaş)	a_0	a_1
1.4	32	1.156	0.171
1.4	37	4.901	0.035



Şekil 4. Sabit yaş (T=37) ve değişen sıklığa göre çap-çap artımı doğruları



Şekil 5. Sabit sıklık (SD=1.0) ve değişen yaşlara göre çap-çap artımı doğruları



Şekil 6. Sabit sıklık (SD=1.4) ve değişen yaşlara göre çap-çap artımı doğruları

Çap artımının, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimini modelleyen regresyon denkleminin ilişkin sonuçlara göre, çap artımı meşcere yaşı ile azalmakta, bununla birlikte sıklık derecesi ile artmaktadır. Geliştirdiğimiz regresyon denkleminde, çap artımının yaş arttıkça azalması, meşceresi oluşturan ağaçların yaşlarının artması ile büyüme güçlerinin düşmesi ve daha küçük çap artımları yapmasının bir sonucudur. Ancak çap artımının yaşa bağlı olarak beklenen değişimi; erken yaşlarda küçük bir değerden başlayıp artması ve belirli bir yaş periyodunda en yüksek noktaya ulaşip, bu değerden sonra devamlı azalmasıdır (Kalıpsız, 1984). Meşcere sıklık derecesinin artması, yetiştirme ortamından daha fazla ağacın yararlanması nedeniyle, tek ağaçlarda çap artımının azalmasına neden olmaktadır. Denklemin verdiği sonuçlar yöredeki orman amenajmanı ve silvikültür amaçlı uygulamalarda ve çeşitli amaçları gerçekleştirmek için kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler, SDÜ-Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olan BAP-3366-YL1-12 nolu "Ağlasun Yöresindeki Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Sıklık- Hacim Artımı İlişkisinin Modellenmesi" proje çalışmasında elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 100s, Ankara.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları. 160s, Ankara.
- Babayiğit, S., 2005. Denizli-Tavas Yöresi Ardıç Meşcerelerinin (*Juniperus excelsa* Bieb.) Kuruluşu ve Hasılat Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, İstanbul.
- Bozkuş, H.F., Carus, S., 1998. Toros Göknaının (*Abies cilicica* Carr.) Saf ve Sedir (*Cedrus libani* Link.) ile Karışık Meşcerelerinde Artım-Silvikültür İlişkileri. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu. 23 Ekim, s.387-396, İstanbul.
- Cailliez, F., 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. Food and Agriculture Organization of Forestry Papers, 22p, Rome.
- Carus, S., 1998. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 359 s, İstanbul.
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme.

- Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 281 s, Isparta.
- Ercanlı, İ., Sivrikaya, F., Keleş, S., Günlü, A., 2007. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinin Hacim Artımının Meşcere Yaşı, Bonitet Endeksi ve Sıklık Derecesine Göre Değişimi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, (1):24-37.
- Fırat, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 191 s, İstanbul.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 359 s, İstanbul.
- Hibbs, D.E., W.R. Bently, 1984. A Growth Model for Red Oak in New England. Canadian Journal of Forest Research, 14, 250-254.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye'de Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 141s, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 349 s, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 407 s, İstanbul.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K., E., 1973. Forest Inventory. Volume 2. BLV Verlagsgesellschaft, 469p, München Bern Wien.
- Makinen H., Isomaki A., 2004. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. Forestry, 77: 349-364.
- Meyer, H.A., 1953. Forest Mensuration. Penns Valley Publishers Inc., State College, 357 p, Pennsylvania.
- Odabaşı, T., 1981. Korudağı Kızılcım Plantasyonlarında Meşcere Bakımı Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 31(1):75-104.
- Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. Forest Stand Dynamics. John Wiley and Sons Publications, 520p, New York.
- Pienaar, L.V., Shiver, B.D., 1984. An Analysis and Models of Basal Area Growth in 45-Year-Old Unthinned and Thinned Slash Pine Plantation Plots. Forest Science, 30:933-942.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Göknaır Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 312 s, Ankara.
- Usta, H. Z., 1991. Kızılcım Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 138s, Ankara.
- Usta, H.Z., 1996. Batı Akdeniz Bölgesindeki Kızılcım Kültür Ormanlarında İlk Aralamaların Artım ve Büyümeye Etkisi (5 Yıllık Sonuçlar). T.C. Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 34s, Antalya.
- Whyte, A.G.D., Wollons, R.C., 1990. Modelling Stand Growth of Radiata Pine Thinned to Varying Densities. Canadian Journal of Forest Research, 20:1069-1076.

Yerel halkın çevre sorunlarına yaklaşımları ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma: Boğaçayı Havzası örneği

Nilüfer Yazıcı^{a,*}, Süleyman Karagül^b

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

^b Orman Genel Müdürlüğü, Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Afyonkarahisar İşletme Müdürlüğü, Afyonkarahisar

* İletişim yazarı/Corresponding author: niluferyazici@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 19.04.2014, Kabul tarihi/Accepted: 05.08.2014

Özet: Bu çalışmayı, Antalya ilinin batısında bulunan Karaman Çayı, Çandır Çayı ve Doyran Çayı isimli üç akarsuyun oluşturduğu Boğaçayı havzası oluşturmaktadır. Çalışmada; çeşitli kamu ve özel kuruluşların Boğaçayı havzası için yaptıkları çalışmalar veri toplamada kullanılmıştır. Ayrıca çalışmanın şekillenebilmesi için bu konuda yapılmış literatür taranmıştır. Bunun yanı sıra bölgede yaşayan insanlarla görüşülerek bilgiler edinilmiştir. Bunların doğrultusunda havzanın mevcut arazi kullanımları, sosyoekonomik yapısı, çevre sorunları ve bunların sonucu ortaya çıkan problemler detaylı olarak incelenmiştir. Bu doğrultuda, yanlış ve aşırı arazi kullanımından kaynaklanan sorunlar (erozyon, taşkın ve sel, kirlilik) ve bu sorunların ortaya çıkmasına neden olan nedenler yapılan anket çalışması ile ortaya konmuştur (n=400). Bu çalışmada halkın sorunlar karşısında nasıl davrandıkları ve çözüm için beklentilerinin neler olduğu sorulmuştur. Bunun sonucunda halkında düşünceleri alınarak, sorunlar hakkında çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Boğaçayı havzası içinde yaşayan insanların çevreye karşı oldukça duyarlı oldukları ve havzanın geçmişten günümüze kadar en önemli çevre sorununun havza içerisinde faaliyet gösteren taş ve kum ocaklarının çevreye verdiği zararlar olduğu anlaşılmıştır. Burada yaşayan halk, sorunun çözümüyle ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının üstlerine düşen görevleri yerine getiremediğini düşünmektedir. Çalışmada Boğaçayı havzasının ekolojik özelliklerini kaybetmeden, devamlılığının sağlanması için biran önce yanlış arazi kullanımının önüne geçilmesi önerilmektedir. Ayrıca bunun yerine havza ile ilgili planlamaların bilime ve teknolojiye uygun yapıpı hayata geçirilmesi ve karar verme yetkininde bulunan kurumların, bölgede yaşayan insanların düşüncelerinin de çalışmalarının içine dâhil etmesi sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Havza, Çevre sorunları, Yerel halk, Katılım

An investigation on approaches of resident on environmental problems and proposal of solving: Case of Boğaçayı Watershed

Abstract: In this study, Boğaçayı Basin, which is formed by three rivers of Karaman River, Çandır River and Doyran River in the west of Antalya province, is formed. In study; various public and private organizations to collect data for the Boğaçayı basin has been used in their study. We also work to shape the literature on this subject is scanned. In addition to information was obtained through interviews with people living in the area. These are analyzed in detail existing land uses, socio-economic structure, environmental issues and problems arising from them. In this respect, the problems posed by land use type (erosion, floods and droughts, pollution) and the underlying reasons for these problems to occur is demonstrated by the survey (n = 400). In this study, the questions were asked how people behave in the face of challenges and expectation for a solution. As a result, taking ideas among the people, tried to develop solutions for the problems. As a result of this study, the people who are living in the basin Boğaçayı are very sensitive to their environment and the most important environmental problems of the basin from the past to the present are the environmental damages during the operating of limestone quarries and sand pits in the basin. People who live here think that public institutions have failed to fulfill their responsibilities of solving the problem. To ensure the sustainability of Boğaçayı is recommended as soon as possible to prevent improper land use before losing the ecological characteristics of the basin. The planning which is related to Boğaçayı basin must be implementing in accordance with the watershed management techniques and science and the of the ideas of the people living in the area should be incorporated into the work by the responsible public institutions.

Keywords: Watershed, Environmental problems, Resident, Participation

1. Giriş

Yaşadığımız dönem itibarıyla insanlar yaşam kalitelerini artırmak için yaşadıkları alanlarda çeşitli değişikliklere sebep olmaktadır. Bu değişikliklerden dolayı ise yaşanan çevreyi yaşanması zor hale getirmektedir. Özellikle hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşme ile çevre sorunları büyümekte ve doğal hayatın bozulmasına neden olmaktadır.

Şehirleşme ve sanayi tesislerinin kurulmasında verimli tarım arazilerinin kullanılması, fosil yakıtların yakılması, bunun sonucunda başta hava kirliliği olmak üzere su-toprak

kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca artan nüfusun su ihtiyacının karşılanamaması ve temiz su kaynaklarının tükenmesi, şehir ve sanayi atıklarının toprağı kirletmesiyle birlikte ortaya çıkan gıda kirliliği ve kent yaşamının önemli sorunlarından gürültü canlı hayatını etkileyen önemli çevre sorunlarından (Uçar, 2007).

Çevre sorunlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır. Bunlardan bazıları;

Karşlıoğlu (2006), Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı'nda ziyaret yoğunluğu ile birlikte yaşanan çevre

sorunları ele alınmıştır. Tarihi milli park için doğal ve kültürel değerlerin korunmasına yönelik uygun bir Çevre Yönetim Sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Milli parkta yaşanan çevre sorunlarını belirlemek üzere, yerli ve yabancı insanlara bir anket çalışması uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre katı atık ve erozyon milli parkta en çok yaşanan çevre sorunları olduğu belirtilmiştir.

Cindoruk (2006), Bursa kentinin, Osmangazi, Nilüfer ve Yıldırım ilçeleri baz alınarak, öncelikli çevre sorunlarının belirlenmesi ve sorunların çözümüne yönelik eylem önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Kentin sahip olduğu doğal kaynaklar ve çevresel riskler belirlenmiştir. Çevresel risklerin önlenmesine yönelik yapılan çalışmalar araştırılmış ve Bursa'da mevcut çevre yönetimi ortaya konmuştur. Anket çalışmasından çıkan sonuçlar ve Bursa'da mevcut çevre yönetimi verileri birlikte değerlendirilerek eylem önerileri geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda öncelikli çevre problemleri; sanayiden kaynaklanan atık suların arıtılmadan alıcı ortama deşarjı ile su kaynaklarının kirlenmesi ve hava kirliliği olarak belirlenmiştir.

Uçar (2007), Sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin uygulanmaması sonucu ortaya çıkan çevre sorunları Afyonkarahisar'da da görülmektedir. Bu çalışmada, Afyonkarahisar'da hangi çevre sorunlarının yaşandığı, çevre kirliliğine neden olan etkenler, çevre sorunlarının doğal denge ve insan yaşamını nasıl etkilediği gibi sorular elde edilen verilerle açıklanmıştır. Sorunlara yönelik çözüm ve öneriler ortaya konulmuştur.

Bu çalışma için önemli olan Antalya ili Türkiye içinde bölgesel ve kentsel anlamda sahip olduğu zengin tarihsel, doğal, kültürel varlıkları ile son 20 yılda turizmin gelişimine paralel olarak, kentleşme açısından hızlı bir değişim göstermiştir. Bu hızlı gelişimden Antalya kent merkezi ile bütünleşmiş bir durumda olan Boğaçayı havzası da büyük oranda etkilenmiştir. Bu etkilenme en çok inşaat malzemesi temini için açılan taş ocaklarının bunların çevreye verdikleri zararlar şeklinde ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak havzada yaşanan hızlı kentleşme sürecinde doğal alanlar, kıyılar, açık ve yeşil alanlar, korunacak değerler, su kaynakları fazlasıyla baskı altında kalmıştır (Manavoğlu, 2007; 2009).

Daha önce yapılan çalışmalar da dikkate alınarak bu çalışmada; Boğaçayı havzasının geçmişten günümüze kadar olan çevresel sorunlarına (kirlilik, erozyon, taşkın, bitki örtüsünün tahribi vb), bu sorunların yöre halkı üzerindeki etkilerine değinilmiş ve bu etkiler doğrultusunda yerel halk görüşleri de dikkate alınarak çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

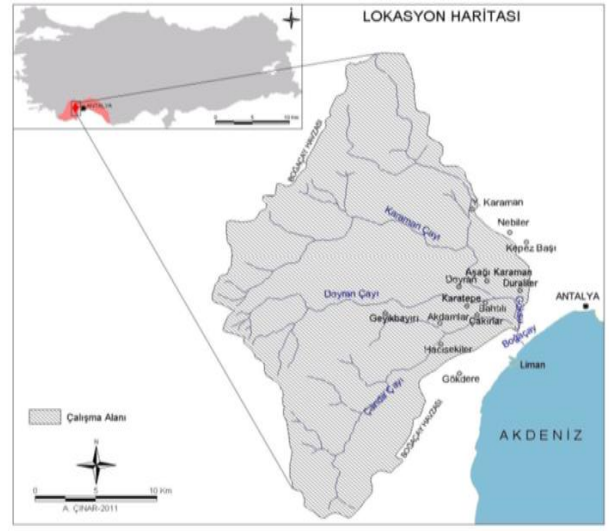
Araştırma alanı, Akdeniz ekosistemi içerisinde Antalya il merkezine 10 km uzaklıkta Boğaçayı havzasından oluşmaktadır. Boğaçayı havzası; Çandır çayı, Karaman çayı ve Doyran Deresi alt havzalarından oluşmaktadır. Havzanın toplam alanı 830 km² dir (Şekil 1) (Oğuz, 2001; Çınar, 2011).

Boğaçayı Havzası mülki olarak Antalya ili merkez ilçelerinden olan Konyaaltı ilçesine bağlı özellikle aşağı kesiminde tarımsal faaliyetlere bağlı kırsal yerleşmeler olan Doyran, Karatepe, Çakırlar, Hacisekiler, Bahtlı, Geyikbayırı, Çağlarca adlı yerleşim yerlerinin bulunduğu

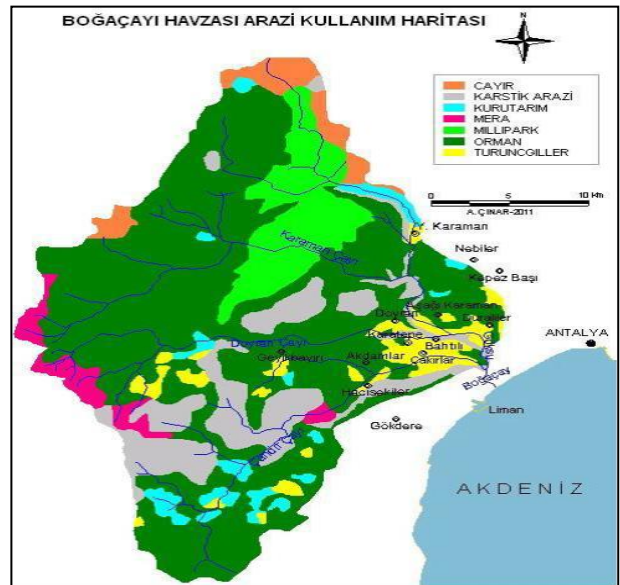
2011 yılı nüfus verilerine göre 9269 kişinin yaşadığı bir havzadır (Antalya Büyükşehir Belediyesi, 2008).

Boğaçayı havzasında çok çeşitli arazi kullanım şekilleri görülmektedir. Alandaki en büyük kullanım şeklinin % 57 ile orman alanları oluşturmaktadır. Boğaçayı havzası aynı zamanda büyük oranda dağlık ve engebeli arazi şartlarına sahip bir alandır (Şekil 2).

Antalya Meteoroloji İstasyonunun verilerine göre, sahada yıllık ortalama sıcaklık 18.2 °C'dir. Alanın yıllık ortalama yağış 1133 mm'dir. Boğaçayı havzası Antalya'nın su ihtiyacını karşılayan ve çok sayıda karstik kaynağı içeren bir havzadır. Sahadaki başlıca su kaynaklarını akarsular ve yer altı suları oluşturur. Boğaçayı havzası dentritik drenaj ağına sahip bir alandır. Bölgede havzanın hakim zonal toprak tipi kırmızı renkli Akdeniz toprağı (Terra rosa) dır. Bu topraklar, Antalya civarındaki kireçtaşları ve daha birçok oluşum üzerinde mükemmel sayılabilecek bir gelişme göstermiştir. Çalışma sahasında ayrıca kırmızimsı kahverengi orman toprakları da bulunmaktadır (Çınar, 2011).



Şekil 1. Boğaçayı havzası lokasyon haritası (Çınar, 2011)



Şekil 2. Boğaçayı Havzası Arazisi Kullanım Dağılımı (Çınar, 2011)

2.2. Yöntem

Çalışmamızda; öncelikli olarak Devlet Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü'nce şimdiye kadar yapılmış çalışmalarındaki jeoloji, hidro meteorolojik ve genel durum haritaları ve fotoğraflarından, Antalya İl Gıda-Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nün verilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca çeşitli kamu ve özel kuruluşların Boğaçayı havzası için yaptıkları çalışmalar veri alt yapısı olarak kullanılmıştır. Daha önce yapılan araştırmalar ışığında elde edilen veriler doğrultusunda bir iş planı ortaya konulmuştur (Erdener, 2010, Öztürk, 2007).

Boğaçayı Havzasının doğal nitelikleri ve arazi kullanım türleri arasında oluşan problemler incelenmiştir. Bu doğrultuda, yanlış ve aşırı arazi kullanımından kaynaklanan sorunlar (erozyon, taşkın ve sel, kirlilik) ve bu sorunların ortaya çıkmasına neden olan sebepler yapılan anket çalışması ile ortaya konmuştur. Anket formları oluşturulmadan önce insan kaynaklı ve doğal olarak oluşabilecek çevre sorunları ile ilgili araştırma yapılarak arazide bazı gözlemler yapılmıştır. Yapılan gözlem çalışmalarından faydalanılarak çalışmanın anket soruları oluşturulmuştur. Çalışmamıza benzer yapılmış çalışmalar incelenerek anket çalışmasının zenginleştirilmesi sağlanmıştır. Hazırlanan ilk taslak anket formunun sorularının anlaşılabilirliği bazı uzman kişilere test ettirilmiştir. Daha sonra bölge insanı ile yüz yüze denemeler yapılarak anlaşılmaya ters veya yanlış anlaşılan sorular, ortaya çıkan eleştiriler ve öneriler doğrultusunda değiştirilerek son anket formu oluşturulmuştur.

Hazırlanan anket çalışmasında 28 soru bulunmaktadır. Anket çalışmalarıyla deneklerin demografik ve sosyoekonomik yapısı, çevreye karşı duyarlılığı, çevre sorunlarının farkındalığı, çevreyle ilgili istek ve talepleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Ankete kaç denek katılacağını belirlemek için aşağıdaki istatistik formülü kullanılmıştır.

$$n = \frac{N \times t^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + t^2 \times p \times q}$$

Burada n örnekleme alınacak birey sayısı, N hedef kitledeki birey sayısı, t belirli bir anlamlılık düzeyinde "t" tablosuna göre bulunan teorik değer, p incelenen olayın görülüş sıklığı, q incelenen olayın görülmemiş sıklığı, d olayın görülüş sıklığında kabul edilen \mp örnekleme hatasıdır.

Yukarıda verilen formülde veriler yerine konulup işlem yapıldığı zaman 369 adet örneklem alınması sonucuna ulaşılmıştır. Fakat anket sonucunun güvenilirliğinin artması yani hata payının daha düşük seviyelere çekilmesi için seçilen örneklem sayısı 400 olarak belirlenmiş ve anket uygulanmıştır.

Anket çalışması sonucu elde edilen veriler bilgisayar ortamında SPSS 17 programında çözümlenmiştir. Anketlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda havza alanının planlanması için gerekli öneriler ortaya konmaya çalışılmıştır.

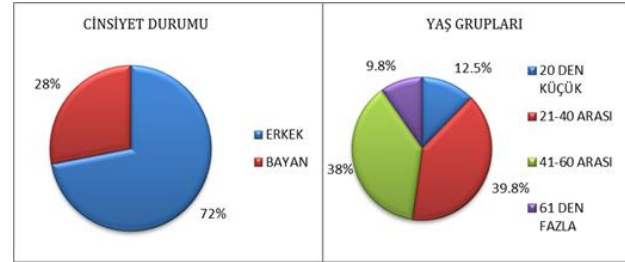
3. Araştırma bulguları ve tartışma

Yapılan anket çalışmasında sınırları belli bir alan içerisinde yaşayan insanların cinsiyet, yaş, eğitim, meslek ve kaç yıldır bu bölgede yaşadıklarına bakılarak çevreye karşı olan duyarlılıklarında kişisel özelliklerinin etkili olup olmadığı incelenmek istenmiş bu doğrultuda oluşturulan anket soruları deneklere yöneltilmiştir.

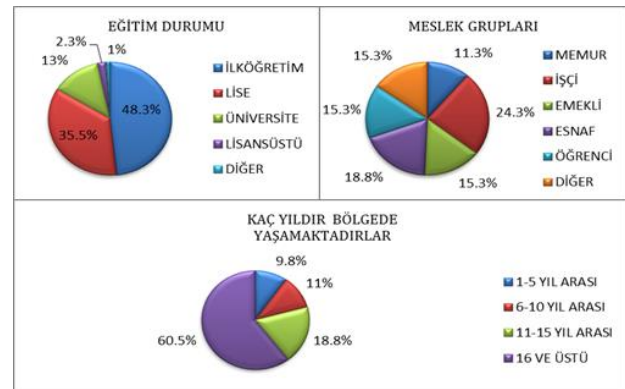
3.1. Deneklerin demografik özellikleri

Yapılan anket sonucunda elde edilen verilere göre deneklerin profili şu şekilde sıralanabilir; %72 si erkek, yaş grubu olarak 41 – 60 arası, eğitim durumu ilköğretim, meslek işçi, 16 ve üstü yıl bölgede yaşayanlar çoğunlukta çıkmıştır (Şekil 3, 4). Yaşamsal alanın çevre sorunlarıyla ilgili bilincin ölçülmesinde, yaşanılan yerin içselleştirilmesi ve bilinmesi önem taşımaktadır. Bu anlamda katılımcıların çalışma alanı içerisinde yaşama yılı önem taşımaktadır. Bu sonuç ankete verilen cevapların doğruluk derecesini kalitatif olarak arttırmaktadır.

Sivil Toplum Kuruluşu (STK); kentlilik bilincinde ve bireylerin yapabilir katılımcı kılınmasında etkin rol oynamaktadır. Bundan dolayı Sivil Toplum Kuruluşuna üyelik çevre sorunlarına duyarlılık ile ilişkilendirilmektedir. Türkiye'de STK yapılanması henüz gelişme aşamasındadır. Bundan dolayı ankete katılanların büyük çoğunluğunun herhangi bir STK' ya üyeliği bulunmamaktadır.



Şekil 3. Ankete katılanların cinsiyet ve yaş grupları



Şekil 4. Deneklerin eğitim, meslek grupları ve havzada yaşam süreleri

3.2. Çevreye yönelik bilgiler

Denekler arasında çevre sorunu tanımlarında cinsiyet, yaş, eğitim, meslek gibi kişisel özellikler dikkate alınarak bakıldığında bir farklılık olmadığı ve herkesin aynı duyarlılıkta olduğu sonucuna varılmıştır. Deneklere göre; katı atık sorunu, orman alanlarının yok olması ve erozyon, gürültü kirliliği, hava kirliliği, suların kirlenmesi vb. sorunların hepsi çevre sorunu olarak düşünülmektedir.

Boğaçayı havzasında yaşayan insanlar için en önemli üç çevre sorunu sırasıyla; mermer, taş ve maden ocaklarının doğayı tahrip etmesi (%22), orman alanlarının tahribi (%20.1) ve su kaynaklarının kirlenmesi (%18) dir. Devamında ise sırasıyla toprak kirliliği, gürültü kirliliği, hava kirliliği, sokak ve caddelerin kirliliği, erozyon ve heyelan, atıkların ayrı toplanamaması olarak sıralanmaktadır (Şekil 5). Bu soruda da anket katılanların yaş, cinsiyet, eğitim vb. kişisel bilgileri ayırt edici bir faktör olarak rol oynamamıştır. Çünkü mermer ve taş ocakları neredeyse insanların bahçesi konumunda bulunmakta ve her zaman insanların dile getirdiği ortak bir şikâyet durumundadır.

Cindoruk (2006) tarafından Bursa'da yapılan çalışmada ise; %48.9'luk yüzde ile su kirliliği en öncelikli sorun olarak belirlenirken, %44.3'lük yüzde ile hava kirliliği ve %30.7 ile ormanlık alanların tahribi bu sıralamayı takip etmektedir.

Yücel vd, (2008) tarafından Adana'da yapılan çalışmada; en önemli çevre sorunu % 27.74 ile "çarpık kentleşme" olarak belirtilmiştir. Bunu % 16.73 ile "atıklar-çöp" sorunu izlemektedir. Üçüncü sırada belirtilen çevresel sorun ise "hava kirliliği"dir. Toprak kirliliği ise %3.18 ile son sırada yer almaktadır

Boğaçayı havzasında yaşayan insanlar için çevre sorunları sonucu ortaya çıkan en önemli üç problem sırasıyla doğal kaynaklarımızın yok olması, gelecek nesillere yaşanılabilir bir çevre bırakılmaması ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesi olarak sıralanmıştır. Devamında ise problemler görsel kirlilik, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliği, ekonomik kayıp olarak belirtilmiştir (Şekil 6). Bu grafik ve elde edilen sonuçlar havzada yaşayan insanların geleceğe yönelik kaygılarını vermektedir.

Araştırma alanı içinde yaşayan insanlara yöneltilen "Boğaçayı Havzasındaki çevre sorunları ne kadar önemlidir?" sorusuna neredeyse tamamına yakını çok önemlidir cevabını vermiştir. Bu cevaptan anlaşılacağı üzere insanların problemlerin farkında oldukları ve bu konuda son derece duyarlı oldukları görülmektedir.

Havza içerisinde bulunan ve en önemli çevre sorunu olarak ortaya çıkan mermer ve taş ocaklarının faaliyetlerinde çevreye zarar verdiği ve uygun koşullarda çalışmadıkları halk tarafından bilinmektedir. Fakat bu konuda herhangi bir şey yapamamaktadırlar. Ayrıca denekler hem tarımsal faaliyetlerin hem de sanayi tesislerinin çevre kirliliğine neden olduğunu belirtmekte ve alanda yapılan tarımsal faaliyetlerin çevre kirliliği standartlarına uygun yapılmadığını savunmaktadırlar (Şekil 7, 8).

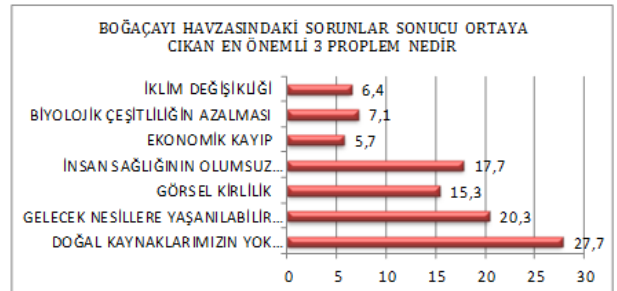
Boğaçayı havzasının son 10-15 yılı dikkate alındığı zaman yörenin özellikle yaz aylarında cazibe merkezi olması yayla turizm ve ikincil konut olarak kullanımın fazlaşmasıyla beraber nüfus artmaktadır. Bölgede yaşayan insanların göç eğilimi eğitim amaçlı ya da daha iyi koşullarda iş bulmalarından dolayı gelişmiş yerlere doğru olmuştur.

Bölgede çevre sorunlarının önlenmesiyle ilgili DSİ, belediye vb. devlet kurumlarının yaptıkları ve yapmakta oldukları çalışmalar halk tarafından fark edilmekte ve tam memnuniyet sağlanamasa da yeterli bulunmaktadır (Şekil 9).

Cindoruk (2006) tarafından yapılan çalışmada çevre korumaya yönelik yapılan çalışmaların yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? Sorusuna katılımcıların %6'sı yeterli bulurken, %69'u tam yeterli bulmamakta, %25'i ise yetersiz bulmaktadır. Çalışmalardan anlaşıldığı gibi halk yaşama alanındaki çevre koruma amaçlı çalışmaları yeterli görmemektedir. Çalışmaların yeterli olmaması, sahip olduğumuz değerlerin yeterince korunamaması sonucunu ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 5. Boğaçayı havzasında yaşanan çevre sorunları



Şekil 6. Boğaçayı havzasındaki çevre sorunları sonucu ortaya çıkan problemler



Şekil 7. Sanayi tesisleri çevre kirliliğine neden olma ve standartlara uygun çalışma durumu



Şekil 8. Tarımsal faaliyetlerin çevre kirliliğine neden olma ve standartlara uygun yapılma durumu

Bölge ile ilgili yapılmış teknik ve bilimsel, politik ve siyasi, ekonomik ve sosyal araştırmalar konusunda bölge halkının büyük çoğunluğunun fikri olmadığı ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi ise halkın bilimsel araştırmalara olan ilgisizliği olarak tanımlanabilir. Bölge ile ilgili haberlere yerel medyada çok sık olmamakla beraber yer verilmektedir ve bölge halkı şikâyetlerini bir nebze olsa bu sayede dile getirebilmektedir. Ulusal medyada ise çok nadir sayılabilecek düzeyde haberlere rastlanılmaktadır.

Yerel halk Boğaçayı Havzasını korunması için panel konferans gibi bilimsel ve sektörel etkinlikler ile kitle iletişim araçlarının kullanılmasını istemektedir. Ayrıca bu konuyla ilgili hükümetlere baskı uygulanması ve sonuçlarının alınması, fabrika ve işletmelere kirlilikle ilgili yaptırım uygulanması, yatırım yapılması aşamasında gereken önlemlerin alınmasını talep etmektedir. Bunlara ek olarak sivil toplum kuruluşlarının katkısının alınması, yerel halkın bilinçlendirilmesi gibi faaliyetlerinde ele alınması konusunda görüş bildirmiştir (Şekil 10).

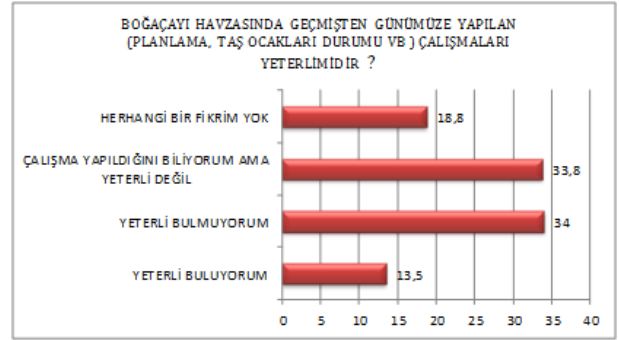
Boğaçayı havzasında yaşayan insanlar ile ilgili hükümetin (ulusal ve yerel) çalışma yaptıklarını bilmekte fakat bu çalışmaların büyük çoğunluğunun Antalya içinde kaldığını ve bu çalışmaların politik ve siyasi çalışmalar olduğunu düşünmektedir. Ayrıca ülkemizin genel bir sorunu olan özellikle seçim zamanı uğranılan ve seçimden sonra kaderine terk edilen halk durumunda olduklarını belirtmişlerdir.

Ayrıca deneklerin eğitim ve meslek gibi bireysel özellikleri bu kurumların seçiminde etkili olmaktadır. İlköğretim, lise ve işçi esnaf grubunda bulunan insanlar başvuru yeri olarak muhtar ve ihtiyar heyetini görürken; üniversite, yüksek lisans ve memur grubundaki insanlar başvuru yeri olarak belediye, orman kurumu, kolluk kuvvetleri ve DSİ gibi devlet kurumlarını görmektedirler.

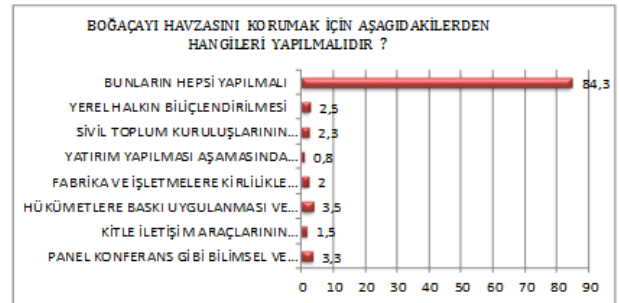
İnsanlar çevre koruma anlamında yeterli yasal mevzuatın olduğunu düşünmekte ancak uygulama kısmında neredeyse tamamına yakını gerekli uygulama ve denetimlerin yapılmadığını belirtmiştir. Ayrıca anket sırasında karşılıklı görüşmelerde şikâyetin yapıldığı fakat siyasi olarak engellemeye takıldığı ve kanunların uygulanmadığı şeklinde ifadeler yer almıştır.

Sadece bölgeye özgü değil Türkiye geneli kapsamında sorulan Türkiye de çevreye Avrupa ülkeleri kadar sahip çıktığını ve gerekli önemin verildiğini düşünüyor musunuz sorusuna cevap olarak Türkiye’de yaşayan insanların sahip olduğu çevrenin öneminin farkında olmadığını ve koruması konusunda gerekeni yapmayı düşünmediğini ortaya koymaktadır.

Yöre halkının çevre ile ilgili bir sorun ile karşılaştığı zaman yeteri kadar olmasa da duyarlı olduğu ve ilgili kamu kurumuna şikâyette bulunduğu veya bulunmak istediği görülmektedir.



Şekil 9. Yapılan çalışmaların halk içindeki memnuniyet durumu



Şekil 10. Boğaçayı havzasını korumak için yapılması gerekenler

4. Sonuç ve öneriler

Boğaçayı Havzası Antalya kent merkezi ile bütünleşik halde olan bir havzadır. Havza henüz doğal ortam özelliklerini kaybetmemiştir. Ancak kentin hızlı gelişimine paralel olarak havzaya ilişkin çevresel sorunlar her geçen gün artmaktadır. Boğaçayı havzasında karşılaşılan sorunlar çok çeşitlidir ve güncel olarak devam etmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışma kapsamında, yöre halkı ile yapılan anket çalışmasından elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

- Yörede yaşayan halkı büyük çoğunluğu 21–40 yaş grubu aralığında bulunmakta buda aktif nüfusun fazla olduğunu göstermektedir,
- Meslek grupları bazında inceleme yapıldığı zaman çoğunluğun işçi ve esnaf sınıfına girdiği gözlemlenmiştir,
- Yöre halkının neredeyse tamamına yakınının çevreyle ilgili herhangi bir sivil toplum örgütü üyesi olmadığı, olanların ise memuriyet sebebi ile sendikalara oldukları sonucuna varılmıştır,
- Çevre sorunu denildiği zaman bireysel özelliklerin (yaş, cinsiyet, eğitim, meslek, yaşam süresi) ayırt edici bir özellik olmadığı herkesin çevreye karşı olan duyarlılıklarının aynı olduğu izlenmiştir,
- Havzada yaşayıp ankete katılan tüm insanlar için birinci derecede sorunun mermer ve taş ocaklarının çalışması ve orman alanlarının tahribi olduğu söylenmiştir,
- Yöre halkı havza içindeki sanayi ve tarım faaliyetlerini çevre sorunlarına yol açtığını ve bunlara karşı herhangi bir önlem alınmadığını belirtmiştir,
- Havza içinde devlet kurumları tarafından yapılan çalışmalar yeterli bulunmamaktadır. Ayrıca yapılmış olan çalışmalar yöre halkı tarafından politik olarak görülmektedir,

- Yöre halkının çevre ile ilgili bir sorunla karşılaştığı zaman doğrudan uyarma ve kurumlara başvuru durumu düşük seviyelerde kalmaktadır. Ancak bu konuda eğitim ve meslek durumu ayırt edici bir özellik olarak tespit edilmiştir. İlköğretim ve işçi grubu başvuru yeri olarak muhtarı, memur ve yükseköğrenim grubu belediye, DSİ, orman kurumlarını başvuru yeri olarak görmektedir.
- Çalışma sonucu anket sorularından elde edilen veriler ve havzada yapılan arazi gözlem ve incelemelerle tespit edilen çevresel sorunların giderilmesi için şu öneriler geliştirilebilir;
- Genel bir sorun olarak karşımıza çıkan kamu kurumları ve özel sektör firmaları arasındaki koordinasyon eksiklikleri bir an önce yasal bir düzene oturtulmalıdır.
- Toplanacak veriler sonucunda, havzanın mevcut durumu tespit edilmeli bundan sonra oluşabilecek riskli durumlara karşı gerekli planlamalar yapılmalı ve gerekli uygulamalar harekete geçirilmelidir. Yapılmış olan çalışmalar belli periyotlar içinde gözden geçirilerek güncellenmelidir.
- Orman alanları içinde bulunan taş ocaklarına olabildiğince izin verilmemeli, verilmiş olanlarında denetimlerinin aksatılmadan yapılması gerekmektedir. Ayrıca kullanım ömrü biten ocakların ise zaman kaybedilmeden bir an önce rehabilite edilmesi sağlanmalıdır.
- Günümüzde kıt bir kaynak olan su kaynaklarını yapılaşma, sanayi, tarım ve hayvancılık gibi faaliyetler sonucu kirlenmektedir. Bundan dolayı su kaynaklarının geliştirilmesi, koruma -kullanma ve planlaması havza bazında ele alınmalıdır.
- Karaman, Doyran, Çandır Derelerinden uzun yıllardan beri alınan malzeme sonucu dere yatağında meydana gelen çukurlaşmalar ve buna bağlı olarak göllenmeler oluşmaktadır. Dere yatağını bozulması taşkın suyunu kontrol edilemez duruma sokmaktadır. Sahada meydana gelebilecek taşkın riskini en aza indirmek için bitki örtüsü korunmalı, arazinin amaç dışı kullanımı önlenmeli ve Boğaçayı etrafındaki yapılaşmaya izin verilmemelidir. Ayrıca kum-çakıl-taş ocaklarının izinsiz malzeme alımına son verilmelidir.
- Boğaçayı havzası, sahip olduğu ekolojik özellikler ile çevresinden ayrı özellikler taşımaktadır. Havza ekolojisinin korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması için tüm kamu kurum ve özel sektör yönetimleri üstüne düşen görevleri yerlerine getirmelidirler. Ayrıca devletin tüm kuruluşları arasında koordinasyonun sağlanması için sahanın entegre hava yönetim planı yapılmalıdır.
- Boğaçayı havzası içinde yer alan açık maden işletmelerinin denetlenmesi aksatılmadan yapılmalı ve izinsiz malzeme alımına son verilmelidir.
- Boğaçayı havzasının mansap kısmının gün geçtikçe kentsel alan içinde kalması taşkın riskini önleme çalışmalarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yatak etrafında mevcut yapılaşmaya kesinlikle izin verilmemesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma; SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiş olan ve proje numarası 3267-YL1-12 olan “Boğaçayı Havzası Sorunları ve Bunların Çözümlemesinde Havza Yönetimi Önerileri” adlı yüksek lisans tezinin bir bölümünden oluşmaktadır.

Kaynaklar

- Antalya Büyükşehir Belediyesi, 2008. Antalya Büyükşehir Belediyesi Bütünü 1/25000 Ölçekli Nazım İmar Planı, Antalya.
- Cindoruk, Y., 2006. Bursa'nın Öncelikli Çevre Sorunlarının Tespiti Ve Eylem Planı Geliştirilmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 143s, Bursa.
- Çınar, A., 2011. Antalya'nın Kentsel Ekolojisi (Boğaçayı Havzası Örneği). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115s, İzmir.
- Erdener, Y., 2010. Doğu Sapanca Havzasında Arazi Kullanım Sorunları, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 40s, İstanbul.
- Karşlıoğlu, E., 2006. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı'nda Çevre Sorunları ve Sorunların Giderilmesi İçin Çevre Yönetim Sistemi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 173s, Çanakkale.
- Manavoğlu, E., 2007. Şehir Planlama ve Tasarımında Su Kaynaklarının Önemi Antalya – Konyaaltı Örneği. Planlama Şehir Plancıları Odası Dergisi, 41 (3-4) ,119-130s. Ankara.
- Manavoğlu, E., 2009. Antalya Kentinin Geçmişten Günümüze Mekansal Gelişimi ve Planlama Çalışmalarının Değerlendirilmesi. Şehir Plancıları Odası Dergisi, 46 (2), 19-30s. Ankara.
- Oğuz, H., 2001. Boğaçayı Havzasında Yapılan Faaliyetler Sonucu Antalya Körfezine Taşınan Kirlilik Yüklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, Antalya.
- Öztürk, R., 2007. Porsuk Çayı Çevre Sorunları ve Bunların Çözümlemesinde Havza Yönetimi Önerileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 133s, Adana.
- Uçar, H., 2007. Çevre Sorunları Açısından Afyonkarahisar, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 152s, Afyon.
- Yücel, M., Uslu, C., Altunkasa, F., Güçray, S.S., Say, N.P., 2008. Adana da Halkın Çevre Duyarlılığının Saptanması ve Bu Duyarlılığı Arttırabilecek Önlemlerin Geliştirilmesi. Adana Kent Sorunları Sempozyumu, 9-10 Mayıs, , 363-382s. Adana.

Afyonkarahisar–Ömer–Gecek–Gazlıgöl jeotermal suları ile emprenyeli karaçam (*P. nigra* Arnold.) ve kızılçam (*P. brutia* Ten.) diri odunlarında bazı özelliklerin incelenmesi

Ahmet Ali Var^{a,*}, Ahmet Genç^a, İbrahim Kardeş^a

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

* İletişim yazarı/Corresponding author: alivar@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 30.12.2013, Kabul tarihi/Accepted: 06.05.2014

Özet: Çalışmada, bazı jeotermal suların emprenye maddesi potansiyeli ve bu sularla emprenyeli ahşapta çözelti absorpsiyonu, net kuru madde, teğet yönde şişme ve çekme miktarları araştırılmıştır. Araştırmada, Afyonkarahisar–Ömer (AF-23)-Gecek (R-260)-Gazlıgöl (GZL-1) jeotermal suları, karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve kızılçam diri odunları (*Pinus brutia* Ten.), basit daldırma yöntemi ve saf su kullanılmıştır. Emprenye ve test işlemleri, laboratuvarında normal oda şartlarında gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, Ömer, Gecek ve Gazlıgöl jeotermal suları için, emprenye maddesi derişimi, sırasıyla, %0,45, %0,47 ve %0,13 olarak saptanmıştır. İstatistiki olarak, jeotermal suların, absorpsiyon ve net kuru madde üzerindeki etkileri anlamlı çıkarken, teğet yönde şişme ve çekme üzerindeki etkileri anlamsız çıkmıştır. En yüksek absorpsiyon ve net kuru madde, Gecek jeotermal ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur. Jeotermal sular ile emprenyeli örneklerin teğet yönde şişme ve çekme miktarları, saf su ile muamele edilmiş örneklerdeki ile hemen hemen aynı oranda gerçekleşmiştir.

Anahtar kelimeler: Ahşap, Ağaç malzeme, Emprenye, Jeotermal, Afyonkarahisar

Investigation of some properties of Afyonkarahisar–Ömer–Gecek–Gazlıgöl geothermal waters-impregnated Crimean pine (*P. nigra* Arnold.) and Turkish red pine (*P. brutia* Ten.) sapwoods

Abstract: In this study, potential impregnants of some geothermal waters and several properties of these waters-treated wooden were studied: solution absorption, net dry matter, tangential swelling and shrinkage. For experiments, Afyonkarahisar–Ömer (AF-23), Gecek (R-260) Gazlıgöl (GZL-1) geothermal waters, sapwoods of Crimean pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.), dipping method and distilled water were used. Impregnating and testing procedures were carried out in laboratory conditions. Consequently, for Ömer, Gecek and Gazlıgöl geothermals, the concentrations of potential impregnants were determined as 0,45%, 0,47% and 0,13%, respectively. Statistically, geothermal waters affected significantly absorption and dry matter, but did not affect swelling and shrinkage. The highest absorption and dry matter were found in samples treated with Gecek geothermal. Amounts of swelling and shrinkage of geothermal waters-treated wood were found almost the same ratio with that of pure water-treated wood.

Keywords: Wooden, Wood material, Wood impregnation, Geothermal, Afyonkarahisar

1. Giriş

Teknolojik yenilikler neticesinde yaşam kalitesinin yükselmesine bağlı olarak ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin kullanımına yönelik talepler giderek çoğalmaktadır. Bu artış, ahşabın doğal ve yenilenebilir kaynaktan gelmesi, kendine özgü estetik ve teknik birçok faydalı özellikleri taşımasından ileri gelmektedir. Ancak bazı sakıncalı yönleri de bulunmaktadır. En önemli sakıncası, biyotik ve abiyotik bozundurmaya karşı duyarlı olup, boyutlarını değiştirmesi ve bozunmasıdır. Bu yapısal değişim ve bozulum, sahip olduğu üstün değerlerin azalmasına ve kullanım süresinin daha da kısalmasına sebep olmaktadır. Ortalama bir asırdan fazla bir zamanda olgunlaşmış, kullanılabilir hale gelebilen bu hammaddenin, böyle zararlı unsurlara karşı korunması gerekmektedir (Berkel, 1972; Richardson, 1978).

Yerkabuğu bol miktarda çeşitli kaynaklara sahiptir. Günümüzde, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolojik yoldan ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak

gelecekte, fosil yakıtların tükenmesi ve yerini yeni kaynakların alması beklenmektedir. Jeotermal kaynaklar, fosil yakıtlara alternatif kaynaklar arasında en önemlilerden birisidir (Cemek vd., 2005).

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde biriken ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli olarak bölgenin atmosferik ortalama sıcaklığının üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre çok daha fazla erimiş çeşitli mineral, tuz ve gazlar içeren sıcak su, ıslak veya kuru buhar halindeki bir akışkan olarak tanımlanmaktadır (Cemek vd., 2005). Herhangi bir akışkan içermemesine rağmen, yerkürenin derinliklerindeki "Sıcak Kuru Kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir (Dağdaş, 2004).

Ülkemizde jeotermal araştırmalar, 1970'li yıllarda hız kazanmıştır. 1980'li yılların başlarına kadar kabuklaşma, korozyon, taşımının ekonomik olmaması, kalite özelliklerinin bilinmemesi gibi daha birçok nedenlerle, bu kaynakların kullanımı gerektiği kadar yaygınlaşmamıştır. Günümüzün teknolojik imkânlarıyla, bu ve benzer

sorunların tümü ya da pek önemli bir kısmı ortadan kaldırılmıştır (Mertoğlu, 2000). Buna bağlı olarak da jeotermal suların kullanımı, farklılaşarak gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Su, bilinen en iyi çözücü ve aynı zamanda en iyi taşıyıcıdır. Katı ve çözünmüş halde pek çok maddeler ve organizmalar içermektedir. Yaşamsal ve endüstriyel gereksinimler için ihtiyaç duyulan su, hidrolojik çevrim denilen döngüden alınmakta ve kullanıldıktan sonra döngüye geri verilmektedir. Bu sırada, suya karışan maddeler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirebilmektedir. Ayrıca su, sağlıklı yaşam, temiz çevre ve endüstriler için de vazgeçilmez bir unsurdur. Bu nedenle sahip olduğu özellikler/kalite, hem birey, toplum ve çevre sağlığı için, hem de endüstri için çok önemlidir. Jeotermal suların pek çoğunun içme ve kaplıca maksatları için, geriye kalanın da, az da olsa, endüstriyel maksatlar için kullanıldığı göz önüne alınırsa, bunların kalitesinin belirlenip, değerlendirilebilirliklerinin belirlenmesi son derece önem arz etmektedir (Akkurt vd., 2002).

Son yıllarda, tüm dünyada, yenilenebilir kaynaklara yönelim, tabii gıdalarla beslenme ve doğal yöntemlerle tedavi, güçlenen eğilimler haline gelmektedir. Buna paralel olarak, gelişen teknolojiye rağmen, temiz ve doğal çevre, organik gıdalar ve doğal tedavi yöntemleri gittikçe fazla tercih edilen sağlıklı yaşam modelleri olmaktadır. Ülkemizde de jeotermal kaynaklar ve bunlardan elde edilen akışkanlar benimsenerek, başta termal kaplıcalar ve merkezi ısıtma sistemleri olmak üzere, giderek yaygınlaşan kullanım haline gelmektedir (Cemek vd., 2005; Mutlu ve Güleç, 1998).

Jeotermal kaynaklar, 20-400°C arasında değişebilen sıcaklıklara ve yüksek oranlarda çözünmüş kimyasallara ve minerallere sahip olabilmektedir. Bu kaynaklar, eskiden olduğu gibi, günümüzde de, başta kaplıca/sağlık ve ısıtma amaçlarında kullanılmaktadır. Endüstriyel kullanımları ise, ilk olarak, elektrik üretimiyle başlamış, bunu, kimyasal madde üretimi ve entegre kullanımlar takip etmiştir. Ancak bu tür kullanımlar, kaplıca ve ısıtma amaçlı kullanımlara nazaran çok daha gerilerde kalmıştır (Arslan vd., 2001; Türkiye Jeotermal Derneği, 2004; Aydingöz, 2005; Özdemir, 2009).

Jeotermal enerji potansiyeli bakımından altıncı sırada yer alan ülkemizde, farklı maksatlar için kullanılabilen önemli bir jeotermal akışkan kaynağı bulunmaktadır (Mutlu, 2004; Gürü, 2005). Jeotermal sular, ısısının getirdiği üstünlükle magmatik kökenli kayalar ve derinlik kayalarını aşındırıp eritmekte, bünyesine bu kayaların mineral ve tuzluluk özelliklerini alarak yeryüzüne çıkmaktadır. Sıcak su, ıslak veya kuru buhar halinde çıkan bu akışkanlar, yüksek oranlarda çözünmüş kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içermektedir (Gemici ve Tarcan, 2004; Akıllı ve Ersöz, 2002; Ilgar, 2005). Yüzeye çıkınca, içerdikleri bu maddeler, sıcaklık azalması ve basınç düşmesine bağlı olarak yüze tutunmakta ve ortamda kalıcı bir tabaka oluşturmaktadır (Arslan vd., 2001; Akkuş ve Aydoğdu, 2006; Özdemir, 2009). Bu akışkanları, endüstriyel kullanım kapsamında, ağaç malzemenin, kendine has faydalı özelliklerinin korunup, sakıncalı özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik uygulamalarda

değerlendirmek mümkün olabilir. Bu bağlamda, ilk planda, jeotermal kaynak bakımından zengin bölgeler öne çıkmaktadır.

Afyonkarahisar bölgesi, jeotermal kaynak açısından zengin bölgelerimizden birisidir. İl sınırları içerisinde, AFJET, Başak, Gazlıgöl, Ömer, Gecek, Grand Özer, Grand Sönmez, Heybeli, Hüdayi, İkbal, Soydan, Oruçoğlu, Özdemir ve Yaylakent gibi, pek çok jeotermal saha bulunmaktadır (Cemek vd., 2005). Ömer-Gecek jeotermal sahası Batı Anadolu'nun genişleme tektoniği etkisi ile oluşan en önemli sahalardan birisidir. Sahada, MTA ve DSİ tarafından sıcak su ve soğuksu amaçlı, toplam 34 adet kuyu açılmıştır. Bu kuyuların bir kısmı zamanla yıkılarak, üretim dışı kalmıştır. Sahadaki mevcut kaynakların sıcaklıkları 25-105°C arasında değişmektedir. Bunlardan ortalama 300 lt/sn akışkan üretilmektedir. Bu akışkanların 175 lt/sn'lik kısmı şehirde binaların ısıtılmasında, geriye kalanı ise turistik termal otellerde veya motellerde kullanılmaktadır (Ulutürk, 2009).

Jeotermal kaynakça önemli bir konumda bulunmasına rağmen, Afyonkarahisar jeotermal kaynaklarının önemli bir kısmı, ülke genelinde olduğu gibi, endüstriyel maksatlarda için kullanılmamaktadır. Bölgenin mevcut jeotermal kaynakları incelendiğinde, bunların düşük ve orta sıcaklıklı kaynaklar olduğu, bu kaynakların orman ürünleri endüstrisinde, ısı enerjisi, mineral tuz, kimyasal madde ve çözücü gibi bir takım ihtiyaçların karşılanması adına önemli bir potansiyele sahip oldukları görülebilmektedir.

Bu çalışmada Afyonkarahisar ili Gazlıgöl, Gecek ve Ömer jeotermal sahalardan 1'er tane olmak üzere, toplam üç adet jeotermal suyun empenye maddesi potansiyelinin incelenmesi ve bu sular ile empenye edilmiş karaçam ve kızılçam odunlarında pratikte önemli bazı özelliklerin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, bölgenin jeotermal kaynaklarının, mevcut kullanım yerleri dışında, endüstriyel anlamda, ahşap koruma sektöründe kullanımına yönelik bir araştırmanın ortaya konulması bakımından önemlidir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Deneylerde, üç farklı jeotermal su, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) odunları ve saf su kullanılmıştır. Saf su, jeotermal suların, daralma ve genişleme üzerine etkilerini karşılaştırmak için kullanılmıştır.

Deney örnekleri, kızılçam ve karaçam tomruklarının diri odun kısmından, radyal yönde, muhtelif ebatlarda, sağlam, düzgün lifli ve budaksız latalardan elde edilmiştir (TS 345, 2012; TS 4176, 1984). Bu amaçla, öncelikle, latalar, TS 2470 (1976)'e göre 20±2°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında, hava kurusu (%12) rutubete kadar kondisyonlanıp, planya makinesinden geçirilmiştir. Sonra, bu latalardan, test ve kontrol grubu örnekler hazırlanmıştır. Her test için 15'er adet olmak üzere, çözücü absorpsiyonu ve net kuru madde testleri için 3x3x1,5 cm, teget yönde daralma ve genişleme testleri için 2x2x3 cm ölçülerinde örnekler hazırlanmıştır. Örnekler, tekrar, aynı koşullarda,

hava kurusu rutubete kadar kondisyonlanıp, 0,01 g hassasiyetle ölçülmüştür.

Daha sonra, örnekler, TS 2471 (1976)'e göre, 103±2°C'de kurutma dolabında tam kuru ağırlığa (%0 rutubet) kadar kurutulmuş, desikatörde normal oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tekrar, aynı hassasiyetle ölçülmüştür. Böylece, örneklerin, emprenyeden önceki, sırasıyla, hava kurusu ve tam kuru ağırlıkları ile boyutları ve hacimleri bulunmuştur. Ölçümleri tamamlanan örnekler, ayrı ayrı olmak üzere, naylon torbalara konularak, emprenye edilinceye kadar kuru halde muhafaza edilmiştir. Bu işlemler, kontrol grubu örnekler için de yapılmıştır.

Jeotermal sular, Afyonkarahisar yöresindeki Ömer (AF-23), Gecek (R-260) ve Gazlıgöl (GZL-1) jeotermal kuyularından sıcak olarak alınmıştır. Kuyuların derinlik ve debilerinin, sırasıyla, Ömer için 235-250 m ve 50 lt/sn, Gazlıgöl için 207 m ve 28 lt/sn, Gecek için 165-160 m ve 20-30 lt/sn arasında değiştiği bildirilmektedir (Çelik ve Sabah, 2002; Ötkü vd., 1997; Tamgaç vd., 2000; Akan, 2003; Ulutürk, 2009). Kuyulardan alınan sıcak sular, soğumaları için normal oda sıcaklığına (20±2°C) kadar bekletildikten sonra, özellikleri değişmeyecek şekilde, özel plastik kaplara konularak, emprenye işlerinde kullanıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Jeotermal suda emprenye maddesi tayini

Çalışmada, Afyonkarahisar ili Ömer, Gecek ve Gazlıgöl bölgelerinde, 30°C ve üzerinde, sıcak su + buhar egemen kaynakların veya sondaj kuyularının bulunduğu sahalarda, özellikle, kimyasal analizleri yapılmış olan jeotermal sulara yer verilmiştir. Suların kimyasal analiz sonuçları, ilgili yayınlar taranarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle, genel olarak, bölgede bulunan ve kimyasal analizleri yapılan jeotermal sular ile ilgili yayınlar taranmıştır. Sonra, bunlar, ahşap emprenye maddeleri ve derişimleri bakımından, TS 788-2 EN 599-2 (1997) ve literatür (Berkel, 1972; Richardson, 1978; Bozkurt vd., 1993) ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra, bu karşılaştırmaya göre, jeotermal suların içerdiği bireysel emprenye maddeleri ve bunların miktarları belirlenmiştir. Böylece, söz konusu suların, çözünmüş halde sahip oldukları emprenye maddesi potansiyeli tespit edilmeye çalışılmıştır.

2.2.2. Emprenye İşlemi

Emprenye deneylerinde, TS 343 (2012)'de bildirilen "batırma" yöntemi kullanılmıştır. Emprenye işlemi, TS EN 47 (2011)'de verilen esaslara göre, laboratuvarında normal hava şartlarında gerçekleştirilmiştir. Buna göre, tam kuru haldeki deney örnekleri, jeotermal su (çözelti) içinde 24 saat bekletilerek, TS 344 (2012)'e göre tam emprenye edilmiştir. Sonra, örnekler, çözüldükten çıkarılıp, filtre kâğıdı ile hafifçe kurulanmıştır.

Her test için, kontrol grubu örnekler hariç, bütün test grubu örnekler, bu şekilde, jeotermal sular (çözümler) ile ayrı ayrı emprenye edilmiştir. Emprenyeden sonra, çözelti absorpsiyonu ve net kuru madde testleri için, hafif kuru (ıslak) haldeki örnekler, hemen, bekletilmeden, 0,01 hassasiyetle ölçülmüştür. Sonra, bu örnekler, 20±2°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında hava kurusu

rutubete kadar kondisyonlandıktan (TS 2470, 1976) sonra, 103±2°C'de tam kuru ağırlığa kadar kurutulup, oda sıcaklığına kadar soğutulmuş (TS 2471, 1976) ve aynı hassasiyetle ölçülmüştür. Böylece, bu iki test için, örneklerin, emprenyeden sonraki, sırasıyla, yaş, hava kurusu ve tam kuru hallerdeki ağırlıkları ve boyutları bulunarak, kayıt altına alınmıştır.

Teğet yönde çekme ve şişme testleri için ise, ıslak (hafif kuru) haldeki örnekler, yukarıda verilen şartlarda, hava kurusu rutubete kadar kondisyonlandıktan sonra, aynı hassasiyetle ölçülmüştür. Böylece, bu iki test için, örnekler, emprenyeden sonraki hava kurusu ağırlıkları ve boyutları bulunup kayıt altına alındıktan sonra, ayrı ayrı olmak üzere, naylon torbalara konularak, saf su ile muamele edilinceye kadar muhafaza edilmiştir.

2.2.3. Jeotermal çözelti absorpsiyonu tayini

Bu test, TS EN 47 (2011)'ye uygun yapılmıştır. Her örnek için, absorbe edilen jeotermal çözelti miktarı, g/cm³ olarak, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$J\text{ÇA} = (A_{\text{esy}} - A_{\text{e012}}) / V_{\text{e012}} \quad (1)$$

Bu eşitlikte; JÇA, jeotermal çözelti absorpsiyonu (g/cm³), A_{esy}, emprenyeden hemen sonraki yaş ağırlık (g), A_{e012} ve V_{e012}, emprenyeden önceki, sırasıyla, hava kurusu ağırlık (g) ve hacim (cm³)'dir.

2.2.4. Jeotermal net kuru madde tayini

Bu test, TS EN 47 (2011)'e uygun yapılmıştır. Test için, JÇA tayininde kullanılan örneklerden faydalanılmıştır. Her örnek için, tam kuru rutubetteki jeotermal net kuru madde miktarı, % olarak, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$J\text{NM} = [(A_{\text{e0}} - A_{\text{e00}}) / A_{\text{e00}}] \times 100 \quad (2)$$

Bu eşitlikte; JNM jeotermal net kuru madde miktarı (%), A_{e0} emprenyeden sonraki tam kuru ağırlık (g), A_{e00} emprenyeden önceki tam kuru ağırlık (g)'tir.

2.2.5. Teğet yönde şişme ve çekme tayini

Teğet yönde şişme ve çekme testleri, sırasıyla, TS 4084 (1983) ve TS 4083 (1983)'e göre yapılmıştır. Her örnek için, teğet yöndeki şişme ve çekme, % olarak, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır. Hesaplama boyuna yöndeki şişme ve çekme dikkate alınmamıştır.

$$T\text{Ş}_{\text{max}} = [(L_{\text{tmax}} - L_{\text{tmin}}) / L_{\text{tmin}}] \times 100 \quad (3)$$

$$T\text{Ç}_{\text{max}} = [(L_{\text{tmax}} - L_{\text{tmin}}) / L_{\text{tmax}}] \times 100 \quad (4)$$

Bu eşitliklerde; TŞ_{max} ve TÇ_{max}, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, teğet yöndeki maksimum şişme ve çekme (%), L_{tmax} ve L_{tmin}, sırasıyla, LDN rutubeti üzerinde ve tam kuru halde, teğet yöndeki boyut (cm)'tur.

2.3. İstatistik analiz

Tüm gözlemsel değerler, varyans analizi ve duncan karşılaştırma testi ile irdelenmiştir. Öncelikle, %95 istatistiki güvenle, bireysel faktörlerin (jeotermal su, ağaç türü) ve etkileşimin (jeotermal su-ağaç türü) yaptıkları

etkilerin önem durumu ve etki düzeyleri belirlenmiştir. Sonra, etkisi anlamlı çıkan her bireysel faktör ve etkileşim için, homojenlik gruplar araştırılmış, farklılık oluşturan gruplar belirlenip, harfli gösterimle ifade edilmiştir. Harfli gösterimde, farklı harfi taşıyan grupların ortalamaları arasındaki farklılık önemli, aynı harfi taşıyan grupların ortalamaları arasındaki farklılık ise önemsizdir. Tüm istatistikî değerler, SPSS yazılım programında hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Çalışmada, Afyonkarahisar Ömer (AF-23), Gecek (R-260) ve Gazlıgöl (GLZ-1) jeotermal sularının emprenye maddesi potansiyeli, bu sularla emprenyeli kızılçam ve karaçam diri odunlarında jeotermal çözelti absorpsiyonu, jeotermal net kuru madde, teğet yönde şişme ve çekme miktarları incelenmiştir. İncelemelere ilişkin bulgular, ayrı ayrı irdelenip tartışılmıştır.

3.1. Afyonkarahisar Ömer – Gecek – Gazlıgöl jeotermalleri emprenye maddesi potansiyeli

Bilindiği üzere, odun zararlılarına karşı, emprenye maddelerinin çeşitleri ve miktarları çok önemlidir. Bunların kullanılabilirlikleri, koruma etkilerinin kalıcı olmasına ilaveten, erimiş tuz veya mineral gibi, çeşitli elementleri içermesine ve bu elementlerin derişimine de bağlıdır. Emprenye işlerinde, etkileri yönünden mineral madde oranı yüksek olan bazı emprenye çözeltileri tuzluluk oranı yönünden de uygun olabilir. Bu açıdan, emprenye akışkanlarının, ahşap ve ahşap esaslı yapısal malzemeleri, olası zararlılara karşı koruyup korumayacaklarına dair bir yargıya varabilmek için, kimyasal madde içerikleri ve derişimleri, yani; kaliteleri üzerinde durulmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt vd., 1993).

Kalitenin (kimyasal madde içeriği ve derişim) belirlenmesi, emprenyede kullanılabilecek bütün kimyasallar ya da kimyasal karışımlar için geçerlidir. Buna göre, jeotermal sular da, çözülmüş halde birçok tuz ve mineral madde içermektedir. Dolayısıyla, bu suların, emprenye işlerine uygun olup olmayacaklarına dair bir hüküm verebilmek için, kimyasal madde içeriklerinin ve derişimlerinin bilinmesi gerekmektedir (Var, 2009).

Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal suları için, kimyasal madde içeriği ve derişimin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Gülay, 1972; Demirel, 1990; Erişen vd., 1996; Mutlu, 1996; Mutlu, 1997; Mutlu, 1998; Çelik ve Sabah, 2002; Aydınöz, 2005; Ulutürk, 2009; Memiş, 2010). Bunlar incelendiğinde, bölgedeki jeotermal suların, kimyasal madde çeşidi ve derişimi açısından, başta birincil ve ikincil olarak çözünenler dahil, ahşap koruma sektörü için, çözülmüş halde, önemli ölçüde emprenye maddesi potansiyeline sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Çizelge 1'de, bu çalışmada emprenye akışkanı olarak kullanılan Afyonkarahisar Ömer (AF-23), Gazlıgöl (GLZ-1) ve Gecek (R-260) jeotermal sularının kimyasal analiz sonuçları ve bu sulardaki mevcut emprenye maddesi potansiyeli, mg/lt olarak verilmiştir. Bu çizelgeye göre,

jeotermal sular, Al, As, B, Ca, Cl, F, K, Mg, Na, NH₄, SiO₂ ve SO₄ ve olmak üzere, çözülmüş halde toplam 12 adet emprenye maddesi içermektedir. Bu maddeler, jeotermal suların içerdiği toplam 21 adet kimyasalın yaklaşık %57,14'ünü oluşturmaktadır. Bu maddelerin bireysel ve toplam derişimleri farklılık göstermektedir.

Örneğin; bireysel derişim, K için 76,0–156,8 mg/lt, Na için 900,0–1940,0 mg/lt, NH₄ için 5,9–7,5 mg/lt, Ca için 53,0–186,0 mg/lt, Mg için 5,4–18,9 mg/lt, As için 0,01–3,6 mg/lt, B için 7,8–12,0 mg/lt, SiO₂ için 36,0–170,0 mg/lt, SO₄ için 10,0–513,6 mg/lt, Cl için 137,0–1948,0 mg/lt, F için 0,06–6,0 mg/lt ve Al için 0,02–0,034 mg/lt arasında değişmektedir. Toplam derişim ise 1237,03–4941,50 mg/lt arasında dağılım yapmaktadır.

Diğer yandan, jeotermal sular, toplam emprenye maddesi derişimi bakımından, karşılaştırıldığında, Gazlıgöl jeotermal 1237,03-1394,20 (ort. 1315,62) mg/lt ile düşük derişime sahip su olurken, Gecek jeotermal 4402,50-4941,50 (ort. 4672,00) mg/lt ile en yüksek derişime sahip bulunmaktadır. Ömer jeotermal ise 4547,37 mg/lt'lik bir derişime sahip su konumundadır.

Bunlara göre, sonuç olarak, Gecek (R-260) jeotermal, çözülmüş halde, bireysel olarak 0,02–1948,0 mg/lt arasında değişen, toplamda ise 4672,00 mg/lt derişimde emprenye maddesi potansiyeline sahiptir. Toplam kimyasal madde derişimi bakımından da benzer durumlar söz konusudur. Dolayısıyla, Gecek jeotermal, normal hava şartlarında, uzun süreli batırma (24 saat) yöntemi kullanılarak yapılan emprenye işlemlerinde, diğer jeotermallere göre daha başarılı sonuçlar verebilir.

3.2. Jeotermal çözelti absorpsiyonu

Çizelge 2'de, Afyonkarahisar Ömer, Gecek ve Gazlıgöl jeotermal sularıyla emprenyeli karaçam ve kızılçam odunlarında jeotermal çözelti absorpsiyonuna dair tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları verilmiştir. Bu çizelgeye göre, ağaç türleri karşılaştırıldığında, absorbe edilen çözelti miktarı, karaçam için, Gazlıgöl kaynağında 0,30 g/cm³ ile en az ve Gecek kaynağında 0,32 g/cm³ en fazla olurken, kızılçam için, Gazlıgöl kaynağında 0,29 g/cm³ ile en az ve Gecek kaynağında 0,34 g/cm³ en fazla olmuştur. Dolayısıyla, absorbe edilen jeotermal çözelti, karaçam için, Gecek'te Gazlıgöl'den %6,67 ve Ömer'den %3,23, kızılçam için, Gecek'te Gazlıgöl'den %17,24 ve Ömer'den %6,25 daha yüksek olmuştur. Üç jeotermalin ortalaması olarak karşılaştırıldığında, absorpsiyon miktarı, karaçamda 0,31 g/cm³ ve kızılçamda 0,32 g/cm³ olmuştur. Bireysel faktörler ve faktörler arası etkileşimin absorpsiyon üzerindeki etkilerinin önem durumu karşılaştırıldığında, jeotermal kaynakların etkisi önemli çıkarken (p≤0,000), ağaç türü ve etkileşimin (jeotermal kaynak-ağaç türü) etkileri önemsiz çıkmıştır (p>0,05). Faktörler ve etkileşimin etki düzeyleri karşılaştırıldığında, jeotermal kaynaklar en yüksek düzeyde (R²=0,914), etkileşim orta düzeyde (R²=0,014) ve ağaç türü küçük düzeyde (R²=0,004) etki yapmıştır. Jeotermal kaynakların homojenlik grubuna bakıldığında, Gecek kaynağı farklı, Gazlıgöl ve Ömer kaynakları aynı homojenlik grubunda yer almıştır. İki ağacın ortalaması

olarak, çözelti absorpsiyonu karşılaştırıldığında, Gecek kaynağı 0,33 g/cm³ ile en yüksek, Gazlıgöl kaynağı 0,30 g/cm³ ile en düşük değeri vermiştir. Dolayısıyla, absorpsiyon, Gecek kaynağında, Ömer ve Gazlıgöl kaynaklarına göre, sırasıyla, %6,45 ve %10,00 daha fazla olmuştur. Bunlara göre, sonuç olarak, Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermalleri ile empenyede, kızılçamda absorbe edilen jeotermal çözelti miktarı, karaçamdan %3,23 daha fazla olmuştur. Jeotermal

kaynaklar, absorpsiyon üzerinde, %95 istatistiki güvenle, önemli ve yüksek düzeyde etkili olmuştur. Gecek kaynağı en büyük etkiyi, Gazlıgöl kaynağı en düşük etkiyi göstermiştir. Ömer kaynağı ile Gazlıgöl kaynağı aynı düzeyde etki yapmıştır. Bu sonuçlar, konuya benzer literatürle (Karademir, 2012; Var, vd., 2013) karşılaştırılmış ve yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularının kimyasal analiz sonuçları ve mevcut empenye maddesi potansiyeli

Kimyasal analiz sonuçları ^a	Jeotermal kaynak			Referans
	Ömer (AF-23)	Gecek (R-260)	Gazlıgöl (GLZ-1)	
Sıcaklık (°C)	90-94	87-94	63-66	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Çelik ve Sabah, 2002; Ulutürk, 2009
pH (25°C'de)	7,94	7,50-7,10	7,40-7,45	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009;
K ⁺	120,00	120,00-156,8 0	76,00-80,20	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
Na ⁺	1760,5	1700,00-1940,00	900,00-940,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
NH ₄ ⁺	-	5,90	7,50	Erişen vd., 1996
Ca ⁺	146,80	105,80-186,00	53,00-72,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
Mg ⁺	12,46	5,4-18,9	15,30-17,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
As ⁺	3,60	0,98-2,20	<0,01	Erişen vd., 1996; Ulutürk, 2009
B ⁺	7,82	9,00	12,00	Erişen vd., 1996; Ulutürk, 2009
Li	-	1,60-2,20	-	Mutlu, 1998; Erişen vd., 1996
SiO ₂ ⁺	128,10	105,00-170,00	36,00-48,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
CO ₂	-	4,00	171,70	Erişen vd., 1996
HCO ₃	899,50	1239,00-1350,00	2471,00-2696,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
CO ₃	-	1,00	10,00	Erişen vd., 1996
SO ₄ ⁺	489,00	508,00-513,60	10,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
Cl ⁺	1879,00	1842,00-1948,00	137,00-225,00	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
I	-	0,50	<0,50	Erişen vd., 1996
F ⁺	0,06	0,40-6,00	2,20	Erişen vd., 1996; Ulutürk, 2009
Fe	0,064	0,20-0,40	2,20	Erişen vd., 1996; Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
NO ₂	-	0,01	<0,01	Erişen vd., 1996
NO ₃	-	1,00	1,00	Erişen vd., 1996
Al ⁺	0,034	<0,02	0,02	Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
Br	0,50	0,20-9,60	-	Mutlu, 1998; Ulutürk, 2009
Toplam empenye maddesi derişimi (mg/l)	4547,37	4402,50-4941,50 (ort=4672,00)	1237,03-1394,20 (Ort=1315,62)	
Toplam jeotermal kimyasal derişimi (mg/l)	5447,44	5650,01-6303,70 (Ort=5976,86)	3893,44-4078,20 (Ort=3985,82)	

^a: İlgili referanslardan alınmıştır. ^{*}: Ahşap empenye maddesi.

Çizelge 2. Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla empenyeli kızılçam ve karaçam odununda jeotermal çözelti absorpsiyonu için tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları

Tanımlayıcı istatistikler			Varyans analizi sonuçları							Duncan testi sonuçları	
Jeotermal kaynak	Ağaç türü	Ort. (g/cm ³) [*]	Varyans kaynağı	Kareler top.	Sd	Kareler ort.	F	P ^b	R ^{2c}	Jeotermal kaynak	Ort. (g/cm ³) ^d
Kontrol	Çk	0,00	Kontrol mod.	2,220 ^a	7	0,338	169,413	0,000	0,914	Kontrol	0,00 ^x
	Çz	0,00	Sınırlı alan	6,604	1	7,023	3527,926	0,000	0,969	Gazlıgöl (GLZ-1)	0,30 ^y
Ömer (AF-23)	Çk	0,31(0,04)	Jeotermal kaynak	2,216	3	0,784	394,640	0,000	0,914	Ömer (AF-23)	0,31 ^y
	Çz	0,32(0,04)	Ağaç türü	0,001	1	0,000	0,428	0,514	0,004	Gecek (R-260)	0,33 ^z
Gecek (R-260)	Çk	0,32(0,02)	Jeotermal kaynak- Ağaç türü	0,003	3	0,006	0,516	0,672	0,014		
	Çz	0,34(0,06)	Hata	0,210	112	0,003					
Gazlıgöl (GLZ-1)	Çk	0,30(0,07)	Toplam	9,033	120						
	Çz	0,29(0,05)	Düzeltilmiş toplam	2,429	119						

*: Parantezdekiler standart sapmadır. Çk= Karaçam, Çz= Kızılçam. Sd= Serbestlik derecesi. a: R² = 0,914 (Düzeltilmiş R² = 0,908). b (Önem derecesi): p<0,05 ise önemlidir. c (Etki düzeyi): R² = 0,0099 ise küçük etki, 0,0588 ise orta etki ve 0,1379 ise büyük etki. d: Aynı harfle temsil edilen ortalamalar arasında, %95 istatistiki güvenle önemli farklılık yoktur.

3.3. Jeotermal net kuru madde

Çizelge 3’de, Afyonkarahisar Ömer, Gecek ve Gazlıgöl jeotermal sularıyla emprenyeli karaçam ve kızılçam odunlarında jeotermal net kuru madde miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları verilmiştir. Bu çizelgeye göre, ağaç türleri karşılaştırıldığında, net kuru madde miktarı, karaçam için, Gazlıgöl kaynağında %0,80 ile en az, Gecek kaynağında %0,98 ile en fazla olurken, kızılçam için, Gazlıgöl kaynağında %0,97 ile en az, Gecek kaynağında %1,04 ile en fazla olmuştur. Dolayısıyla, tutunan jeotermal net kuru madde miktarı, karaçam için, Gecek’te Gazlıgöl’den %22,50 ve Ömer’den %11,11 daha yüksek olurken, kızılçam için, Gecek’te Gazlıgöl’den %7,22 ve Ömer’den %1,96 daha yüksek olmuştur. Üç jeotermalin ortalaması olarak karşılaştırıldığında, jeotermal net kuru madde miktarı, karaçam ve kızılçamda, sırasıyla, %0,89 ve %1,01 olmuştur. Bireysel faktörler ve etkileşimin, net kuru madde üzerindeki etkilerinin önem durumlarına bakıldığında, jeotermal kaynakların etkisi önemli ($p \leq 0,000$), ağaç türü ve etkileşimin etkisi önemsiz ($p > 0,05$) çıkmıştır. Faktörler ve etkileşimin, net kuru madde üzerindeki etki düzeylerine bakıldığında, jeotermal kaynaklar en yüksek düzeyde ($R^2=0,619$), ağaç türü orta düzeyde ($R^2=0,020$), etkileşim ise küçük düzeyde ($R^2=0,010$) bir etki yapmıştır. Jeotermal kaynakların homojenlik grubuna bakıldığında, her üç kaynak da aynı grupta yer almıştır. İki ağacın ortalaması olarak, net kuru madde miktarına bakıldığında, Gecek kaynağı %1,01 ile en yüksek değeri verirken, Gazlıgöl kaynağı %0,89 ile en düşük değeri vermiştir. Dolayısıyla, net kuru madde miktarının, Gecek kaynağında, Ömer ve Gazlıgöl kaynaklarından, sırasıyla, %6,32 ve %13,48 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunlara göre, sonuç olarak, Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla emprenyede, jeotermal net kuru madde miktarı, kızılçamda, karaçama göre %13,48 daha fazla olmuştur. Jeotermal kaynak türü, net kuru madde miktarı üzerinde, %95 istatistiki güvenle, anlamlı ve yüksek düzeyli bir etki yapmıştır. Etki düzeyi bakımından, kaynaklar arasında anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Gecek kaynağı en yüksek, Gazlıgöl kaynağı ise en düşük gözlem değerini vermiştir. Ayrıca Gecek kaynağında, net kuru madde miktarı, Ömer ve Gazlıgöl kaynaklarına göre daha fazla artmıştır. Bu artış, Gecek kaynağında, toplam kimyasal madde derişiminin daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Bu sonuçlar, konuya benzer çalışmalarla (Karademir, 2012; Var, vd., 2013) karşılaştırılmış ve farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılık, jeotermal kaynaklardan, bu kaynakların içerdiği kimyasal madde türü, miktarı ve katılım oranlarından kaynaklanabilir.

3.4. Teğet yönde şişme

Çizelge 4’da, Afyonkarahisar Ömer, Gecek ve Gazlıgöl jeotermal sularıyla emprenyeli karaçam ve kızılçam odunlarında teğet yönde şişme miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları verilmiştir. Bu çizelgeye göre, genel olarak, test ve kontrol

grubu örnekler karşılaştırıldığında, ortalama teğet yönde şişme miktarı, karaçam ve kızılçam için, test grubu örneklerde, sırasıyla, %6,62 - %7,20 ve %7,25 - %7,84 arasında değişirken, kontrol grubu örneklerde ise %6,19 - %8,32 arasında değişmiştir. Ağaç türleri karşılaştırıldığında, teğet yönde, karaçam, Ömer kaynağında %6,62 ile en az ve Gazlıgöl kaynağında %7,20 ile en fazla genişlerken, kızılçam ise Ömer kaynağında %7,25 ile en az ve Gecek kaynağında %7,84 ile en fazla genişlemiştir. Diğer bir ifadeyle, teğet yönde şişme miktarı, karaçam için, Gazlıgöl’de Gecek’ten %6,82 ve Ömer’den %8,76 daha fazla olurken, kızılçam için, Gecek’te Gazlıgöl’den %7,40 ve Ömer’den %8,14 daha yüksek olmuştur. Üç kaynağın ortalaması olarak karşılaştırıldığında, teğet yönde şişme miktarı, karaçamda %6,85 ve kızılçamda %7,46 olarak tespit edilmiştir. Bireysel faktörler ve etkileşimin, teğet yönde şişme üzerindeki etkilerinin önem durumlarına bakıldığında, ağaç türünün etkisi önemli ($p \leq 0,001$), jeotermal kaynak ve etkileşimin etkileri ise önemsiz ($p > 0,05$) çıkmıştır. Faktörler ve etkileşimin, teğet yönde şişme üzerindeki etki düzeylerine bakıldığında, ağaç türü en yüksek düzeyde ($R^2=0,096$), etkileşim orta düzeyde ($R^2=0,057$), jeotermal kaynaklar ise küçük düzeyde ($R^2=0,009$) etki yapmıştır. Jeotermal kaynakların homojenlik grubuna bakıldığında, her üç kaynak da kontrol ile aynı grupta yer almıştır. İki ağacın ortalaması olarak, teğet yönde şişme miktarına bakıldığında, Gecek kaynağı %7,29 ile en yüksek, Ömer kaynağı %6,93 ile en düşük değeri vermiştir. Gazlıgöl kaynağı ise kontrol ile aynı değeri (%7,25) vermiştir. Diğer bir ifadeyle, teğet yönde şişme, Gecek’te, Ömer’den %5,19, Gazlıgöl’den ve kontrolden %0,55 daha fazla olmuştur. Bunlara göre, sonuç olarak, Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla emprenyede, teğet yönde, kızılçam, karaçamdan %8,91 daha fazla genişlemiştir. Jeotermal kaynak türü, teğet yönde şişme üzerinde, %95 istatistiki güvenle, anlamsız ve küçük düzeyli etki yapmıştır. Dolayısıyla, jeotermal kaynaklar, hem kontrol ile hem de kendi aralarında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Yani; jeotermal sularla emprenyeli örnekler ile saf suyla muamele edilmiş örnekler, teğet yönde hemen hemen aynı miktarda genişlemiştir. Bu sonuçlar, konuya benzer çalışmalarla (Var, vd., 2013) karşılaştırılmış ve yakın olduğu görülmüştür.

3.5. Teğet yönde çekme

Çizelge 5’de, Afyonkarahisar Ömer, Gecek ve Gazlıgöl jeotermal sularıyla emprenyeli karaçam ve kızılçam odunlarında teğet yönde çekme miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları verilmiştir. Bu çizelgeye göre, genel olarak, test ve kontrol grubu örnekler bakıldığında, ortalama teğet yönde çekme miktarı, test örneklerinde, %6,66 - %7,44 arasında değişirken, kontrol örneklerinde ise %6,50 - %7,58 arasında değişmiştir. Ağaç türlerine bakıldığında, teğet yönde çekme, karaçamda, Gazlıgöl kaynağında %6,66 ile en az, Gecek kaynağında %7,02 ile en fazla olurken, kızılçamda ise Ömer kaynağında %6,99 ile en az, Gazlıgöl kaynağında %7,44 ile en fazla bulunmuştur. Dolayısıyla, teğet yönde çekme,

karaçam için, Gecek'te Gazlıgöl'den %5,41 ve Ömer'den %4,62 daha fazla olurken, kızılçam için, Gazlıgöl'de Ömer'den %6,44 ve Gecek'ten %1,09 daha bulunmuştur.

Üç kaynağın ortalaması karşılaştırıldığında, teğet yönde çekme miktarı, karaçamda %6,80 ve kızılçamda %7,26 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla empenyeli kızılçam ve karaçam odununda jeotermal net kuru madde için tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

Tanımlayıcı istatistikler			Varyans analizi sonuçları							Duncan testi sonuçları	
Jeotermal kaynak	Ağaç türü	Ort.(%)*	Varyans kaynağı	Kareler top.	Sd	Kareler ort.	F	P ^b	R ^{2c}	Jeotermal kaynak	Ort.(%) ^d
Kontrol	Çk	0,00	Kontrol mod.	20,990 ^a	7	2,999	26,526	0,000	0,624	Kontrol	0,00 ^x
	Çz	0,00	Sınırlı alan	61,118	1	61,118	540,653	0,000	0,828	Gazlıgöl (GLZ-1)	0,89 ^y
Ömer (AF-23)	Çk	0,89(0,39)	Jeotermal kaynak	20,605	3	6,868	60,757	0,000	0,619	Ömer (AF-23)	0,95 ^y
	Çz	1,02(0,44)	Ağaç türü	0,256	1	0,256	2,262	0,135	0,020	Gecek (R-260)	1,01 ^y
Gecek (R-260)	Çk	0,98(0,41)	Jeotermal kaynak- Ağaç türü	0,129	3	0,043	0,382	0,766	0,010		
	Çz	1,05(0,42)	Hata	12,661	112	0,113					
Gazlıgöl (GLZ-1)	Çk	0,80(0,31)	Toplam	94,770	120						
	Çz	0,97(0,35)	Düzeltilmiş toplam	33,651	119						

*: Parantezdekiler standart sapmadır. a: R²=0,624 (Düzeltilmiş R² = 0,600). b (Önem derecesi): p≤0,05 ise önemlidir. c (Etki düzeyi): R² = 0,0099 ise küçük etki, 0,0588 ise orta etki ve 0,1379 ise büyük etki. d: Aynı harfle temsil edilen ortalamalar arasında %95 istatistikî güvenle önemli farklılık yoktur.

Çizelge 4. Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla empenyeli kızılçam ve karaçam odununda teğet yönde şişme için tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

Tanımlayıcı istatistikler			Varyans analizi sonuçları							Duncan testi sonuçları	
Jeotermal kaynak	Ağaç türü	Ort.(%)*	Varyans kaynağı	Kareler top.	Sd	Kareler ort.	F	P ^b	R ^{2c}	Jeotermal kaynak	Ort.(%) ^d
Kontrol	Çk	6,19(1,76)	Kontrol mod.	48,656 ^a	7	6,951	2,809	0,010	0,149	Ömer (AF-23)	6,93 ^x
	Çz	8,32(1,64)	Sınırlı alan	6188,30	1	6188,30	2500,44 7	0,000	0,957	Kontrol	7,25 ^x
Ömer (AF-23)	Çk	6,62(1,49)	Jeotermal kaynak	2,458	3	0,819	0,331	0,803	0,009	Gazlıgöl (GLZ-1)	7,25 ^x
	Çz	7,25(1,36)	Ağaç türü	29,363	1	29,363	11,865	0,001	0,096	Gecek (R-260)	7,29 ^x
Gecek (R-260)	Çk	6,74(1,53)	Jeotermal kaynak- Ağaç türü	16,835	3	5,612	2,267	0,085	0,057		
	Çz	7,84(1,69)	Hata	277,186	112	2,475					
Gazlıgöl (GLZ-1)	Çk	7,20(1,37)	Toplam	6514,14	120						
	Çz	7,30(1,69)	Düzeltilmiş toplam	325,842	119						

*: Parantezdekiler standart sapmadır. a: R² = 0,149 (Düzeltilmiş R² = 0,096). b (Önem derecesi): p≤0,05 ise önemlidir. c (Etki düzeyi): R² = 0,0099 ise küçük etki, 0,0588 ise orta etki ve 0,1379 ise büyük etki. d: Aynı harfle temsil edilen ortalamalar arasında %95 istatistikî güvenle önemli farklılık yoktur.

Çizelge 5. Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla empenyeli kızılçam ve karaçam odununda teğet yönde çekme için tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

Tanımlayıcı istatistikler			Varyans analizi sonuçları							Duncan testi sonuçları	
Jeotermal kaynak	Ağaç türü	Ort.(%)*	Varyans kaynağı	Kareler top.	Sd	Kareler ort.	F	P ^b	R ^{2c}	Jeotermal kaynak	Ort.(%) ^d
Kontrol	Çk	6,50(0,94)	Kontrol mod.	16,359 ^a	7	2,337	1,244	0,285	0,072	Ömer (AF-23)	6,85 ^x
	Çz	7,58(1,49)	Sınırlı alan	5934,867	1	5934,867	3158,376	0,000	0,966	Kontrol	7,04 ^x
Ömer (AF-23)	Çk	6,71(1,59)	Jeotermal kaynak	1,718	3	0,573	0,305	0,822	0,008	Gazlıgöl (GLZ-1)	7,05 ^x
	Çz	6,99(1,20)	Ağaç türü	11,427	1	11,427	6,081	0,015	0,051	Gecek (R-260)	7,19 ^x
Gecek (R-260)	Çk	7,02(1,43)	Jeotermal kaynak- Ağaç türü	3,312	3	1,071	0,570	0,636	0,015		
	Çz	7,36(1,26)	Hata	210,458	112	1,879					
Gazlıgöl (GLZ-1)	Çk	6,66(1,70)	Toplam	6161,684	120						
	Çz	7,44(1,19)	Düzeltilmiş toplam	226,816	119						

*: Parantezdekiler standart sapmadır. a: R² = 0,072 (Düzeltilmiş R² = 0,014). b (Önem derecesi): p≤0,05 ise önemlidir. c (Etki düzeyi): R² = 0,0099 ise küçük etki, 0,0588 ise orta etki ve 0,1379 ise büyük etki. d: Aynı harfle temsil edilen ortalamalar arasında %95 istatistikî güvenle önemli farklılık yoktur.

Bireysel faktörler ve etkileşimin, teğet yönde çekme üzerindeki etkilerinin önem durumlarına bakıldığında, ağaç türünün etkisi önemli ($p \leq 0,05$), jeotermal kaynak ve etkileşimin etkileri önemsiz ($p > 0,015$) çıkmıştır. Faktörler ve etkileşimin, teğet yönde çekme üzerindeki etki düzeylerine bakıldığında, ağaç türü ($R^2=0,051$) ve etkileşim ($R^2=0,015$) orta düzeyde, jeotermal kaynaklar ise küçük düzeyde ($R^2=0,008$) etki yapmıştır. Jeotermal kaynaklar için, homojenlik grubuna bakıldığında, her üç kaynak da kontrol ile aynı grupta yer almıştır. İki ağacın ortalaması olarak, teğet yönde çekme miktarına bakıldığında, en yüksek değer %7,19 ile Gecek kaynağında, en düşük değer ise %6,85 ile Ömer kaynağında gerçekleşmiştir. Gazlıgöl kaynağı (%7,05) ise kontrol (%7,04) ile yaklaşık aynı değeri vermiştir. Diğer bir ifadeyle, teğet yönde çekme miktarı, Gecek'te, Ömer'den %4,96, Gazlıgöl'den %1,99 ve kontrolden %2,13 daha fazla olmuştur. Bunlara göre, sonuç olarak, Afyonkarahisar Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularıyla empenyede, teğet yönde, kızılçam, karaçamdan %6,76 daha fazla daralmıştır. Jeotermal kaynak türü, teğet yönde çekme üzerinde, %95 istatistiki güvenle, küçük düzeyde anlamsız bir etki yapmıştır. Dolayısıyla, jeotermal sularla empenyeli örnekler ile saf suyla muamele edilmiş örneklerin teğet yönde çekmeleri arasında anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Bu sonuçlar, benzer çalışmalara rastlanılmadığı için, literatürle karşılaştırılamamıştır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Afyonkarahisar yöresindeki Ömer (AF-23), Gazlıgöl (GLZ-1) ve Gecek (R-260) jeotermal suları, çözünmüş halde, toplam 12 adet empenye maddesi barındırmaktadır. Bu maddelerin bireysel derişimleri, jeotermal kaynağa göre farklılık göstermektedir. Bu maddeler, jeotermal sudaki toplam kimyasalların, yaklaşık %57,14'ünü oluşturmaktadır.
- Ortalama olarak, Gecek jeotermalı 4672,00 mg/lit (%0,47), Ömer jeotermalı 4547,37 mg/lit (%0,45) ve Gazlıgöl jeotermalı 1315,62 mg/lit (%0,13) derişimde empenye maddesi potansiyeline sahiptir. Gecek jeotermalı, normal oda koşullarında, basit daldırma tekniğine göre yapılacak empenye işleminde, daha başarılı sonuçlar verebilir.
- Oda sıcaklığında olmak üzere, Afyonkarahisar-Ömer-Gecek-Gazlıgöl jeotermal sularına 24 saat daldırılmalı empenyede, kızılçamda, karaçama göre, jeotermal çözelti absorpsiyonu, net kuru madde, teğet yönde şişme ve çekme miktarları, sırasıyla, %3,23, %13,48, %8,91 ve %6,76 oranında daha fazla bulunmuştur. %95 istatistiki güvenle, jeotermal kaynağa türü, çözelti absorpsiyonu ve net kuru madde miktarı üzerinde anlamlı ve yüksek düzede etkili olurken, teğet yönde şişme ve çekme miktarları üzerinde anlamsız ve küçük düzeyli bir etki yapmıştır.
- Jeotermal çözelti absorpsiyonu ve net kuru madde için, en büyük etkiyi Gecek kaynağı ve en düşük etkiyi Gazlıgöl kaynağı gösterirken, Ömer kaynağı ile Gazlıgöl kaynağı aynı düzeyde etki yapmıştır. Teğet yönde şişme ve çekme için, etki bakımından, jeotermal kaynaklar, hem kontrol ile

hem de kendi aralarında anlamlı bir etkinlik göstermemiştir.

Teşekkür

Yazarlar, mali destekleri için SDÜ-BAP Koordinasyon Birimi'ne (Proje no:3365-YL1-12) ve jeotermal teminindeki yardımları için AFJET A.Ş., ÖMER TERMAL ve GECEK TERMAL tesislerine teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Akan, B., 2003. Afyon Ömer-Gecek jeotermal sisteminde reenjeksiyon uygulamalarının rezervuar sıcaklığı üzerine etkilerinin modellenmesi. HÜ., Yerbilimleri, 28: 81-97.
- Akıllı., H., Ersöz, M.C., 2002. The Application and the progress of geothermal energy in Türkiye, <http://www.kgvrs.mine.kyushu-u.ac.jp/GVR%20report/No11/turkiye.pdf>, Erişim: 20.01.2013.
- Arslan, S., Darıcı, M., Karahan, Ç., 2001. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli, Jeotermal Enerji Semineri, http://geocen.iyte.edu.tr/teskon/2001/teskon2001_02.pdf, Erişim: 23.09.2013.
- Akkurt, F., Alicılar, A., Şendil, O., 2002. Sularda bulunan nitratin absorpsiyon yoluyla uzaklaştırılması. Gazi Üniversitesi, Müh.Mim.Fak.Der. 17(4): 83-91.
- Akkuş, İ., Aydoğdu, Ö., 2006. Türkiye'nin jeotermal kaynaklarının potansiyeli ve önemi. Jeoloji Mühendisleri Odası, Jeotermal Enerji ve Yasal Düzenlemeler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 48-57
- Aydınöz, M., 2005. Afyonkarahisar bölgesinde bulunan kaplıca sularının mevsimsel analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması ve Empenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İÜ Yayınları No:1745/183, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Empenye Tekniği Ders Kitabı, İÜ OF Yayın No: 3779/425, İstanbul.
- Cemek, M., M. Aydınöz, M. Konuk, 2005. Jeotermal enerji ve Afyon bölgesinin jeotermal enerji potansiyeli, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1: 39-48
- Çelik, M.Y., Sabah, E., 2002. The geological and technical characterisation of Ömer-Gecek geothermal area and the environmental impact assessment of geothermal heating system in Afyon, Turkey. Environmental Geology, 41: 942-953
- Dağdaş, A., 2004. Jeotermal enerjiden yararlanmada Türkiye'nin dünyadaki konumu ve potansiyeli, Tesistat Mühendisliği Dergisi, Mart-Nisan 2004, 38-49.
- Demirel, Z., 1990. Gazlıgöl G-2 Sondajı Kuyu Bitirme Raporu, MTA Raporu, No: 9016.
- Erişen, B., Akkuş, İ., Uygur, N., Koçak, A., 1996. Türkiye Jeotermal Envanteri. MTA Genel Müd.ğü, Ankara.
- Gemici, Ü., Tarcan, G., 2004. Hydrogeological and hydrogeochemical features of the heybeli spa, Afyon, Turkey: Arsenic and the other contaminants in the

- thermal waters. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 72(6) :1107– 1114.
- Gülay, A., 1972. Afyon, Ömer-Gecek-Afyon Ovası, Gazlıgöl, Çobanlar, Heybeli, Çay Yöreleri Jeotermik Enerji Araştırmaları Rezistivite Etüdü Raporu, MTA Raporu, No: 4852
- Gürü, M., 2005. Jeotermal enerji kaynaklarının değerlendirilmesi. Genç Çevreye Bakış, Mart 2005/ Sayı 7.
- İlgar, R., 2005. Ekolojik bakışla jeotermal kaynaklara düalist yaklaşım, Elektronik Sosyal Bil.Der., 4/13:88-98
- Karademir, E., 2012. Jeotermal akışkanlarla emprenye edilen ahşabın performansı: Uşak Yöresi Örneği, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Mertoğlu, O., 2000. Türkiye’de jeotermal enerji uygulamaları ve gelişimi. Yerel Yönetimlerde Jeotermal Enerji ve Jeoteknik Uygulamalar Sempozyumu, İller Bankası Genel Müdürlüğü, 20-22 Kasım 2000, Ankara.
- Memiş, Ü., 2010. Afyon-Sandıklı Hüdaı jeotermal alanının hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve iz element kirliliğinin incelenmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Mutlu, H., 1996. Afyon jeotermal alanındaki termal suların jeokimyasal değerlendirilmesi; jeotermometre uygulamaları ve akışkan-mineral dengesi. ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Mutlu, H., 1997. Gazlıgöl (Afyon) Termal ve maden sularının jeokimyasal özellikleri ve jeotermometre uygulamaları, MTA, Jeoloji Mühendisliği, 50: 1-7.
- Mutlu, H., 1998. Chemical geothermometry and fluid–mineral equilibria for the Ömer–Gecek thermal waters, Afton area, Turkey, J Volcanol Geotherm Res, 80: 303–321
- Mutlu, H., Güleç, N., 1998. Hydrogeochemical outline of thermal waters and geothermometry applications in anatolia, Turkey, 85(1-4): 495–515.
- Ötkü, G., Kara, Ü., Önder, İ., 1997. Afyon İlinde Yer Alan Ömer-Gecek-Uyuz Hamamı-Alaplı-Kızık Hamamı ve Gazlıgöl jeotermal enerji sahalarının detay etüdü. MTA Rapor No:10027.
- Özdemir, A., 2009. Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli, Şehir Sağlığı Dergisi, 15(3): 34-37.
- Richardson, B.A., 1978. Wood Preservation, First edition, The Construction Press, Longman inc.,New York
- Tamgaç, Ö.F., Güner, A., Sarp, S., Yıldırım, N., Durak, S., Küçük, O. ve Koçak, A., 2000. Afyon Ömer-Gecek Jeotermal Sahasının Koruma Alanları, Test ve Potansiyel Değerlendirme Raporu. MTA Rapor No:10388.
- TS 4176, 1984. Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Mescerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, TSE, Ankara.
- TS 343,2012. Ahşap Koruma -Terimler ve Tarifler, TSE, Ankara.
- TS 344, 2012. Ahşap koruma-Genel kurallar. TSE, Ankara.
- TS 345,2012. Ahşap Emprenye Maddeleri Etkilerinin Deney Yöntemleri, TSE, Ankara.
- TS 788-2 EN 599-2, 1997. Ahşap ve Ahşap Esaslı Malzemelerin Dayanıklılığı-Ahşap Koruyucu Emprenye Maddelerinin Biyolojik Deneyle Tespit Edilen Performansı-Bölüm 2: Sınıflandırma ve Etiketleme, TSE, Ankara.
- TS 2471,1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara.
- TS 2470,1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları, TSE, Ankara.
- TS 4083,1983. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4084,1983. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 47, 2011. Ahşap Koruyucular - Ev Teke Böceği (*Hylotrupes bajulus* L.) Larvalarına Karşı Zehirlilik Değerlerinin Tayini (Laboratuvar Metodu), TSE, Ankara.
- Ulutürk, Y., 2009. Ömer-Gecek (Afyonkarahisar) Dolayının Jeolojisi Ve Suların Kökensele Yorumu, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Türkiye Jeotermal Derneği, 2004. Türkiye Jeotermal Derneği, Jeotermal Enerji, <http://www.jeotermalderneği.org.tr>, Erişim: 08.11.2004
- Var, A.A., 2009. Jeotermal akışkanlarda potansiyel emprenye maddelerinin miktarı ve bunların ahşap emprenye işlemine uygunluğu. SDU Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 184-197.
- Var, A.A.; Göncü, D.; Karsantöz, F., 2013. İzmir-Doğanbey jeotermal suları ile emprenye edilmiş kızılçam (*pinus brutia* Ten.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve genişlemenin incelenmesi. SDU Orman Fakültesi Dergisi, 14: 127-133.

Sakarya ili mobilya imalatçılarında iş sağlığı ve iş güvenliği üzerine bir inceleme

Tarık Gedik^{a,*}, Ahmet İlhan^b

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

^b Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce

* İletişim yazarı/Corresponding author: tarikgedik@duzce.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 08.05.2013, Kabul tarihi/Accepted: 26.08.2014

Özet: Yapılan bu çalışma ile Sakarya ilinde faaliyette bulunan mobilya işletmelerinde çalışanların çalışma ortamlarında yaşadıkları olumsuzluklar ve bu olumsuzluklardan kaynaklanan iş kazası ve meslek hastalığına maruz kalma durumları analiz edilmiştir. Çalışma Haziran 2011 yılında 24 farklı işletmede çalışan 1075 çalışandan 227 çalışana uygulanan anket yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda imalat sanayi içerisinde yer alan ve Sakarya ili mobilya işletme çalışanlarının Türkiye ortalamasından daha yüksek oranda iş kazası ve meslek hastalığına maruz kaldıkları belirlenmiştir.

Çalışanların gürültü, ortam sıcaklığı, solunumla alınan gaz ve tozlar, eskimiş ya da bakımı yapılmamış el aletleri, kullanılan el aletlerinin/makinelerin bakımlarının düzenli yapılmaması, düzensiz ve dağınık çalışma ortamı ve yetersiz uyarı levhalarından dolayı rahatsızlık yaşadıkları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, İş kazası, Mobilya, Sakarya

A study on occupational health and safety in furniture manufacturers in Sakarya province

Abstract: The study explores the work related problems and occupational accidents and diseases of the furniture manufacture employees in Sakarya province.

This study surveyed 227 of the 1075 total employees in 24 different enterprise in June 2011. Surveys results revealed that study area has an occupational accidents and health frequency higher than the national averages.

Problematic issues include noise, temperature, gases and dust intake, old or needing repair tools, irregularly maintenance of machinery or equipment, disorganized and untidy working environment, inadequate warning signs.

Keywords: Occupational health and safety, Occupational accidents, Furniture, Sakarya

1. Giriş

İş kazaları ve meslek hastalıklarının tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hem ekonomik açıdan hem de yönetsel açıdan birçok olumsuzlukları beraberinde getireceği malumdur. Herhangi bir sebep olmadan, beklenmeyen bir anda, belli bir amaç güdülmeden ve rastgele gerçekleşen kaza olayının her yönü ile araştırılması ve sürekli çözümler geliştirilmesi iş kazası ve meslek hastalıklarını azaltmada gerekli olmazsa olmazlardır.

İşletmelerde karşılaşılan en önemli insan kaynakları sorunlarından biri, çalışanların emniyetli ve sağlıklı bir çalışma ortamına sahip olmamalarıdır. İşletmelerin daha iyi rekabet koşullarına ulaşabilmesi için çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda planlı ve sistemli çalışmalar yürütmeleri gerekmektedir (Standart Kalite, 2013).

İş sağlığı ve iş güvenliğinin temel amaçlarının çalışanları korumak, üretim güvenliğini ve üretim verimliliğini sağlamak olduğu unutulmamalıdır. Çalışanları korumak noktasında iş sağlığı ve iş güvenliği konularını kapsayan koruma faaliyetlerinin her işletmede yerine getirilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın yapıldığı mobilya sektöründe ahşap malzemeye şekil verilirken kullanılan aletlerin ve makinelerin tamamı, son derece tehlikelidirler. Hemen hepsi kesici, düzeltici, inceltici ve koparıcı dişliler, testere ve bıçaklarla çalışırlar, toz ve gürültü çıkartırlar. Ayrıca bu makinelerin tamamen otomatize olmaması, işin elle

yapılmasını gerektirdiğinden, kaza tehlikelerini de beraberinde getirmektedir. Olası kazalar işletmelere direkt ve indirekt birçok külfet getirmektedir. İş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu meydana gelen görünür ve görünmez maliyetler;

Direkt (Görünür) Maliyetler;

- İlk müdahale, ambulans ve tedavi masrafları,
- Geçici veya sürekli iş göremezlik ve ölüm ödemeleri,
- İşçiye veya yakınlarına ödenen maddi ve manevi tazminatlar
- Sigortaya ödenen tazminatlar

Endirekt (Görünmez) Maliyetler;

- İşletmenin, makinelerin, prosesin, fabrikanın bir bölümünün yada tamamının kaybedilmesi,
- İşçinin üretimde çalışmaması nedeniyle işgücü ve maliyet kaybı,
- Adli masraflar (Mahkeme)
- İşe yeni bir işçinin alınması gerekiyorsa veriminin düşük olmasının getirdiği maliyet,
- Kazanın getirdiği fazla mesainin maliyeti,
- Kaza esnasında, bu bölümde işin durması nedeniyle zaman ve maliyet kaybı,
- Proses, makine veya tezgahın kısmen ya da tamamen zarar görmesi nedeniyle tamir ya da yeni makine alımının getirdiği maliyet,
- Ürünün ya da hammaddelerin zarara uğraması,

- Çalışanların moral bozukluğu nedeniyle dolaylı ya da dolaysız iş yavaşlatmaları,
- Yeni işçi alımı gerekiyorsa, işçiye verilen eğitim ve işçinin işi öğrenmesi esnasında geçen sürenin getirdiği maliyet
- Bürokratik işlemlerle ilgili harcanan zaman ve maddi kayıp,
- Siparişin zamanında teslim edilememesi nedeniyle uğranılacak kayıplar (Özkılıç, 2005).

Sosyal Güvenlik Kurumu 2012 yılı kayıtlarına göre Türkiye’de toplam 74.871 işçinin kaza geçirdiği ve bunların 69.090’ının (%93) erkek, 5.781’inin de (%7) kadın olduğu kayıtlarda yer almıştır. SGK kayıtlarına göre iş kazası sayısında bir yıl öncesine göre %8 oranında artış meydana geldiği belirtilmektedir. 2012 yılında iş kazalarında 744 kişinin hayatını kaybettiği SGK kayıtlarında yer almaktadır (Anonim, 2013).

Bıyıkçı (2010) tarafından yapılan bir çalışmada 2004-2008 yılları arasında Türkiye’de iş kazasına neden olan ve ILO standartlarına göre düzenlenen temel sebeplerin başında bir veya birden fazla cismin sıkıştırması, ezmesi batması veya kesmesi gösterilmektedir. Bunu düşen cisimlerin çarpıp devirmesi ve makinelerin sebep olduğu kazalar izlemektedir.

Yapılan bu çalışmanın amacı, Sakarya İli mobilya işletmelerinde üretimde çalışan personelin çalışma süreleri içerisinde maruz kaldıkları ve olumsuz etkilendikleri faktörlerin neler olduğunu ortaya çıkarmaktır. Bu amaç için uygulanan anketler yardımıyla;

- Katılımcıların bazı demografik özellikleri,
- Katılımcıların iş kazası geçirme durumları ve sonuçları,
- İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getiren fiziksel tehlikeler,
- İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getiren kimyasal tehlikeler,
- İş kazası ve meslek hastalıklarında elektrik ile çalışma sırasında meydana gelen tehlikeler,
- İş kazası ve meslek hastalıklarında çalışma alanında meydana gelen tehlikeler,
- Çalışma ortamlarında iş kazalarına neden olabilecek olumsuzluklar irdelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma Sakarya ilinde faaliyette bulunan mobilya işletmelerinde çalışan işçiler üzerinde anket yöntemi yardımıyla yapılmıştır. Çalışma evrenini Haziran 2011 döneminde Sakarya ili Ticaret ve Sanayi Odasına kayıtlı 24 mobilya işletmesinde çalışan 1075 çalışan işçi oluşturmaktadır (Anonim, 2011). Çalışma kapsamında 227 çalışana ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında örnek hacminin hesaplanmasında evreni %90 güven düzeyi ve %5 hata payı ile temsil edecek çalışan sayısı;

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{N \cdot D^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q} \quad (\text{Dorman at all, 1990.})$$

formülünden yararlanılarak belirlenmiştir. Formülde kullanılan simgeler;

n: Örnek büyüklüğü, Z²: Güven katsayısı (%90’lık güven katsayısı, 1,64 alınmıştır), P: Ölçmek istediğimiz özelliğin

evrende bulunma ihtimali (Çalışma çok amaçlı olduğundan dolayı bu oran %50 alınmıştır), Q: 1-P ve D: Kabul edilen örneklem hatası (%5 alınmıştır).

Yapılan hesaplama sonucunda n örnek hacmi 217 olarak bulunmuştur. Elde edilen 227 anketin evreni temsil ettiği sonucuna varılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

İş sağlığı ve iş güvenliği kapsamında yürürlükte olan kanun ve gerek ülke genelinde gerekse de yöresel bazda yapılan daha önceki araştırmalardan yararlanılarak oluşturulan anket formu yardımıyla veriler elde edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan anket formu 18 soru, toplam 37 yargıdan oluşmaktadır. Anket formu çalışma amaçlarını gerçekleştirecek 7 ana bölümden oluşmaktadır.

Hazırlanan anket formunda hem açık uçlu hem de kapalı uçlu sorular yer almaktadır. Kapalı uçlu sorularda likert tarzı sorulardan yararlanılmıştır. Elde edilen anket formları daha sonra SPSS (2003) paket programında değerlendirilmek üzere kodlanmış ve bilgisayar ortamında bir veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri seti yardımıyla istatistiksel değerlendirmeler yapılmış ve elde edilen bulgular üzerinden sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

3. Bulgular

3.1. Geçerlilik ve güvenilirlik analizi

Geçerlilik analizi bir ölçme aracının ölçmeyi planlanan özellikleri gerçekten ölçüp ölçmediğini analiz etmektedir. Çalışmada yapı geçerliliğinin belirlenmesi için faktör analizinden yararlanılmıştır. Verilerin, faktör analizi için uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçek geçerliliği katsayısı ile bulunur. Barlett küresellik testinin aldığı değer ve onun anlamlılığı değişkenlerin birbirleri ile korelasyon gösterip göstermediklerini sınar (Sharma, 1996; Büyükoztürk, 2002). Çalışmada KMO 0,885; Barlett’s küresellik testi sonucu 3894,970 ve önem düzeyi (sig.) 0.000 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar veri grubunun faktör analizine uygun olduğunu ve geçerlilik açısından bir sorun teşkil etmediğini göstermektedir.

Çalışmada çıkarımsal istatistik bazında verilere güvenilirlik analizi de uygulanmıştır. Güvenilirlik analizi kapsamında çalışmada ele alınan ifadelerin tamamı göz önüne alınarak Cronbach Alpha değeri hesaplanmıştır. Verilerin genel güvenilirlik değeri (Cronbach Alpha Katsayısı) 0.9852 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç dikkate alındığında, ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu görülmektedir. Zira alfanın 0.40’dan küçük olması ölçeğin güvenilir olmadığını, 0.40-0.60 arası düşük güvenilirlikte olduğunu, 0.60-0.80 arası güvenilir olduğunu, 0.80-1.0 arası ise yüksek güvenilirliğe karşılık geldiğini göstermektedir (Özdamar, 2002).

3.2. Katılımcıların bazı demografik özellikleri

Çalışmaya katılanların %96’sı erkek, %4’ü bayandır. Katılımcıların yaş dağılımlarına bakıldığında %57’si 25-35; %20,4’ü 35-45; %16,8’i 15-25 ve %5,8’i de 45-55 arası yaşlardadır. Katılımcıların medeni durumlarına göre %57,8’inin evli, %40’ının bekar ve %2,2’sinin de boşanmış olduğu tespit edilmiştir.

Katılımcıların %2,7’si okuryazar değildir. İlkokul mezunlarının oranı %21,2; ortaokul mezunlarının oranı ise %26,5 olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya katılan katılımcıların eğitim seviyesinde en yüksek oran %42,1 ile

lise mezunu olanlardan oluşmaktadır. Ayrıca çalışmada %6,6 oranında yükseköğretim mezunu, %0,9 oranında da üniversite mezunu katılımcı yer almaktadır.

Çalışma kapsamında katılımcıların orman endüstri mesleği içinde mobilya sektöründe ne kadar süre çalıştıkları sorgulanmış ve %60,8'inin 1-5 yıldır bu mesleği yaptıkları tespit edilmiştir. 15 yıl ve daha fazla süredir bu mesleği yapanların oranı %14,3 olurken, 6-10 yıl arasında bu meslekte çalışanların oranı %14,1 ve 11-15 yıldır bu mesleği yapanların oranı da %9,3 olarak bulunmuştur.

Çalışanların işletmelerinde toplam çalışan sayıları incelendiğinde %16 oranında 1-9 çalışanı olan; %10 oranında 10-49 çalışanı olan; %0,9 oranında 51-99 çalışanı olan ve %73,1 oranında da 100 ve daha fazla çalışanı olan işletmelerin olduğu tespit edilmiştir.

3.3. Katılımcıların iş kazası geçirme durumları ve sonuçları

Çalışmaya katılan Sakarya ili mobilya çalışanlarının çalıştıkları işyerlerinde %8,8 (20 çalışan) oranında herhangi bir iş kazası geçirdikleri belirlenmiştir. Katılımcıların %79,7'si (181 çalışan) herhangi bir iş kazası geçirmediğini belirtirken, katılımcıların %11,5'i de (26 çalışan) bu soruya cevap vermemişlerdir.

1995-2004 yılları arasındaki iş kazası istatistiklerine göre Avrupa Birliği-15 ülke ortalamasının 7 katından daha fazla ölümlü iş kazası sıklığına sahip olan Türkiye'nin, dünyada ölümlü kaza sıklığında Rusya ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada olduğu bilinmektedir (Ceylan, 2011). TÜİK tarafından 2006-2007 yıllarını kapsayan bir araştırma sonucuna göre tüm sektör çalışanlarının %2,9'unun son 12 ayda herhangi bir iş kazasına maruz kaldıkları belirlenmiştir. İmalat sanayinin ortalama iş kazası istatistik değeri %5,2'dir (TÜİK, 2008). İmalat sanayi içinde yer alan Sakarya ili mobilya alt sektörü üzerine yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen iş kazası oranının Türkiye ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri arasında çalışılan sektörün emek yoğun sektör olması ve küçük işletme yapısından dolayı iş sağlığı ve iş güvenliği konusunda gerekli önemin verilmemesi sayılabilir.

Faaliyet gruplarına göre 1992-2009 yıllarında meydana gelen iş kazaları, meslek hastalıkları, sürekli iş göremezlik ve ölüm vakaları sonuçlarına göre mobilya imalatında meydana gelen iş kazası toplamı 27447 meslek hastalığı sayısı da 27 olarak istatistiklerde yer almıştır. Bu yıllar arasında meydana gelen bu iş kazası ve meslek hastalıkları sonuçlarına göre 993 kişinin sürekli iş göremez olduğu ve 79 kişinin de öldüğü belirlenmiştir (TÜİK, 2010a).

İş kazası geçirdiğini belirten 20 çalışanın %60'ı el ve parmakta kesilme, %26,7'si el ve parmakta delinme ve %13,3'ü de kas ezilmesi-lif kesilmesi ile ilgili bir kaza geçirdiğini belirtmiştir.

Ersoy vd. tarafından (2012) Çankırı ilinde yapılan bir çalışmada son bir yıl içinde iş kazası geçiren işçilerin geçirdikleri iş kazaları sonucunda %81,4'ünün hafif kesik, sıyrık vb. hafif yaralanma; %23,7'sinin derin kesik, yanık, zehirlenme gibi ağır yaralanma; %4,1'inin düşme ve çarpmadan dolayı kırık, çıkık; %4,1'inin de parmak kopması gibi uzuv kayıplarına maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Gedik vd. (2008) göre Düzce orman ürünleri sanayinde iş kazasına sebebiyet veren en önemli nedenler dalgınlık-dikkatsizlik, yorgunluk-uykusuzluk ve makine arızası-bakımsızlık tespit edilmiştir.

İş kazalarının geçirilme zamanlarına göre en fazla iş kazasının %31,6 oranında 13:00-15:00 saatleri arasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Bunun yanında 10:00-12:00 saatleri arasında %26,3 oranında; 15:00-17:00 saatleri arasında %21,1 oranında; 08:00-10:00 saatleri arasında %10,4 oranında ve 17:00-19:00 saatleri arasında da %10,6 oranında iş kazası meydana geldiği çalışanlarca belirtilmiştir.

İş kazası geçirilen iş günleri incelendiğinde çalışanların %36,4 oranında salı günü, %27,3 oranında cuma günü, %18,2 oranında perşembe günü ve %18,1 oranında da cumartesi günü iş kazası geçirdiği belirlenmiştir.

İş kazası geçiren çalışanların %10'unun da (2 kişi) kalıcı bir sakatlık durumu olduğu belirlenmiştir. İş kazası geçiren Sakarya mobilya sektörü çalışanlarının iş kazası sonrası aktif işe dönme sürelerine göre, kaza geçirenlerin %62,4'ü 3 günden daha fazla, %18,7'si 1 gün, %6,3'ünün de bir günden az, 2 gün ve 3 gün sonra aktif olarak işe başladıkları belirlenmiştir.

TÜİK verilerine göre iş kazası veya meslek hastalığı sonucu ölümlerin ölüm sebebine göre dağılımına ait istatistiksel yayınlara bakıldığında 1988-2009 yılları arasında 27573 ölümlü iş kazası veya meslek hastalığı meydana gelmiştir. Ölümle sonuçlanan bu olumsuz durumların 24109'u iş kazası sonucu 3028'i de meslek hastalığı sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca kayıtlarda 2000 yılında 436 ölümle sonuçlanan olumsuz durumun sebebinin tam bilinmediği yer almaktadır (TÜİK, 2010b).

Çalışmaya katılan katılımcıların %80,2'sinin iş sağlığı ve iş güvenliği konusunda herhangi bir eğitim aldıkları, %19,8'inin ise herhangi bir eğitim almadıkları belirlenmiştir. Katılımcıların %89,8'i aldıkları/alacakları iş güvenliği eğitimlerinin iş kazalarını azaltmada etkili olacağına inanmaktadırlar.

İş sağlığı ve iş güvenliği konusunda belli oranda eğitim alan katılımcıların iş yerlerinde herhangi bir koruyucu ekipman kullanıp kullanmadıkları sorgulandığında katılımcıların %71,4'ü herhangi bir koruyucu ekipman kullandıklarını, %28,6'sı ise kullanmadıklarını belirtmişlerdir.

3.4. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getiren tehlikelerin analizi

3.4.1. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getiren fiziksel tehlikeler

Çalışma kapsamında iş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getirebilecek fiziksel tehlikeler 8 farklı yargı ile incelenmiştir. Sakarya ili mobilya çalışanlarına göre iş kazası ve meslek hastalığına yol açan fiziksel tehlikelerin rahatsız etme durumları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda çalışanların çalışma ortamlarında en fazla gürültüden dolayı rahatsızlık duydukları belirlenmiştir. Ortamın sıcaklık derecesinin iyi ayarlanmaması sonucu da çalışanlar rahatsız olduklarını belirtmektedirler.

Çizelge 1. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getirebilecek fiziksel tehlikeler

Fiziksel Tehlike Yargısı	Rahatsızlık etme seviyesi		
	Az	Orta	Çok
Çalışma ortamının aşırı aydınlatılması	+	-	-
Çalışma ortamının yetersiz aydınlatılması	+	-	-
Çalışma ortamında titreşim	-	-	-
Çalışma ortamında hava hareketleri	-	-	-
Çalışma ortamının nemlilik derecesi	-	+	-
Çalışma ortamının yetersiz havalandırılması	-	+	-
Çalışma ortamının sıcaklık derecesi	-	-	+
Çalışma ortamında gürültü	-	-	+

Selçuk ve Çakır (2012) tarafından yapılan çalışmada da işçi sağlığı ve iş güvenliğini olumsuz yönde etkileyen faktörler arasında yetersiz aydınlatma, iklim koşulları, işçilerin çalışma yoğunlukları, gürültü ve titreşimin (vibrasyon) bulunduğu tespit edilmiştir.

Katılımcılara göre işletmelerde çalışan sayısı değişken ile çalışma ortamından kaynaklanan aşırı gürültü, ortamın sıcaklık derecesi, yetersiz havalandırma, ortamın nemlilik derecesi, ortamdaki hava hareketleri ve ortamın aşırı aydınlatılması yargıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). 100 kişiden daha fazla çalışanı olan işletmelerde çalışanlar, daha az çalışanı olan işletmelerde çalışanlara göre bu yargılarda yer alan fiziksel rahatsızlıklardan daha fazla etkilenmektedirler.

Ersoy ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan çalışmada da meydana gelen iş kazalarının gerçekleşme nedenlerine bakıldığında, % 71,1'i yorgunluk, dalgınlık, ihmalkârlık, tecrübesizlik gibi işçinin güvenli olmayan hareketinden; % 28,9'u gürültü, yetersiz aydınlatma, makinelerin düzenli tamir edilmemesi gibi iş güvenliği olmayan çalışma ortamından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre de Sakarya mobilya üreticilerinin en fazla iş kazası ve meslek hastalığı riski taşıyan olumsuzlukların başında çalışma ortamının sıcak ve gürültülü olduğu tespit edilmiştir. Çalışma ortamının aşırı sıcak olmasının çalışanlar üzerinde iş sağlığı ve güvenliği noktasında olumsuzluklar meydana getireceği unutulmamalıdır.

Çalışanların mesleki deneyimleri ile çalışma ortamındaki titreşim düzeyi ve yetersiz havalandırma yargıları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çalışanların mesleki deneyimleri arttıkça bu iki yargıdan duyulan rahatsızlık düzeyinde azalma meydana gelmektedir. Işık ve Özkan (2012) tarafından yapılan bir çalışmada kazaların nedenlerinin ve işçilerin hizmet yıllarının, işletmede meydana gelen kaza sayılarını etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kaza nedenlerinin hizmet yıllarına göre meydana gelen iş kazaları sayıları üzerine etkisinin daha önemli olduğu belirlenmiştir. yapılan bu çalışma sonuçlarına göre de tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Gedik ve arkadaşları (2008) tarafından Düzce orman ürünleri sanayinde yapılan bir çalışmada da bu çalışmaya paralel olarak iş kazalarına en çok işe girilen ilk yılda maruz kalındığı tespit edilmiştir.

Çalışma ortamındaki hava hareketleri ve çalışma ortamının yetersiz aydınlatılması yargıları ile katılımcıların eğitim seviyeleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre de anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Katılımcıların eğitim seviyeleri arttıkça bu

yargılardan duyulan rahatsız seviyelerinde de artış meydana gelmektedir.

İlhan ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışma sonucunda iş yerlerindeki çalışma koşullarının olumlu veya olumsuz olması, işçilerin iş kazasına maruz kalmaları üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. İş yeri çalışma koşullarının sağlıklı ve güvenli olmasının iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltan, hem işçi hem de işveren açısından önemli olan bir konu olduğunu vurgulamışlardır.

Literatüre bakıldığında yapılan çalışmalarda çalışma ortamındaki gürültü, yetersiz aydınlatma, toz, duman, kimyasal maddeler vb., iklim koşulları, işe ve işçiye uygun olmayan makine, araç gereç ve tezgah kullanımı gibi olumsuzluklar nedeniyle çalışanlar çeşitli hastalıklara yakalanmakta, daha çabuk ve fazla yorulmakta, önemli kazalar ve hatalar yapmakta, dolayısıyla çalışanların iş verimi ve çalışma performansını düşürdüğü belirtilmektedir (Arık ve Akçın, 2002; Sabancı, 1999; Gedik ve Batu, 2005).

3.4.2. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getiren kimyasal tehlikeler

Sakarya ili mobilya çalışanlarında iş kazası ve meslek hastalığına yol açan kimyasal tehlikelerin analizinde likert tarzı 4 yargıdan yararlanılarak analizler yapılmış ve kimyasal tehlikelerin rahatsız etme durumları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda orman ürünleri endüstrisinin temel sorunlarından biri olan tozlanma sorunu Sakarya mobilya çalışanlarında da en fazla rahatsızlık duyulan kimyasal tehlike yargısı olarak belirlenmiştir.

Çalışma ortamında ortaya çıkan organik sıvıların buharları ve solvent bazlı buharlar ile çalışanların geçirdikleri iş kazası sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). İş kazası sonucunda kas incinmesi-lif kopması rahatsızlığına maruz kalan çalışanların diğer iş kazası sonuçlarına maruz kalanlardan daha yüksek oranda bu kimyasal buharlardan rahatsız oldukları belirlenmiştir.

Çalışanların iş kazası geçirip geçirmeme durumları ile çalışma ortamında ortaya çıkan toksik gazlardan çalışanların rahatsızlık duymaları yargısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). İş kazası geçirmeyenlerin iş kazası geçirenlere göre bu yargıdan daha yüksek oranda rahatsızlık duydukları sonucuna varılmıştır.

Çalışma ortamında ortaya çıkan solvent bazlı buharlardan rahatsızlık duyma derecesi ile katılımcıların mesleki deneyimleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0,05$). Çalışanların mesleki deneyimleri arttıkça bu yargıdan duyulan rahatsızlık derecesinde azalma meydana gelmektedir.

Çizelge 2. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getirebilecek kimyasal tehlikeler

Kimyasal Tehlike Yargısı	Rahatsızlık etme seviyesi		
	Az	Orta	Çok
Çalışma ortamında ortaya çıkan organik sıvıların buharları	+	-	-
Çalışma ortamında ortaya çıkan toksik gazlar	+	-	-
Çalışma ortamında ortaya çıkan solvent bazlı buharlar	-	+	-
Çalışma ortamında solunumla alınan rahatsız edici tozlar	-	-	+

3.4.3. İş kazası ve meslek hastalıklarında elektrik ile çalışma sırasında meydana gelen tehlikeler

Mobilya üretimi esnasında çalışma ortamında kullanılan makinelerde, araç gereçlerde ve mekanda elektriksel donanımların fazla olması bu konuda gerekli tedbirlerin alınmış olmasını gerektirmektedir. Çalışma kapsamında iş kazası ve meslek hastalıklarına neden olabilecek elektrikle çalışma şartlarının analizinde 6 farklı yargıdan yararlanılmış ve bulgular Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Sakarya mobilya işletmelerinde çalışanlara göre işletmelerinin elektriksel aksamaları periyodik olarak bakıma almamaları ve yıpranmış ve hatalı onarılmış el elektrikli aletleri kullanmak zorunda bırakmaları iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek en riskli ortamları meydana getirmektedir.

Yıpranmış ve hatalı onarılmış el aletleri kullanımı yargısı ile cinsiyet ve iş kazası geçirip geçirmeme değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Cinsiyet açısından bayanlar bu tür aletlerin kullanımını erkeklere göre daha fazla oranda iş kazası ve meslek hastalığına yakalanma konusunda rahatsız edici bulmaktadır. İş kazası geçirmeyen çalışanlar da iş kazası geçiren çalışanlara göre bu aletleri daha riskli aletler olarak görmektedirler.

Gedik ve arkadaşları (2008) Düzce orman ürünleri sanayinde kullanılan aletlerin güvenliği ve düzenli olarak bakımlarının yapılması, alet saplarının çalışma için uygunluğu ve yine alet ve makinelerin yapılan işlere göre kapasite ve özelliklerinin uygunluğu konularında işletmelerde önemli sorunların olduğunu bildirmiştir.

Çalışma ortamında kişisel koruyucu ve yalıtım koruyucularının olmayışı yargısı ile çalışanların mesleki deneyimleri ve işletmelerin çalışan sayıları değişkenleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre de anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Katılımcıların mesleki deneyimleri arttıkça bu yargıdan dolayı duyulan rahatsız seviyesinde artış meydana gelmektedir. İşletmelerde çalışan sayısı 10-49 kişi olan işletmelerde çalışanların diğer işletmelerde çalışanlara göre bu yargının daha yüksek oranda iş kazası ve meslek hastalığına neden olabileceğini düşündüğü belirlenmiştir.

Çalışma ortamında kullanılan aletlerin elektriksel aksamalarının periyodik bakımlarının yapılıp yapılmaması yargısı ile iş kazası geçirip geçirmeme yargısı arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). İş kazası geçirmeyen çalışanlar iş kazası geçiren çalışanlara göre bu yargıyı iş kazası ve meslek hastalığı bakımından daha yüksek oranda riskli bulmaktadırlar.

3.4.4. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getiren mekanik tehlikeler

İşyerlerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek mekanik tehlikeler 9 farklı yargı ile ele alınmış ve elde edilen sonuçları Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Sakarya mobilya üreticilerinin kullandıkları makine, el alet ve gereçlerinin koruyucu aparatlarının iş kazası ve meslek hastalığı açısından yeterli olduğu söylenilebilir. İşletmelerde yeterli uyarı levha ve sistemlerinin bulunmaması, işyerlerinin düzensizliği ve dağınık olması ve kullanılan makine, alet ve gereçlerin bakım ve kontrollerinin periyodik olarak yapılmaması iş kazası ve meslek hastalığı

bakımından olumsuzluklar içermekte ve çok riskli bulunmaktadır.

Makine ve tezgâhın ezen, delen, kesen, dönen operasyon koruyucusunun bulunmaması yargısı ile işletmede çalışan sayısı değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). İşletmelerde çalışan sayısı arttıkça bu yargıdan dolayı iş kazası ve meslek hastalığına yakalanma olasılığının artacağına inanılmaktadır.

Preslerde çift elle kumanda kullanılmaması yargısı ile işletmede çalışan sayısı, koruyucu ekipman kullanıp kullanmama ve iş kazası geçirip geçirmeme değişkenleri arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre de anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,05$). İşletmelerde çalışan sayısı 10-49 arasında değişen işletmelerde çalışanlar bu yargıyı daha riskli bulmaktadırlar. İşletmelerinde iş kazası ve meslek hastalıklarına karşı herhangi bir koruyucu ekipman kullananlar kullanmayanlara göre bu yargıyı daha tehlikeli bulmaktadırlar. Ayrıca, herhangi bir iş kazası geçirmeyenler iş kazası geçirenlere göre bu yargıyı daha riskli, tehlikeli bulmaktadırlar.

Çizelge 3. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getirebilecek elektriksel tehlikeler

Çalışma Ortamında Elektriksel Tehlike Yargısı	Rahatsızlık etme seviyesi		
	Az	Orta	Çok
Topraklaması yapılmamış tezgah veya el aletleri	+	-	-
Zeminin yalıtımının iyi olmayışı	+	-	-
Yüksek gerilim	+	-	-
Kişisel koruyucu ve yalıtım koruyucularının olmayışı	-	+	-
Elektriksel aksamaların periyodik bakım yapılmaması	-	-	+
Yıpranmış ve hatalı onarılmış el aletleri	-	-	+

Çizelge 4. İş kazası ve meslek hastalıklarını meydana getirebilecek mekanik tehlikeler

Çalışma Ortamında Elektriksel Tehlike Yargısı	Rahatsızlık etme seviyesi		
	Az	Orta	Çok
Preslerde çift el kumanda kullanılmaması	+	-	-
Makine ve tezgâhın ezen, delen, kesen, dönen operasyon koruyucusunun bulunmaması	+	-	-
Preslerde ayak pedalı koruyucusu olmaması	+	-	-
Makine ve tezgâhı tehlike anında durduracak stop butonunun bulunmaması	-	+	-
Yetersiz ve uygun olmayan makine ve koruyucu teçhizat	-	+	-
Transmisyon kayışlarının koruyucusunun takılmaması	-	+	-
Yetersiz uyarı sistemleri	-	-	+
Düzensiz ve dağınık işyeri ortamı	-	-	+
Makinelerin, kaldırma aletlerinin, kazanların, kompresörlerin vb. gerekli bakım ve periyodik kontrollerinin yapılmaması	-	-	+

Bulunan bu çalışma sonuçlarına zıt olarak literatürde bazı sonuçlar bulunmaktadır. İlhan vd. tarafından (2006) yapılan bir çalışmada kişisel koruyucu kullananlarda % 27,5; kullanmayanlarda % 26,3 oranında iş kazası tespit edildiği, kişisel koruyucu kullanma ile iş kazası geçirme arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerde yetersiz uyarı sistemlerinin olması yargısı ile iş kazası ve meslek hastalığına karşı herhangi bir eğitim alıp almama değişkeni arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir (0,05). Herhangi bir iş kazası ve meslek hastalığına karşı herhangi bir eğitim alanlar almayanlara göre yetersiz uyarı levhalarından dolayı iş kazası veya meslek hastalığına yakalanma riskinin fazla olacağına inanmaktadırlar.

Makinelerin, kaldırma aletlerinin, kazanların, kompresörlerin vb. gerekli bakım ve periyodik kontrollerinin yapılmaması yargısı ile mesleki deneyim değişkeni arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre de anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Katılımcıların mesleki deneyimleri arttıkça kullanılan alet ve ekipmanların gerekli bakım ve periyodik kontrollerinin yapılmasının iş kazası ve meslek hastalığını önleme noktasında önemli olduğu belirlenmiştir.

3.5. Çalışma ortamlarında iş kazalarına neden olabilecek olumsuzluklar

Çalışma kapsamında çalışanların işyerlerinden kaynaklanan olumsuz durumlar ve bu olumsuzlukların iş kazası ve meslek hastalığına neden olanlarının araştırılmasında 10 farklı yargıdan yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda çalışma ortamından kaynaklanan ve iş kazasına neden olabilecek olumsuzluklara ait bulgular Çizelge 5’de gösterilmiştir.

Sakarya mobilya işletmelerinde çalışanların iş kazası ve meslek hastalığına maruz kalmalarında işyerlerinden kaynaklanan olumsuzlukların en önemlileri vücudun zorlanmasından ileri gelen incinmeler ve göze yabancı cisimlerin kaçmasıdır.

Çalışma sonucunda çalışanların buhar, alev gibi sıcak bir madde, iki cisim arasında sıkışma, düşen bir cismin yapacağı travma ya da herhangi bir taşıtın çarpması veya kaza sonucu düşmeden dolayı iş kazası veya meslek hastalığına maruz kalma olasılığı çok az olarak belirlenmiştir.

Işık ve Özkan tarafından (2012) yapılan bir çalışmada meydana gelen iş kazalarının %54’ünün yanmadan meydana geldiği ve bu istatistiğinde meydana gelen iş kazalarının hemen hemen yarısını oluşturduğu saptanmıştır. Mobilya imalatında gerek sıcak buhar gerekse de sıcak sıvılarla çalışma yapma zorunluluğunun olmaması çalışma sonuçlarında bu riskin az olmasını ortaya çıkarmaktadır.

İşletmelerde çalışan sayısı değişkeni ile vücudun zorlanmasından ileri gelen incinmeler, bir cismin çarpması veya cismin altında kalma, herhangi bir taşıtın sebep olduğu kaza ve makinelerin sebep olduğu kazalar yargıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). İşletmelerde çalışan sayısı arttıkça vücudun zorlanmasından kaynaklanan incinmelere maruz kalma olasılığı da artmaktadır. Çalışan sayısı 100 ve daha fazla olan işletmelerde bir cismin çarpması sonucu yaralanma ya da incinme olasılığı daha az olmaktadır.

Çizelge 5. Çalışma ortamından kaynaklanan ve iş kazasına neden olabilecek olumsuzluk

Çalışma Ortamında Elektriksel Tehlike Yargısı	Kaza olma sıklığı/nedenleri		
	Az	Orta	Çok
Sıcak bir madde (buhar, alev..)	+	-	-
İki cismin arasında sıkışma	+	-	-
Düşen bir cismin yaptığı travma	+	-	-
Herhangi bir taşıtın sebep olduğu kaza	+	-	-
Kaza neticesi düşmeler	+	-	-
Makinelerin sebep olduğu kazalar	-	+	-
Bir cismin çarpması veya cismin altında kalma	-	+	-
Kesici ve batıcı bir alet	-	+	-
Göze yabancı cisim kaçması	-	-	+
Vücudun zorlanmasından ileri gelen incinmeler	-	-	+

Makinelerin sebep olduğu kazalar bakımından işletmelerde çalışan sayısı arttıkça kaza olma olasılığı azalmaktadır. İşletmelerde çalışan sayısı 100 ve daha fazla olan işletmelerde kaza neticesi düşme oranı çalışan sayısı 100 kişiden daha az olan işletmelere göre daha az olmaktadır.

Düşen bir cismin yaptığı travma sonucu yaralanma yargısı ile katılımcıların yaşı değişkeni yargısı arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). İşletmelerde çalışanların yaşı arttıkça düşen bir cisimden dolayı travma geçirme olasılığı daha fazla ortaya çıkmaktadır.

4. Sonuçlar ve öneriler

TÜİK verilerine göre 2008 yılı için imalat sanayinin ortalama iş kazası istatistik değeri %5,2 iken Sakarya ili mobilya çalışanlarında bu oran %8,8 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuca göre Sakarya ili mobilya çalışanlarında iş kazası ve meslek hastalığına yakalanma riskinin Türkiye ortalamasından daha yüksek olduğu söylenilebilir. Emek yoğun bir çalışmanın gerektiği bu sektörde Sakarya ilinde yer alan işletmelerin iş sağlığı ve iş güvenliği noktasında işletmelerinde gerekli tedbirleri almaları gerekmektedir.

Çalışma sonucunda katılımcıların %80,2’sinin iş sağlığı ve iş güvenliği konusunda herhangi bir eğitim aldıkları belirlenmiştir. Katılımcıların %89,8’i aldıkları/alacakları iş güvenliği eğitimlerinin iş kazalarını azaltmada etkili olacağına inanmaktadırlar. Bu sonuçlara göre işletmelerin öncelikle çalışanlarına iş sağlığı ve iş güvenliği eğitimi vermeleri ve bu eğitimleri belli süreçlerde tekrar ederek işletme kültürü haline getirmeleri gerekmektedir.

Çalışanların çalışma ortamlarında en fazla rahatsızlık duydukları noktalar;

- Gürültü,
- Ortam sıcaklığı,
- Solunumla alınan gaz ve tozlar,
- Eskimiş ya da bakımı yapılmamış el aletleri,
- Kullanılan el aletlerinin/makinelerin bakımlarının düzenli yapılmaması,
- Düzensiz ve dağınık çalışma ortamı,
- Yetersiz uyarı levhaları şeklinde belirlenmiştir.

İşletmelerin çalışanlarının performanslarını ve iş verimliliklerini arttırmak için 6331 sayılı İş Sağlığı ve

Güvenliği Kanununda belirtilen yükümlülüklerini yerine getirmeleri gerekmektedir. İşletmelerin bu yükümlülükleri yerine getirdikten sonra sürekli kontrollerle uygulanmasını sağlamaları gerekmektedir.

İşletmelerde özellikle kullanılan el aletleri/makinelerin bakımın zamanında yapılmasına önem verilmeli, bir bakım planlama çalışması yapılarak bunun düzenli hale getirilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca eskiyen parçaların/makinelerin değiştirilmesi çalışanların güvenliği için önem arz ettiği için bu konuda da işletmelerin gerekli yatırımı yapması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Anık, B., Akçın, N.A., 2002. İş Kazalarının Önlenmesi ve İş Güvenliği Analiz Tekniğinin Uygulanması. Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Zonguldak, s. 75-88.
- Anonim, 2011. Sakarya Ticaret ve Sanayi Odası Üye Kayıtları.
- Anonim, 2013. SGK Kurumu İstatistik Kayıtları.
- Bıyıkçı, E.T., 2010. İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında iş güvenliği uzmanlığı. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Büyüköztürk, Ş., 2002. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum, Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Ceylan, H., 2011. Türkiye'deki iş kazalarının genel görünümü ve gelişmiş ülkelerle kıyaslanması, International Journal of Engineering Research and Development, 3(2), 18-24
- Dorman J. S., LaPorte R. E., Stone R. A., Trucco M., 1990. Worldwide Differences in the Incidence of Type I Diabetes are Associated with Amino Acid Variation at Position 57 of the HLA-DQ Beta Chain, Proc Natl Acad Sci. USA 87
- Ersoy, A. F., Bekar, A., Kılıç, B., 2012. İş yeri çalışma koşullarının iş kazaları üzerindeki etkisinin lojistik regresyon analizi ile değerlendirilmesi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi, 16-18 Kasım 2012, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, s. 323-331.
- Gedik, T., Batu, C., 2005. Düzce orman ürünleri sanayinde iş güvenliği, işçi sağlığı ve çalışma koşullarının analizi, 11. Ulusal Ergonomi Kongresi, 26-28 Aralık 2005, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, s. 115-122.
- Gedik, T., Akyüz, K. C., Barlı, Ö., Batu, C., 2008. Düzce orman ürünleri sanayinde işçi sağlığı ve iş güvenliği analizi, 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, 30 Ekim-1 Kasım 2008. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, s. 46-53.
- İlhan, M., Kurtcebe, Z. Ö., Durukan, E. ve Koşar, L., 2006. Temizlik işçilerinin sosyo-demografik özellikleri ve çalışma koşulları ile iş kazası ve meslek hastalığı sıklığı. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 20: 433-439.
- İşık, Ö. C., Özkan, N. F., 2012. Bor madenciliğinde meydana gelen iş kazalarının istatistiksel analizi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi, 16-18 Kasım 2012, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, s. 260-265.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özkılıç, Ö., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri; TISK Akademik Yayınları, Ankara.
- Sabancı, A., 1999. Ergonomi, Baki Kitabevi, Adana.
- Selçuk, E., Çakır, G., 2012. İşçi sağlığı ve işçi güvenliğini etkileyen fiziksel faktörlerin ergonomik açıdan incelenmesi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi, 16-18 Kasım 2012, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, s. 585-590.
- Sharma, S., 1996. Applied Multivariate Techniques, John Wiley&Sons Inc., 685s., New York.
- Sosyal Güvenlik Kurumu SGK İstatistik Yıllıkları 2010.
- SPSS Institute Inc., 2003. SPSS Base 12.0 User's Guide, 703 p.
- Standart Kalite, 2013. OHSAS 18001 İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi. http://www.standartkalite.com/ohsas18001_nedir.htm, Erişim: 08.04.2013.
- TUİK, 2008. 2006-2007 İş kazaları ve işe bağlı sağlık problemleri araştırma sonuçları, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=3
- TUİK, 2010a. 1992-2009 Vakanın olduğu yılda işlemlenilen iş kazaları, meslek hastalıkları, sürekli iş göremezlik ve ölüm vak'aları ile sürelerinin faaliyet gruplarına göre dağılımı araştırma sonuçları, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=3
- TUİK, 2010b. 1988-2009 İş kazaları ve meslek hastalığı sonucu ölümlerin ölüm sebebine göre dağılımları araştırma sonuçları, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=3

Korunan doğal alanlarda ziyaretçilerin olası etki düzeyleri önlem ve standartların belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı örneği)

Sibel Akten^{a,*}, Atila Gül^b

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, Eğirdir, Isparta

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta

* İletişim yazarı/Corresponding author: sibelakten@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received:07.03.2014, Kabul tarihi/Accepted: 26.06.2014

Özet: Korunan doğal alanlarda artan rekreasyon/turizm eğilimlerinin olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla karar verme çerçevesinde kullanılan yöntemlerden birisi Ziyaretçi Etki Yönetimi (ZEY) dir. ZEY temelde, mevcut koşullar ve sorunlar, olası etkiler ve yönetim eylem stratejisini (önlemler ve izleme) içeren bir yaklaşımdır. Bu çalışmanın amacı Isparta Gölcük Tabiat Parkında ZEY çerçevesinde ziyaretçilerin yapmış oldukları olumsuz etkileri minimize edecek etki düzeyleri, tedbirleri ve bazı standartları belirlemektir. Ziyaretçi ve uzmanlara yapılan anket çalışması sonucunda Gölcük Tabiat Parkında, rekreasyonel faaliyetlerin olumsuz etkilerinin olabileceği kaynak değerleri sırasıyla bitki örtüsü, görsel kalite, su kalitesi, toprak kalitesi, gürültü kirliliği, hava kalitesi ve fauna şeklinde belirlenmiştir. Belirlenen etkilerin olumsuzluklarını gidermek için gerekli önlemler ve bazı standartlar önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Korunan Alanlar, Ziyaretçi etkileri, Önlemler, Standartlar, Gölcük Tabiat Parkı

The determination of measures, standards and effects levels of visitors of the protected areas (In case of Gölcük Nature Park)

Abstract: Visitor Impact Management (VIM) is one of decision-making frameworks for minimize of negative recreation/tourism impacts in natural protected areas. The VIM is the basic an approach to contain the present conditions, problems, impacts and management action strategy (measures and monitoring). The purpose of this study is determine to some standards, measures and impact levels to minimize the negative effects of the visitors activities. According to results of a questionnaire done to visitors and experts, the negative effects on the resource values of the recreational activities were determined to flora, visual quality, water quality, soil quality, noise pollution, air quality, and fauna in respectively. For resolve to negatives of determined effects, some measures and standards have been proposed.

Keywords: Protected Areas, Visitor impacts, Measures, Standards, Gölcük National Park

1. Giriş

Günümüzde sosyal, ekonomik, kültürel, teknolojik ve siyasal gelişmelere paralel olarak, özellikle kentleşme eğiliminin ortaya koyduğu olumlu ve olumsuz sonuçlar rekreasyonel/turizm talep ve çeşitliliği konusunda önemli değişim ve gelişmelere yol açmaktadır. Kentsel mekanlarda mevcut açık yeşil alanların nitelik ve niceliklerinin eksikliği veya yetersizliği kent insanını özellikle kente yakın doğal alanlara yönlendirmektedir. Bu bağlamda kentsel alanlara yakın doğal alanlar, özellikle rekreasyonel açıdan yüksek potansiyele sahip olması, mevcut bitki örtüsünün ve yaban hayatının zenginliği, doğal peyzaj çeşitliliği gibi özellikleri nedeniyle kent insanı için önemli cazibe ve çekim merkezleri konumundadır.

Biyolojik çeşitliliğin korunması çabaları, dünyanın pek çok yerinde korunan alanların ilan edilmesine neden olmuştur. Korunan alanlar, biyolojik çeşitliliğin korunması ve devamlılığının sağlanması açısından çok önemlidir (Putz vd., 2001; Masozera ve Alavalapati, 2004).

Doğal alanların korunmasında amaç bilimsel araştırmaların yapılması, genetik çeşitliliğin ve türlerin saklanması, çevresel koşullarının iyileştirilmesi, özel öneme sahip doğal ve kültürel görünümünün bozucu etkilerden

sakınılması, turizm ve rekreasyonel kullanım imkanı sağlama, eğitim, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, kültürel, geleneksel ve simgesel kalıntıların sürdürülmesi olarak açıklanabilmektedir (Gül, 2005).

Ülkemizde orman rejimi içerisinde kalan alanlarda rekreasyon/turizm amaçlı kullanılacak alanlar yasa gereği belirlenmiştir. Bu amaçla 1983 tarihli 2873 sayılı Milli Parklar Kanununa göre, koruma statüsü verilecek doğal alanların (Milli Parklar, Tabiat Parkları, Tabiatı Koruma Alanları, Tabiat Anıtları) içinde sadece Milli Parklar ve Tabiat Parkları rekreasyon/turizm amaçlarına hizmet edebilecek şekilde belirlenmiştir (Gül vd., 2005).

Günümüzde bilimsel ve teknik anlamda yasa ile koruma altına alınan doğal alanların temel koruma gerekçeleri özellikle rekreasyon/turizm amaçlarıyla çoğunlukla çelişmekte ve rekabet edememektedir. Böylece söz konusu korunması arzulanan biyolojik çeşitlik başta olmak üzere doğal ve kültürel değerlerin olumsuz etkilenmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle korunan doğal alanlarda özellikle ekolojik tabanlı planlama ve yönetim anlayışını gerektirmektedir (Gül ve Özalın, 2007). Korunan doğal alanların mevcut doğal, kültürel ve görsel kaynak değerlerinin rasyonel kullanımının sağlanması ve gelecek nesillere sürdürülebilir bir şekilde ulaştırılabilmesi bütüncül,

katılımcı ve uygulanabilir “yönetim planlarının” yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Gül ve Özgüner, 2005). Hassas ve özel niteliğe sahip korunan doğal alanlarda bu ilişkinin düzenlenmesi yani rekreasyonel arz ile talebin dengelenmesi ve olumsuz etkilerin minimize edilmesi ancak ziyaretçi yönetim planlarının yapılması, ziyaretçi kapasitesinin bilinmesi, belirlenmesi ve düzenli bir şekilde izlenmesi ile mümkündür (Gül ve Akten, 2005).

Korunan doğal alanlarda ziyaretçi etkilerinden ortaya çıkan, aşağıdaki sorunlardan dolayı yönetim esaslarına ihtiyaç duymaktadır (Farrell ve Marion, 2002);

- Etkiler, alanın kaynak koruma esaslarını tehlikeye sokabilir,
- Çoğu etkiler kullanımının başlangıcında veya düşük seviyesinden itibaren çok hızlı bir şekilde ortaya çıkabilir,
- Bazı etkiler mevcut kaynakları zamanla artacak şekilde bozabilir,
- Etkiler, örneğin kaynak değerlerinin tamamen yok olması gibi arzu edilmeyen başka sonuçlara da yol açabilir.

Ziyaretçi yönetiminin temelini taşıma kapasitesi oluşturmaktadır. 1964 yılında Wagar tarafından ortaya konulan taşıma kapasitesi, ilk zamanlar sadece alandaki ziyaretçi sayısını ve etki düzeylerini belirli yöntemler dahilinde matematiksel verilerle ifade etmiştir (Wagar, 1964). Ancak günümüzde bir alanın taşıyabileceği en üst sınırı değil o alanın ekolojik, sosyal, kültürel ve ekonomik özelliklerine göre değişebilen kabul edilebilir değişim sınırı (LAC) olarak ifade edilmektedir (Stankey vd., 1985). Dolayısıyla bir alanın değişim sınırını matematiksel olarak ifade edebilmek oldukça güçtür ve zamanla değişebilmektedir.

1991 yılında UK Ministry of Environment the Department of Employment and the English Tourist Board (ETB) tarafından ziyaretçi ile çevre arasındaki ilişkileri ortaya koyan raporda ziyaretçi yönetiminde 3 önemli yol olduğu belirtilmiştir (Mason, 2005). Bunlar;

- Ziyaretçi kapasitesinin ve dağılımının sınırlandırılması,
- Ziyaretçilerin kaynakla olan uyumunun sağlanması ve zararların en aza indirilmesi,
- Ziyaretçi davranışlarının değiştirilmesidir.

Bu doğrultuda etkin bir ziyaretçi yönetimi için taşıma kapasitesi ile ilişkili farklı modeller geliştirilmiştir;

- Rekreasyonel Olanakların Dağılımı (Recreational Opportunities Spectrum, ROS, 1978),
- Kabul Edilebilir Değişim Sınırı (Limits of Acceptable Change, LAC, 1985),
- Ziyaretçi Etkinlikleri için Yönetim Süreci (Management Process for Visitor Activities, VAMP, 1985),
- Ziyaretçi Etki Yönetimi (Visitor Impact Management, VIM, 1990),
- Ziyaretçi Deneyimini ve Kaynağı Koruma (Visitor Experience and Resource Protection, VERP, 1993),
- Taşıma Kapasitesi Değerlendirme İşlemi (Carrying Capacity Assessment Process, C-CAP),
- Korunan Alanlarda Ziyaretçi Etki Yönetimi (Protected Area Visitor Impact Management, PAVIM, 2002).

Adı geçen modeller, rekreasyon ve turizm fırsatlarının tespit edilmesi, insan kaynaklı kullanım ve etkileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve yönetim stratejilerinin arzu edilen kaynak ve sosyal şartların belirlenmesine yönelik olarak geliştirilmiştir.

Korunan doğal alanlarda özellikle ziyaretçilerin yaptığı olumsuz etkilerin belirlenmesi ve çözümü konusunda karar verme aşamasında uygulanan ziyaretçi yönetim modellerinden birisi Ziyaretçi Etki Yönetimi (ZEY) yaklaşımıdır. ZEY yaklaşımı, taşıma kapasitesi gibi yönetim kısıtlarını tanımlamakta ve aynı zamanda taşınabilir değişim sınırları yöntemi (LAC) gibi etki sorun analizi, çok amaçlı strateji seçimi esnekliğini ve katılımcılığı da içine almaktadır. ZEY, yönetim olanaklarını, özellikle gösterge, standart ve izlemeyi gerçekleştirmek amacıyla uzman kontrolü ile sorun analizinin yapılmasını ve ziyaretçi etki yönetim eylemlerinin seçimi, geliştirilmesi, değerlendirilmesinin sonuçlarını da tanımlamaktadır. Ziyaretçi Etki Yönetimi, katılımcıların eş zamanlı olarak dikkate alacağı zon seçeneklerinin sonuçları, farklı etkilerin kabul edilebilirliği, seçilen çeşitli yönetim taktikleri ve karar verme çerçevesinde tanımlanmış tüm önemli değerlere göre oluşan esnek bir işlemdir. Koruma statüsüne sahip doğal alanlarda yönetim plan kararları teknik konulardan ziyade sosyal, idari ve politik özelliklere sahiptir. Bu nedenle ZEY çerçevesi özellikle ilgi grubunun (ziyaretçiler, yöre insanları, sivil toplum örgüt temsilcileri, akademisyen, alan yöneticileri gibi) katılımını da içermektedir (Farrell ve Marion, 2002).

ZEY işlemi temelde, soruna neden olan mevcut koşullar, soruna neden olan olası faktörler ve olası yönetim strateji eylemleri olmak üzere 3 temel konu üzerinde yoğunlaşmaktadır (Eagles vd., 2002). Soruna neden olan olası faktörler ise fiziksel, biyolojik ve sosyal faktörler olmak üzere 3 grupta değerlendirilmektedir (Giongo vd., 1993; Farrell ve Marion, 2002; Mason, 2005).

ZEY yönteminin aşamaları;

- 1- Yönetimsel ilk değerlendirme verilerin gözden geçirilmesi,
- 2- Yönetim amaçlarının yeniden gözden geçirilmesi,
- 3- Anahtar göstergeleri seçilmesi,
- 4- Göstergeleri etkileyen standartların seçilmesi,
- 5- Mevcut koşulların ve standartların karşılaştırılması,
- 6- Etkilerin olası nedenlerinin tanımlanması,
- 7- Yönetim stratejisinin tanımlanması,
- 8- Uygulama (tamamlama) dir.

Etki için uygun seviyeleri ve özel kabul edilebilir sınırları içeren yönetim amaçları üzerinde oluşturulan her bir gösterge için standartlar tesis edilir. Ziyaretçi yönetimi yaklaşımda temel amaç, kaynak değerlerinin bozulmadan sürdürülebilir kullanımını sağlayacak şekilde ziyaretçilerin olumsuz etkilerini azaltmaktır. Böylece sonradan ortaya çıkabilecek ıslah ve iyileştirme eylemleri ile maliyetlerini de engellemiş olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki koruma statüsüne sahip doğal alanlarda (Milli Parklar, Tabiat Parkları, Orman Mesire Alanları gibi) rekreasyon/turizm faaliyetleri sonucu ziyaretçilerin etkilerini minimize etmek, alan yöneticilerinin karar verme noktasında uygulayabileceği Ziyaretçi Etki Yönetimi (ZEY) yaklaşımında ziyaretçilerin olası olumsuz etkileri, bunlara karşı alınabilecek önlemleri ve standartları belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Korunan doğal alanlarda ziyaretçi yönetimine yönelik Ziyaretçi Etki Yönetim (ZEY) yaklaşımı içinde ziyaretçilerin olası olumsuz etkileri, göstergeler ve bazı standartların belirlenmesi için, Gölcük Tabiat Parkı (GTP) çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Gölcük Tabiat Parkı Kuzey Batı Akdeniz bölgesinde, Isparta kentinin güney ve güney batısında, 37°38'33"-38°03'38" kuzey enlem ve 30°22'24"- 30°45'34" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Gölcük Gölü ve çevresinin mülkiyeti Orman Genel Müdürlüğüne ait olup, kullanım hakkı ve sorumluluğu Milli Parklar ve Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü'ndedir. 5925 hektarlık alan kapsayan park, Isparta kent merkezine 13 km uzaklıktadır. Gölcük gölü ve çevresinin sahip olduğu doğal kaynak değerlerinin (doğal krater gölü, vejetasyon, yaban hayatı ve estetik peyzaj dokusu vb.) bilimsel ve estetik yönden ulusal ilginç bir özelliğe sahip olması ve kaynak değerlerinin gelecek nesillere aktarılması amacıyla 05.07.1991 tarihinde ve 51 sayılı Orman Bakanlık oluru ile 5888 hektar alan Tabiat Parkı olarak ilan edilmiştir. 23.11.1994 tarihinde revizyon çalışması yapılmış olup, 28.04.2000 tarihinde de bugünkü sınırına (5925 hektar) ulaşmıştır (Anonim, 2006).

Park alanı içinde özellikle Gölcük gölü ve çevresi rekreasyonel/turizm etkinlikleri için kullanılan bir alandır. Gölün kuzey ve kuzey doğusu piknik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Gölün kuzey ve kuzey batısında kıyısında iki katlı Orman Kır Gazinosu (yaklaşık 700 m²) ve iki katlı restoran (yaklaşık 133 m²), yürüyüş yolları, piknik üniteleri, düzenli otoparklar, tuvalet, çocuk oyun alanı yer almaktadır.

2.2. Yöntem

Korunan doğal alanlarda, kaynak ve kullanıcı arasındaki koruma-kullanma dengesinin sağlanabilmesi, aynı zamanda var olan rekreasyonel potansiyelin en iyi şekilde değerlendirilmesi için çalışma alanının yönetim modeline uygun kullanımının ortaya konması önem taşımaktadır. Bu çalışmada Amerika'daki milli park alanları için geliştirilmiş uygun ve etkin bir yönetim modeli olan Ziyaretçi Etki Yönetim (ZEY) modeli temel alınmıştır. Ziyaretçilerle birlikte yerel halk ve uzman katılımını içeren bu yönetim modelinde, bir yandan alana gelen ziyaretçilerin nitelikli deneyimler elde etmeleri sağlanırken, bir yandan da doğal, kültürel ve tarihi kaynak değerlerin de sürdürülebilirliği hedeflenmektedir. Bu modele göre ziyaretçi etkinliklerinin olası etkileri, tedbirleri ve bazı standartlarının belirlenmesinde ziyaretçi ve uzmanların görüş ve önerileri dikkate alınmıştır.

Gölcük Tabiat Parkı ile ilgili yapılacak ziyaretçi yönetim planında rekreasyonel etkinliklerinin kaynak değerleri üzerindeki yaptığı etkilerin önemlilik düzeylerini (göreceli önemleri, öncelikleri), önlemler ve standartları belirlenmesi amacıyla ziyaretçi (50 kişi) ve uzmanlara (50 kişi) 36 adet sorudan oluşan anket çalışması yapılmıştır. Anket yapılan uzmanlar, Peyzaj Mimarı (15), Orman Mühendisi (15), Kamu Kurum ve Kuruluş Temsilcileri (10); Isparta Orman Bölge Müdürü (1), Isparta Orman Bölge Müdür Yardımcısı (1), Orman İdaresi Planlama Şube Müdürü (1), Ağaçlandırma ve Silvikültür Şube Müdürü (1), Orman İşletme Müdürü (1), Orman İşletme Şefi (1), Isparta Milli

Park Şube Müdürü (1), Milli Park Şube Mühendisi (1), Isparta İl Kültür ve Turizm Şube Müdürü (1), Isparta İl Kültür ve Turizm Şube Müdür Yardımcısı (1), Ziraat Mühendisi (5), Şehir Plancısı (1), Çevre Mühendisi (1), Su Ürünleri Mühendisi (1), Jeoloji Mühendisi (1), Turizmci (1) olarak belirlenmiştir.

Ziyaretçi etkinliklerinin olumsuz etkilerini ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılarak, bu etkilerin birbirine göre göreceli önemlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. AHS tekniği, asıl olarak elemanların ikili olarak karşılaştırılmasından elde edilen öncelik değerlerine dayalı bir ölçüm teorisidir. Bu teknik en iyi karar alternatifinin seçilmesinde, hem kantitatif (objektif, nicel) ve hem de kalitatif (sübjektif, nitel) faktörlerin dikkate alınmasına imkan vermektedir. Karmaşık karar problemlerinin analizinde gösterdiği basitlik, esneklik, kullanım kolaylığı ve rahat yorumlanması gibi özellikleri ile çok çeşitli karar problemlerinde bu tekniğin geniş bir kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir. AHS tekniği, karar vericilerin farklı kişisel değer yargılarını doğrudan dikkate almak suretiyle diğer karar verme yaklaşımlarından ayrılmaktadır (Akten, 2008).

Bilgilerin elde edilmesi için Çizelge 1.'de hazırlanmış olan ikili karşılaştırma matrisi kullanılmıştır.

Matristeki ikili karşılaştırma sonuçlarını sayısal değerlere dönüştürmek için Saaty (1988), tarafından geliştirilen önceliklendirme ölçeği kullanılmıştır (Çizelge 2). Bu ölçek, ikili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulmasında kullanılmaktadır (Yılmaz, 2004).

Çizelge 1. AHS ikili karşılaştırmalar matrisi

Etkiler	Bitki örtüsü	Yaban hayvanları (Fauna)	Su kalitesi	Hava kalitesi	Toprak kalitesi	Görsel kalite ve estetik	Gürültü kirliliği
Bitki örtüsü	1						
Yaban hayvanları (Fauna)		1					
Su kalitesi			1				
Hava kalitesi				1			
Toprak kalitesi					1		
Görsel kalite ve estetik						1	
Gürültü kirliliği							1

Çizelge 2. AHS tekniğinde tercihler için kullanılan ikili karşılaştırmalar ölçeği

Sözel Tercih Hükümü	Açıklama	Sayısal Değer
Eşit Tercih Edilme	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur	1
Kısmen Tercih Edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre kısmen tercih ettiriyor	3
Oldukça Tercih Edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre oldukça tercih ettiriyor	5
Kuvvetle Tercih Edilme	Bir faaliyet değerine göre kuvvetle tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görünüyor	7
Kesinlikle Tercih Edilme	Bir faaliyetin değerine göre tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahip	9
Orta Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler	2, 4, 6, 8

3. Araştırma bulguları ve tartışma

3.1. Ziyaretçi ve uzman deneklerin özellikleri

Ankete katılan ziyaretçilerin, %60'ı erkek, %40'ı kadınlardan oluşmaktadır. Yaş gruplarındaki dağılımlara bakıldığında %44'ü 26-45 yaş grubunda, %30'u 14-25 yaş grubunda, %24'ü 46-65 yaş grubunda ve %2'si 65 den yukarı yaş grubundadır. Eğitim durumları ise %30'u lise, %22'si yüksekokul, %20'si lisansüstü, %14'ü fakülte ve %14'ü ilköğretim mezundur. Aylık ortalama gelir dağılımında, %30'u 500-1000 TL, %30'u 1001-1500 TL, %20'si 1501-3000 TL ve %20'si ise herhangi bir geliri bulunmamaktadır. Meslek dağılımında ziyaretçilerin %40'ı memur, %18'i işçi, %18'i öğrenci, %12'si ev hanımı, %8'i emekli ve %4'ü ise serbest meslekten oluşmaktadır.

Ankete katılan uzmanların, %70'i erkek, %30'u kadınlardan oluşmaktadır. Yaş gruplarına göre uzmanların, %76'sı 26-45 yaş grubunda, %16'sı 46-65 yaş grubunda ve %8'i ise 14-25 yaş grubunda yer almaktadır. Eğitim durumlarına bakıldığında ankete katılanların, %68'i lisansüstü, %32'si lisans mezundur. Aylık ortalama gelir dağılımına göre uzmanların, %50'si 1501-3000 TL, %44'ü 1001-1500 TL, %4'ü 500-1000 TL ve %2'si ise 3000 TL'den fazla gelire sahiptir. Uzmanların meslek dağılımına göre, %98'i memur, %2'si ise emeklidir.

3.2. Park içinde yapılan etkinliklerin etki düzeyleri ve önlemlere yönelik yaklaşımlar

Gölcük Tabiat Parkında turizm ve rekreasyon etkinliklerinin kaynak değerleri üzerinde yaptığı etkilerin önemlilik düzeylerinde (Çizelge 3.) uzmanlar ve ziyaretçiler arasındaki tercihler dikkate alındığında bitki örtüsü ve görsel kalite en başta gelen etkilenebilecek kaynak değerleri olarak ortaya çıkmaktadır. Elde edilen bu sonuçlardan tabiat parkın tercih edilirken özellikle doğal peyzaj değeri, bitki örtüsü ve gölün varlığı önemli bir etken olduğu anlaşılmaktadır.

Bitki örtüsü: Bitki örtüsünde yapılan olumsuz etkiler nelerdir diye sorulduğunda Ziyaretçilerin büyük çoğunluğu orman yangınları (%19), bitkilerin koparılması, ezilmesi toplanılması (%17) ve piknik etkinlikleri (%16) olarak belirtmişlerdir. Uzmanlar ise bitkilerin koparılması, ezilmesi-toplanılması (%19), piknik etkinliği (%17) ve orman yangınları (%16) olarak belirtmişlerdir (Şekil 1). Genel olarak her iki grupta özellikle orman yangınları ve bitkilerin koparılması, ezilmesi toplanılmasının bitki örtüsü üzerinde en önemli olumsuz etkileri olduğunu ifade etmektedir.

Ziyaretçi etkinliklerinin alan üzerinde bitki örtüsüne yaptığı en önemli etkiler piknik etkinliği sırasında ateş yakmak için toplanan veya koparılan bitkiler ve bitkilerin oturma alanlarında, yürüyüş yollarında ezilmeleridir. Ayrıca yürüyüş ve araç ulaşımındaki belirsizlik, araçla alanın her yerini kullanma bitki örtüsünün azalmasına, yok olmasına neden olmaktadır. Gölcük Tabiat Parkı içerisinde kullanımlardan kaynaklanan orman yangınları görülmemesine karşın ziyaretçiler ve uzmanlar bitki örtüsü üzerinde yapılan olumsuz etkilerden biri olarak orman yangınları konusunda görüş birliği içerisindeyler. Avcı (2005) yaptığı çalışmada, sahada yer alan devrik ve kırık ağaçların yangın riskini artırdığını ve özellikle yoğun zarar

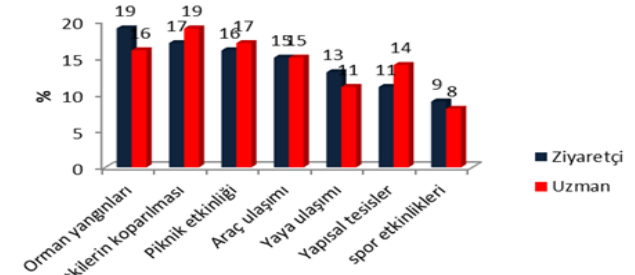
görmüş yalancı akasya ağaçlarının piknik yerleriyle iç içe olmasının bu riski arttırabileceğini belirtmiştir.

Bitki örtüsü üzerinde yapılan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%17), bitki dikme etkinlikleri (%16) ve planlı mekan düzenleme çalışmalarının önemli olduğunu (%16) belirtirken, uzmanlar ise doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%18), planlı mekan düzenleme çalışmaları (%17) ve mekansal taşıma kapasitelerinin kontrolü (%17) olarak belirtmişlerdir (Şekil 2). Özellikle Gölcük Gölü ve çevresinde yapılan piknik etkinlikleri, araç ve yaya ulaşımı nedeniyle mevcut doğal bitkilerin zarar gördüğü gözlenmektedir. Bu amaçla halkın bilinçlendirilmesine yardımcı olacak önlemler de alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

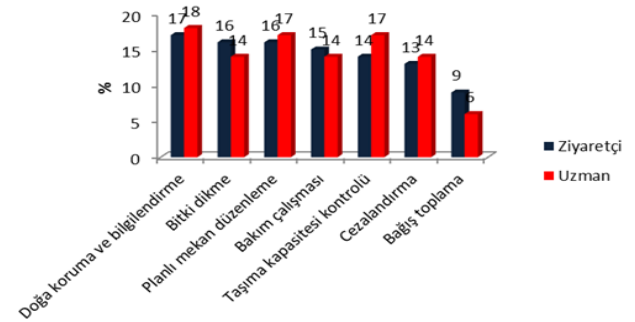
Görsel kalite: Gölcük Tabiat Parkı görsel kalitesi üzerindeki yapılan olumsuz etkiler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, bitki örtüsünün ve faunanın tahribatı (%16), çöplerin düzensiz çevreye atılması (%16), yanlış ve uygunsuz mekansal düzenlemeler ve donatılar (%16) olarak belirtirken, uzmanlar ise çöplerin düzensiz çevreye atılması (%16), yanlış ve uygunsuz mekansal düzenlemeler ve donatılar (%16) olarak belirtmişlerdir (Şekil 3).

Çizelge 3. Etkinliklerin etki düzeyleri ortalaması

Etki Faktörler	Ziyaretçi	Uzman	Ortalama
Bitki örtüsü	0,143	0,294	0,219
Görsel kalite	0,264	0,145	0,204
Su kalitesi	0,263	0,114	0,189
Toprak kalitesi	0,137	0,210	0,174
Hava kalitesi	0,130	0,134	0,132
Gürültü kirliliği	0,127	0,137	0,132
Fauna	0,041	0,108	0,075



Şekil 1. Ziyaretçi ve uzmanların bitki örtüsü üzerindeki olumsuz etkiler konusundaki düşünceleri



Şekil 2. Ziyaretçi ve uzmanların bitki örtüsü üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler

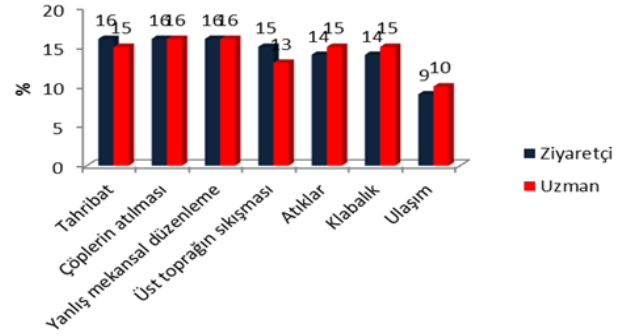
Acar ve Acar (2002)'a göre, görsel kalite, insanların canlı-cansız obje veya çevresindeki manzaralara karşı estetik beğenilerini veya tutumlarının derecelerini gösteren bir kavramdır. Parkın görsel kalitesi ziyaretçiler tarafından değerlendirildiğinde yönetim için alınan sorunlarının ortaya çıkmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Görsel kalite üzerinde yapılan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, bitkilendirme ve yaban hayatını artırma etkinlikleri (%9), mekansal alanların çim, yer örtücü vb. ile kaplanması (%17), kanalizasyon-çöp vb. atık ve artıkların park dışına çıkarılması (%17) olarak belirtirken, uzmanlar bitkilendirme ve yaban hayatını artırma etkinlikleri (%18), kanalizasyon-çöp vb. atık ve artıkların park dışına çıkarılması (%18), doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%16) olarak belirtmişlerdir (Şekil 4).

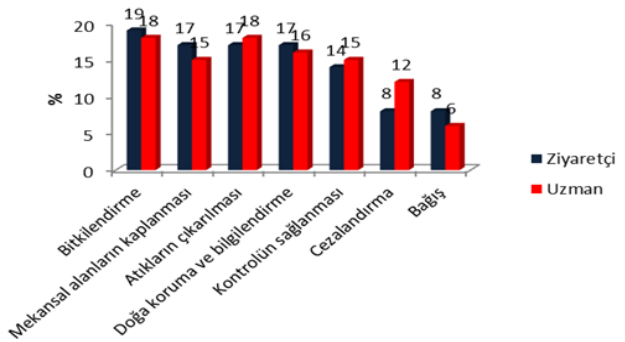
Su kalitesi: Gölcük Tabiat Parkı su kalitesi üzerindeki yapılan olumsuz etkiler değerlendirdiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, çöplerin düzensiz çevreye atılması (%17), kanalizasyon sularının kontrolsüz olması (%16), su kaynaklarının aşırı ve düzensiz kullanımı (%15) olarak belirtirken, uzmanlar ise kanalizasyon sularının kontrolsüz olması (%16), çöplerin düzensiz çevreye atılması (%15), su kaynaklarının aşırı ve düzensiz kullanımı (%15) olarak belirtmişlerdir (Şekil 5). Anonim (2006)'e göre, Gölcük krater gölü ve çevresi, temiz su sınıfındaki bir sulak alandır. Sulak alan içerisindeki tür ve habitat çeşitliliği ile Tabiat Parkı içerisindeki tek durgun su sistemi olması açısından önemli bir ekosistemdir. Ayrıca tabiat parkında tespit edilen endemik bitki türlerinin önemli bir kısmı bu alanda yayılış göstermektedir. Gölcük Tabiat Parkı ziyaretçilerinin en çok göl çevresinde piknik yaptıkları için su ve çevre kirliliği bakımından alan kullanımlardan etkilenmektedir. Bu nedenle su kalitesinin korunması yönetim kararlarında öncelikle yer verilmesi gereken konulardan birisidir.

Su kalitesi üzerinde yapılan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, kanalizasyon ile katı atık ve artıkların park dışına çıkarılması (%19), bitki dikme etkinlikleri (%17), doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%16) olarak belirtirken, uzmanlar ise kanalizasyon ile katı atık ve artıkların park dışına çıkarılması (%18), doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%18), yasakların artırılması ve kontrolün sağlanması (%17) olarak belirtmişlerdir (Şekil 6). Uzmanlar ve halkın bakış açıları alandaki özellikle su kaynakları çevresindeki atık ve artıkların alan dışına çıkarılması yönündedir.

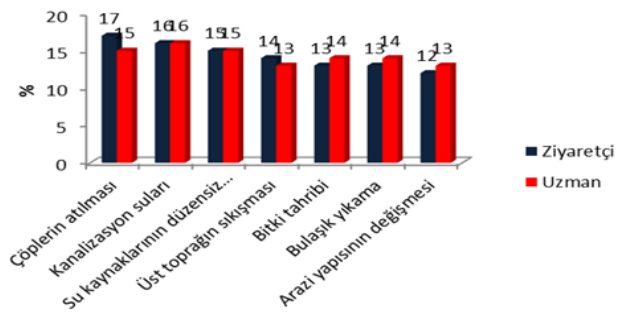
Toprak kalitesi: Gölcük Tabiat Parkı toprak kalitesi üzerindeki yapılan olumsuz etkiler değerlendirdiğinde Ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, bitki örtüsünün tahribatı (%16), çöplerin düzensiz çevreye atılması (%15), kanalizasyon atıklarının kontrolsüz olması (%15) olarak belirtirken; Uzmanlar ise bitki örtüsünün tahribatı (%16), erozyon (%16), çöplerin düzensiz çevreye atılması (%15) olarak belirtmişlerdir (Şekil 7). Rekreatif kullanımlar sonucu toprağın yaya ve araç kullanımları sonucu oluşturdukları baskılar ile üst toprak sertleşmiş ve yoğun kullanılan yollardaki bitki kökleri yüzeye çıkmıştır. Bu baskılar ile alandaki ağaçlar kurumaya başlamış ve bitki örtüsü de olumsuz etkilenmiştir.



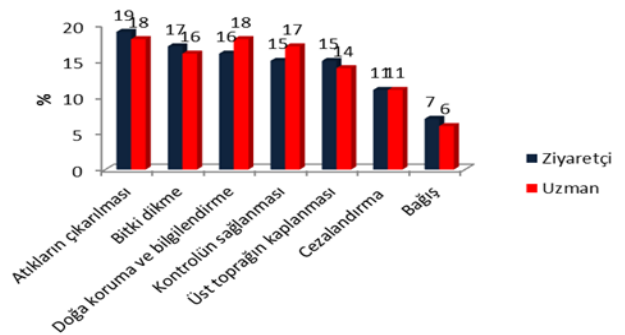
Şekil 3. Ziyaretçi ve uzmanların görsel kalite üzerindeki olumsuz etkileri konusundaki düşünceleri



Şekil 4. Ziyaretçi ve uzmanların görsel kalite üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler



Şekil 5. Ziyaretçi ve uzmanların su kalitesi üzerindeki olumsuz etkiler hakkındaki düşünceleri



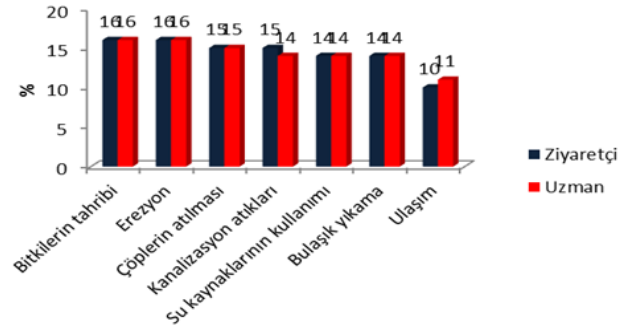
Şekil 6. Ziyaretçi ve uzmanların su kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemleri

Toprak kalitesi üzerinde yapılan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, bitki dikme etkinlikleri (%19), üst toprağın çim, yer örtücü vb. ile kaplanması (%17), kanalizasyon ile katı atık ve artıkların park dışına çıkarılması (%17) olarak belirtirken, uzmanlar doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%18), üst toprağın çim, yer örtücü vb. ile kaplanması (%17), kanalizasyon ile katı atık ve artıkların park dışına çıkarılması (%16) olarak belirtmişlerdir (Şekil 8.). Anonim (2006)'e göre özellikle Pürenova'dan kaynaklanan mevsimlik akarsular kurak dönemde yüzeyde ayrışan örtüyü göl içerisine taşımakta ve gölün dolmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bitki dikme etkinlikleri ve üst toprağın çim, yer örtücü vb. ile kaplanması toprakları dolayısıyla park içerisinde oluşacak yüzeysel ve çizgisel erozyonunda önlenmesini sağlayacaktır.

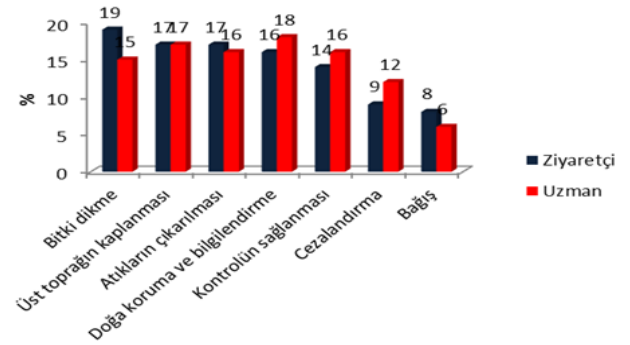
Hava kalitesi: Gölcük Tabiat Parkı hava kalitesi üzerindeki yapılan olumsuz etkiler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, bitki örtüsünün tahribi (%17), çöplerin çevreye atılması ve zamanında toplanmaması (%17), orman yangınları (%16) olarak belirtmişlerdir. Uzmanlar ise çöplerin çevreye atılması ve zamanında toplanmaması (%17), orman yangınları (%16), mangal veya ateş yakma (%16) olarak belirtmişlerdir (Şekil 9). Genç vd. (2000) yaptıkları çalışmada, ankete katılanların büyük çoğunluğunun (%79) dinlenme veya piknik amacıyla bu alanları tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Park içerisinde ziyaretçilerin buldukları süre içerisinde en çok piknik etkinlikleri ile zamanlarını geçirmeleri alanın hava kalitesinin bozulmasında en önemli etkidir. Bu amaçla alan içerisinde planlanacak farklı rekreasyonel etkinliklerle, ayrıca piknik alanlarının park içerisinde birden fazla noktada planlanması yoğun mangal kokusunun hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi azaltılabilecektir.

Hava kalitesi üzerinde yapılan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, bitki dikme etkinlikleri (%19), doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%17), üst toprağın çim, yer örtücü vb. ile kaplanması (%17) olarak belirtmişlerdir (Şekil 10). Uzmanlar ise doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%18), mekansal taşıma kapasitelerinin kontrolü (%17) ve bitki dikme etkinlikleri (%16) olarak belirtmişlerdir. Alandaki çöplerin ve artıkların zamanında toplanılmaması ziyaretçilerin alandaki kullanımları ve hava kalitesini etkilediği için öncelikle çözülmesi gereken konuların başında gelmektedir.

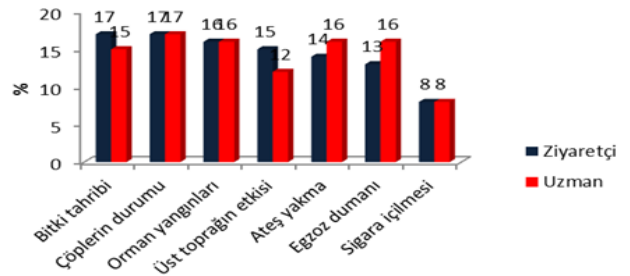
Gürültü Kirliliği: Gölcük Tabiat Parkı gürültü kirliliği üzerindeki yapılan olumsuz etkiler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, mekansal taşıma kapasitesi fazlalığı veya kalabalık (%17), yanlış ve uygunsuz mekansal düzenlemeler (%17), müzik sesinin gelişigüzel açılması ve şarkı söylenmesi (%16) olarak belirtirken uzmanlar ise, mekansal taşıma kapasitesi fazlalığı veya kalabalık (%18), müzik sesinin gelişigüzel açılması ve şarkı söylenmesi (%17), gürültülü sosyal kültürel etkinlikler (%17) olarak belirtmişlerdir (Şekil 11). Park alanındaki etkinlik çeşitlerinin ve alanlarının artırılması ziyaretçiler tarafından oluşturulan gürültünün azaltılmasında etkili olacaktır.



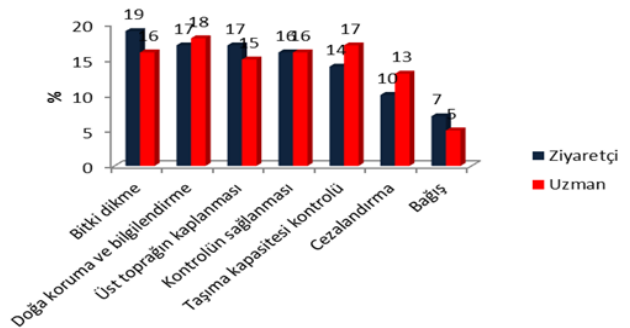
Şekil 7. Ziyaretçi ve uzmanların toprak kalitesi üzerindeki olumsuz etkiler hakkındaki düşünceleri



Şekil 8. Ziyaretçi ve uzmanların toprak kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler



Şekil 9. Ziyaretçi ve uzmanların hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkiler hakkındaki düşünceleri



Şekil 10. Ziyaretçi ve uzmanların hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler

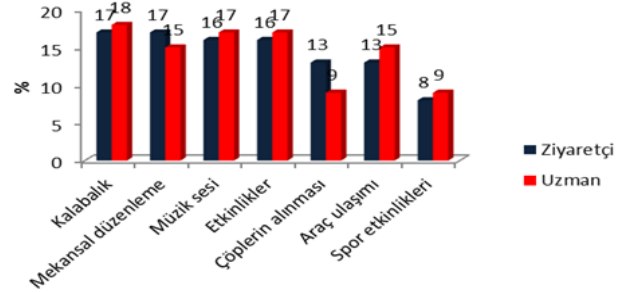
Gürültü kirliliği üzerinde yapılan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, sosyal kültürel etkinlik alanların diğer alanlarla izole edilmesi (%19), doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%18), yönetimin yasakları arttırması ve kontrolün sağlanması (%16) olarak belirtirken uzmanlar, sosyal kültürel etkinlik alanların diğer alanlarla izole edilmesi (%18), doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%17) olarak belirtmişlerdir (Şekil 12). Park içerisindeki gürültü kirliliğinin azaltılmasında ziyaretçilerin bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi olumsuz etkinin azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Fauna: Gölcük Tabiat Parkı faunası üzerinde yapılan olumsuz etkiler değerlendirdiğinde ziyaretçilerin büyük çoğunluğu, gürültü, korkutma, rahatsız etme gibi etkinlikler (%20), orman yangınları (%20), avlanma (%18) olarak belirtirken uzmanlar ise gürültü, korkutma, rahatsız etme gibi etkinlikler (%18), orman yangınları (%17), avlanma (%16) olarak değerlendirmişlerdir (Şekil 13). Park alanının tamamı ziyaretçiler tarafından kullanılmadığı için belirli noktalarda kalabalıktan kaynaklanan gürültü, kullanım alanlarındaki faunanın etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca göldeki mevcut balık türleri yanlış ve kaçak avlanma nedeniyle olumsuz şekilde etkilenmektedir. Nitekim Yeğen vd., (2006), Gölcük Gölünde yaptıkları çalışmada, gölde önceden varlığı bilinen *Aphanius anatoliae splendens* ile *Hemigrammocapoeta kemali* türlerinin yok olduğunu tespit etmişlerdir. Fauna üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler değerlendirildiğinde, ziyaretçiler; doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%18), planlı mekan düzenleme çalışmaları (%17) olarak belirtmişler, uzmanlar ise doğa koruma ve bilgilendirme etkinlikleri (%17), mekansal taşıma kapasitelerinin kontrolü (%17) olarak belirtmişlerdir (Şekil 14). Doğa koruma ve bilgilendirme eksiklikleri nedeniyle alandaki çevre kirliliğinin artması türlerin olumsuz şekilde etkilenmesine neden olabileceği gibi faunanın beslenme, üreme alışkanlıklarının da değişmesine neden olacaktır. Tabur ve Ayvaz (2006) yaptıkları çalışmada, Gölcük Tabiat Parkının ötücü kuşlar için iyi bir barınak, üreme ve beslenme alanı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca şahinlerin yerleşim yerlerine yakın yuvalandığını, tedirgin edildiklerinde alanı terk ettiklerini ve olumsuz etkenlerin ortadan kalkmasıyla tekrar aynı alanda yuvalandıklarını belirtmesine rağmen üremeye ilgili veri elde edememişlerdir.

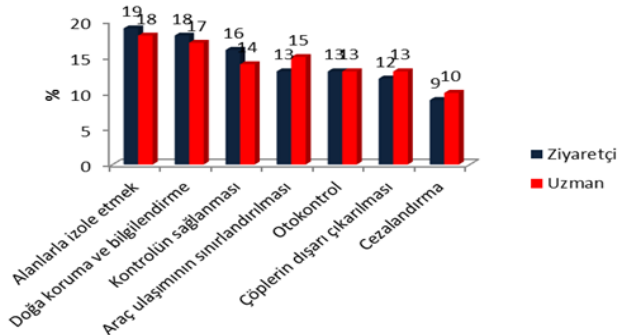
3.3. Park içinde yapılan etkinliklere yönelik standartların oluşturma yaklaşımları

Park içerisinde bir piknik ünitesi diğerinden en az kaç metre mesafede olmalıdır sorusuna ankete katılan ziyaretçiler (%38) ve uzmanların (%36) büyük çoğunluğu 11-20 m olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ülkemizde RTK konusunda belli bir standart ve bilimsel veri bulunmamasıyla birlikte Milli Parklar ve Av-Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan rapora göre, 5 kişiden oluşan bir aile birimi için 200-350 m² kullanım alanı gerekmektedir. Eğer grup olarak piknik yapılıyorsa 20 kişiye 800-1400 m² kullanım alanı gerekmektedir. Ancak doğal kaynakların özelliklerine ve koruma-kullanma dengesine göre hektara yoğunluğun 150 ile 250 kişiye (30-50 piknik ünitesi) kadar olması gerektiği ifade edilmektedir (Sakarya, 2000). Müderrisoğlu (2002) ise; Fiziksel, kültürel, sosyal ve ekolojik özelliklerine göre piknik üniteleri başına ihtiyaç

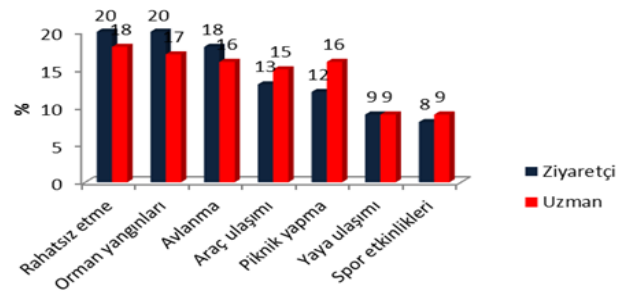
duyulan alanlarda minimum: 200-350 m²/ünite (Esas amacı rekreasyon olan alanlar için kullanılır), Ortalama: 500-1000m²/ünite (Kullanma ve koruma dengesi olan alanlarda tercih edilir), Maksimum: 7500-10000m²/ünite (Koruma ağırlıklı alanlar için tercih edilir) olarak belirtmiştir.



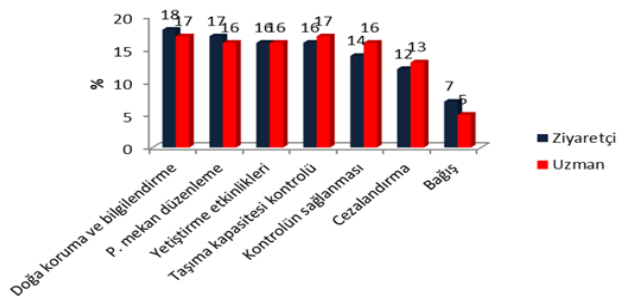
Şekil 11. Ziyaretçi ve uzmanların gürültü kirliliği üzerindeki olumsuz etkiler hakkındaki düşünceleri



Şekil 12. Ziyaretçi ve uzmanların gürültü kirliliği üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler



Şekil 13. Ziyaretçi ve uzmanların fauna üzerindeki olumsuz etkiler hakkındaki düşünceleri



Şekil 14. Ziyaretçi ve uzmanların fauna üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik önlemler

Park içinde bulunan bir çeşme kaç piknik ünitesine hizmet etmelidir sorusuna ankete katılan ziyaretçi (%54) ve uzmanların (%56) büyük çoğunluğu 5-10 piknik ünitesine hizmet etmeli yönünde isteklerini açıklamıştır. Nitekim Sakarya (2000), 5 kişiden oluşan her aile ünitesi için ¼ çeşme olarak belirtmiştir. Çeşme bulunduğunuz ortama ne kadar mesafede olmalıdır sorusuna ankete katılan ziyaretçi (%36) ve uzmanların (%40) büyük çoğunluğu 11-20 m mesafede olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Park içinde bulunan çöp kutusu kaç piknik ünitesine hizmet etmelidir sorusuna ankete katılan ziyaretçi (%48) ve uzmanların (%46) büyük çoğunluğu 5-10 piknik ünitesine hizmet etmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Nitekim Sakarya (2000), 5 kişiden oluşan her aile ünitesi için ¼ çöp kutusu olarak belirtmiştir. Çöp kutusu bulunduğunuz ortama ne kadar mesafede olmalıdır sorusuna ziyaretçiler (%36) 11-20 m olması gerektiğini belirtirken, uzmanlar (%36) ise 21-40 m olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Büfe ve restoran bulunduğunuz ortama ne kadar mesafede olmalıdır sorusuna ziyaretçilerin büyük çoğunluğu (%34) 41-80 m mesafede olması gerektiğini belirtirken, uzmanların büyük çoğunluğu (%42) ise 150 m den fazla olması gerektiğini ifade etmiştir. Bu sonuçlarının çıkmasının nedeni alanda daha önceki yapılan çalışmalara bakıldığında Tolunay vd. (2004) (%96,1) ve Gül vd. (2006) (%96,3) göre ziyaretçilerin büyük bölümünün yiyecek ve içeceklerini yanlarında getirmesidir. Sakarya (2000) ise, 4 ha alana 15-20 m²lik büfe olması gerektiğini belirtmiştir.

Tuvalet bulunduğunuz ortama ne kadar mesafede olmalıdır sorusuna ziyaretçiler (%40) 41-80 m olması gerektiğini belirtirken uzmanlar (%34) ise 150 m üstü olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çocuk oyun alanlarında çocuk başına ne kadar alan ayrılmalıdır sorusuna ziyaretçilerin büyük çoğunluğu (%28) 4m² olması gerektiğini belirtirken uzmanlar (%30) ise 5 m² olması gerektiğini belirtmişlerdir. Sakarya (2000)'ya göre ise çocuk oyun alanları için bir kişiye 1 m² olarak düşünülmelidir. GTP da Gül vd. (2006) yaptıkları anket çalışmasında deneklerin büyük çoğunluğu park içerisindeki çocuk oyun alanlarının nitelik ve niceliklerinin yetersiz olduğunu ve artırılması gerektiğini tespit etmişlerdir.

Spor oyun alanlarında bir kişi için ne kadar alan ayrılmalıdır sorusuna ziyaretçilerin büyük çoğunluğu 4 m² (%28)-3 m² (%24) olması gerektiğini belirtirken uzmanlar ise (%24) 5 m²-6 m² (%24) olması gerektiğini belirtmişlerdir. Sakarya (2000)'ya göre spor alanlarında 1 kişiye 1,5-2 m² olarak düşünülmelidir. Alanda Gül vd. (2006) yaptıkları çalışmada ankete katılanların istedikleri spor etkinlikleri, basketbol (%52,9), koşu ve yürüyüş pisti (%37,7), mini futbol (%37,4), olta balıkçılığı (%37,4), bisiklet gezileri (%37,4) olurken bunları voleybol, su sporları, masa tenisi, dağa tırmanma, tenis, binicilik, yamaç paraşütü gibi etkinlikler izlemektedir.

Otoparkın bulunduğunuz piknik alanı içerisindeki mesafesi ne olmalıdır sorusuna ziyaretçilerin büyük çoğunluğu (%32) 21-40 m olması gerektiğini belirtirken uzmanlar (%36) ise 150 m üstü olması gerektiğini belirtmişlerdir. Sakarya (2000)'e göre, otomobil park yeri ise toplam piknik ünitesinin %80'i olması gerekir. Eğer otobüs park yeri yapılacak ise, her bir otobüs park yeri için hesaplanan otomobil park yeri sayısından 8 adet düşülmeli şeklinde belirtmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Günümüzde korunan doğal alanlarda artan rekreasyon/turizm eğilimlerinin nitelik ve nicelik olarak değişmesi ve gelişmesi sonucu mevcut kaynak değerlerinin korunması ve kullanımına yönelik özellikle kullanım seviyesi ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliği önem kazanmıştır. Bu amaçla korunan doğa alanların koruma-kullanım dengesini gözeten uygun, etkin ve bütüncül korunan alan yönetim planlarının ve kararlarının uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Ziyaretçi Etki Yönetimi (ZEY) sürecinin başlangıcında sorunlar ve mevcut etkiler altında yönetim kararlarını belirleyen önemli faktörlerdir. Sorunlar, etkiler ve yönetim kararları standartlar ve göstergelerin (indikatörlerin) seçimini belirler ve yönlendirir. Söz konusu sorunların olumsuz etkilerin çözümünde ziyaretçi ve yöneticilerin yaklaşımları, istek ve tercihleri önemli rol oynar. Korunan doğal alanlarda rekreasyonel amaçlı yönetimi teknik konulardan ziyade sosyal ve politik faktörler tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle ZEY, ziyaretçiler ve uzmanların yönetim planlamasını katılımını zorunlu kılmaktadır (McCool ve Cole, 1997). ZEY sürecinde etki koşullarının olası nedenlerini tanımlamada belirgin adımlar içermektedir. Korunan doğal alanlarda yapılacak ziyaretçi yönetim planında soruna yol açan faktörler veya etkiler değişim potansiyeline sahiptir. Bu nedenle uygun gösterge ve standartların seçimi çok önemli olduğu kadar uygulamada izleme ve denetleme işlemlerinin de takibi büyük önemlilik arz edecektir.

GTP yönetim planının olmaması plansız ve kontrolsüz bir yönetim anlayışına neden olmaktadır. Kontrolsüz ve bilinçsiz yapılan rekreasyonel ve turizm amaçlı kullanımlar, alandaki mevcut kaynak değerlerinin (doğal-kültürel ve görsel değerler) olumsuz etkilenmesine dolayısıyla alanın çekiciliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu yüzden alanın koruma-kullanım dengesinin sağlanabilmesi için yönetim planlarının yapılması ve özellikle yapılacak her bir rekreasyonel amaçlı etkinliklerde mekânsal taşıma kapasitesinin belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü her bir etkinlik alanda bitkilere, yaban hayatına, görsel kaliteye, su, toprak ve hava kaynaklarına etki edebilmekte ve hatta gürültü kirliliğine de yol açabilmektedir. Bu etkilerin önceden öngörülmesi ve gerekli tedbirlerin alınması büyük önem taşıyacaktır.

Ülkemizde doğal alanda veya mesire alanlarında yapılacak piknik alanları, genel olarak yoğun kullanım için hektara optimal 150 ile 250 kişiye (30-50 piknik ünitesi) hizmet edecek şekilde kurgulanmalıdır. Ancak alanın hassasiyet durumuna ve koruma-kullanma dengesine göre bu yoğunluk hektara optimal 50 ile 100 kişiye (10-20 piknik ünitesi) hizmet edecek şekilde belirlenebilir. Her 4 veya 5 piknik ünitesi için 1 adet çeşme ve 1 adet çöp kutusu öngörülebilir. Her bir 30 ünite başına 1 adet tuvalet ve büfe veya satış stantları olacak şekilde piknik alanlarından yaklaşık 100-150 m mesafede öngörülebilir. Piknik alanlarında yapılacak çocuk oyun alanlarının büyüklüğü çocuk başına 3-5 m² olacak şekilde ve 1 ha piknik alanı için minimum 150 m² bir alan ayrılabilir. Piknik alanlarında kullanıcılar genelde araç park yerlerinin piknik masasına yakın olmasını tercih etmektedir. Bu nedenle piknik masasına yakınında otopark uygun olmaması durumunda piknik alanlarından optimal 20-80 m mesafede olması öngörülebilir.

Gölcük Tabiat Parkı, yöre halkının önemli ölçüde ziyaret ettiği, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yoğun kullanımlar nedeniyle kapasitesi üzerinde hizmet veren bir alandır. Bu nedenle ziyaretçi talepleri ve sorunlarının saptanarak uygun planlama ve yönetim kararlarının alınması, tabiat parkının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Gölcük Tabiat Parkında yapılacak ziyaretçi yönetiminin amacı, parkın sahip olduğu doğal-kültürel değerlerin korunması ve bu değerlere zarar vermeyecek ölçüde rekreasyonel amaçlı kullanımların düzenlenmesi konusundaki ilkeler geliştirmektir.

Gölcük Tabiat Parkının kent merkezine yakın olması ve görsel açıdan diğer alanlardan farklı olarak gölün varlığı parkın rekreasyon potansiyelini arttırmaktadır. Bu nedenle ziyaretçilere yönelik alan içerisinde sadece piknik etkinliği değil aynı zamanda farklı rekreatif etkinlik çeşitliliğinin artırılması gerekmektedir.

Ziyaretçilerin alanda değişmeyen tek tercihi göl çevresini kullanmaktır. Bu nedenle göl çevresinde yoğun kullanımı, çevre kirliliği riskini artırmaktadır. Alanın en önemli karakteristiklerinin başında gelen gölün zamanla ekolojik özelliklerinin yok olmasını önleyecek tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu amaçla göl çevresinde gerçekleştirilecek rekreasyonel etkinliklerinin gölün çevresine ve göl içindeki canlıların yaşam ortamlarının etkilenmeyecek şekilde yapılmasına dikkat edilmelidir.

Alandaki bakım ve onarım çalışmalarında ekolojik süreçlerin işleyişine kesinlikle müdahale edilmemeli, ancak insan müdahalesini zorunlu kılan zararların giderilmesinde müdahale edilmelidir. Alana gelen ziyaretçilerin büyük çoğunluğu kasıtlı olarak çevreye zarar vermese de ziyaretçilerin bir kısmı bilinçli veya bilinçsiz olarak tahrip edici davranışlarda bulunabilmektedir. Ziyaretçilerin kullandıkları çevreyi kirletmelerini ve tahrip etmelerini önlemek için kirlenme öder kuralı uygulanmalıdır.

Teşekkür

Yüksek lisans tezinden türetilmiş olan bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından (Proje No: 1681-YL-08) desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Acar, C., Acar, H., 2002. Sürdürülebilir planlama açısından dağlık alan orman peyzajlarında görsel kalite ve görsel kaynak yönetimi: Doğu Karadeniz Bölgesi örneği. Türkiye Dağları 1. Ulusal Sempozyumu, 25-27 Haziran 2002, Ilgaz Dağı-Kastamonu, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 574-579.
- Akten, M., 2008. Isparta ovasının optimal alan kullanım planlaması üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Anonim, 2006. Isparta Çevre Durum Raporu. T.C. Isparta Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Isparta.
- Avcı, M., 2005. Konya ve Isparta'da bazı korunan alanlarda yaşanan koruma sorunları. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, Isparta, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 385-391.

- Eagles, P.F.J., McCool, S.F., Haynes, C.D., 2002. Tourism in national parks and protected. Planning and Management, USA, pp. 167-172.
- Farrell, T.A., Marion, J.L., 2002. The protected area visitor impact management (PAVIM) framework: a simplified process for making management decisions. Journal of Sustainable Tourism 10 (1): 31-51.
- Genç, M., Gül, A., Akten, M., Küçük, V., 2000. Isparta kent insanının rekreasyonel davranış biçimleri. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Peyzaj Mimarlığı Kongresi, 19-21 Ekim 2000, Ankara, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 255-263.
- Giongo, F., Bosco-Nizeye, J., Wallace, G.N., 1993. A study of visitor management in the world's national parks and protected areas. Fort Collins, CO: Colorado State University, College of Natural Resources.
- Gül, A., 2005. Korunan doğal alanların planlama sorunları ve ekolojik yönetim planı önerisi. Çevre ve Orman Bakanlığı 1. Çevre ve Ormanlık Şurası Tebliği, Cilt:4, 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 2005, Isparta, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 485-494.
- Gül, A., Örcü, Ö.K., Karaca, Ö., 2005. Korunan alanlarda rekreasyon uygunluk analizi ile potansiyel alanların belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı örneği). Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, Isparta, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 423-432.
- Gül, A., Özgüner, H., 2005. Ülkemizdeki korunan doğal alanlarda yönetim zonlarının oluşturulması. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, Isparta, Poster Bildiri Kitabı, s. 151-154.
- Gül, A., Örcü, Ö.K., Karaca, Ö., 2006. An approach for recreation suitability analysis to recreation planning in Gölcük Nature Park. Environmental Management 37 (5): 606-625.
- Gül, A., Özalpın, O., 2007. Türkiye'deki korunan doğal alanlarda ekoturizm amaçlı ekolojik planlama yaklaşımı. Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, 27-28 Nisan 2007, Antalya, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 194-203.
- Mason, P., 2005. Tourism and hospitality. Planning & Development 2 (3): 171-190.
- Masozera M.K., Alavalapati, J.R.R., 2004. Forest dependency and its implications for protected areas management: a case study from the Nyungwe Forest Reserve, Rwanda. Scandinavian Journal of Forest Research 19 (004): 85-92.
- McCool, S.F., Cole, D.N., 1997. Experiencing limits of acceptable change: some thoughts after a decade of implementation. In S.F.McCool and D.N. Cole (eds) Proceedings -Limits of Acceptable Change and Related Planning Processes: Progress and Future Directions (General Technical Report INT-371) Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Research Station, pp. 72-78.
- Müderrişoğlu, H., 2002. Açık hava rekreasyonunda taşıma kapasiteleri rekreasyonel kullanım ilişkilerinin incelenmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R., Robinson, J., 2001. Tropical forest management and

- conservation of biodiversity: an overview. *Conservation Biology*, 15 (1): 7-20.
- Saaty, T.L., 1988. *Mathematical methods of operations research*. Dover publications, New York, USA.
- Sakarya, Y., 2000. Orman içi dinlenme yeri planlaması. Milli Parklar ve Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü Personeli Güçlendirme Vakfı, Yayın No:002, Ankara.
- Stankey, G.H., Cole, D., Lucas, R., Peterson, M., Frissell, S., 1985. The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. General Technical Report INT-176. USDA Forest Service, Ogden, UT.
- Tabur, M.A., Ayvaz, Y., 2006. Gölcük Gölü (Isparta) kuşları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Isparta, 10 (1): 16-20.
- Tolunay, A., Alkan, H., Korkmaz, M., 2004. Kent ormanlarında rekreasyonel etkinlikler açısından ziyaretçi profilinin belirlenmesi. I. Ulusal Kent Ormanlığı Kongresi, 9-11 Nisan 2004, Ankara, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 137-149.
- Wagar, J.A., 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation. *Forest Science Monograph 7*, Society of American Foresters, Washington, D.C. USA.
- Yeğen, V., Balık, S., Bostan, H., Uysal, R., Bilçen, E., 2006. Göller bölgesindeki bazı göl ve baraj göllerinin balık faunasının son durumu. I. Ulusal Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat 2006, Antalya, Sözlü Bildiriler Kitabı, s. 129-139.
- Yılmaz, E., 2004. Orman kaynaklarının işlevsel bölümlenmesine ilişkin çözümler. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bartın İli örneğinde yeşil alanların ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma

Ercan Gökyer^{a,*}, Bayram Cemil Bilgili^b

^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bartın

^b Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı

* İletişim yazarı/Corresponding author: ercangokyer@hotmail.com, Geliş tarihi/Received:24.02.2014, Kabul tarihi/Accepted: 27.05.2014

Özet: Tasarım çözümleri iyi ve kolay ulaşılabilen parklar kentsel yaşam kalitesinin önemli bir parçasıdır. Ulaşılabilirliği kolay olan parklar kent insanının fiziksel aktivitesinin artmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada Bartın ili parkları alansal büyüklük, ulaşılabilirlik ve eğim yönünden incelenmiştir. Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'den yararlanılmıştır. Çalışmada Bartın ilindeki toplam 93 adet park değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında ele alınan parklar alansal büyüklükleri bakımından sınıflandırıldığında, ilde, semt parkı (1 adet), mahalle parkı (2 adet) ve çocuk bahçesi (1 adet) olarak tanımlanabilecek 3 farklı park büyüklüğü olduğu belirlenmiştir. Alansal büyüklük açısından tanımsız olan 89 adet park ise standart altı parklar olarak değerlendirilmiştir. Ulaşılabilirlik sınırı içerisindeki eğim grupları beş sınıfta (%0-4, %4-5, %5-8, %8-12 ve %12<) değerlendirilmiştir. Alanda çocuk bahçesi ve standart altı parklar eğim değerleri açısından engelli bireylerin ulaşımını desteklemektedir. Bartın ili genelindeki bütün parkların ulaşılabilirlik durumları birlikte değerlendirildiğinde; ideal ulaşılabilirlik mesafeleri içinde, kentin alansal olarak %69'undan parklara ulaşamadığı görülmüştür. Diğer yandan parkların ulaşılabilirlik sınırlarının birbiri ile çakışması nedeniyle parkların ulaşılabilirlik alanlarının daraldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ulaşılabilirlik, CBS, Bartın, Yeşil alanlar, Park

A research on assessment of accessibility of green areas: The case of Bartın Province

Abstract: Parks are important part of urban life quality, which is well designed and easy accessibility. Accessible parks are contributed to physical activities of urban people. In this study, Parks are investigated to size of area, accessibility and slope. Geographic Information Systems (GIS) are used. Total 93 parks are evaluated in Bartın. Parks are classified greatness of area, which is evaluated in this study. It is emerged three different park type (District Park, Quarter Park, Children Park) in Bartın. Other parks (total 89) are evaluated to parks of under standard. Slope groups are evaluated to five groups (0-4%, 4-5%, 5-8%, 8-12% and 12%<) in accessibility boundary. Slope groups of Children Park and parks of under standard supported to access for people with disabilities. Accessibility of all parks in Bartın, that are evaluated; there aren't accessibility to the parks in the 69% part of city. Because of coincide accessible boundary; it is emerged restricted accessibility area.

Keywords: Accessibility, GIS, Bartın, Green areas, Park

1. Giriş

Kentsel nitelik olarak yeşil alanlar aktif ve pasif rekreasyon faaliyetleri, çevresel fayda sağlama ve yaban hayatı için yaşam alanı olma gibi pek çok fonksiyonu sağlar (Solecki ve Welch, 1995). Kentsel yeşil alanlar, kent insanının rekreasyonel gereksinimlerini karşılamak için tesis edilmiş alanlardır. Yeşil alanlar, plan ve tasarım özellikleri bakımından ülkeden ülkeye bölgeden bölgeye göre değişiklik göstermekle birlikte, temelde insanın doğa ile buluşmasına olanak sağlama amacıyla oluşturulmuştur (Bilgili ve Gökyer, 2013).

Kentsel yeşil alanların trafik akışı ve emisyonları, hava kalitesi, mikro iklim, gürültü, ulaşılabilirlik, ekonomik etki ve sosyal fayda sağlama üzerinde etkileri vardır. Bu etkiler mahalle ölçeğinden, kentsel alanın bütününe hizmet eden farklı yeşil alanlar için kentsel planlamada ve yeşil alan tasarımında değerlendirilmelidir (Ridder vd., 2004). Yeşil alanların yeterliliği birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.

Ülkemizde yeşil alanların yeterliliği 3194 sayılı İmar Kanununun dayanak olduğu, Plan Yapımına Ait Esaslara Dair Yönetmelik kapsamında ele alınmıştır. Bu kanun kapsamında yapılan değerlendirmelerde, kentlerdeki aktif yeşil alanların toplam alanının kentin nüfusuna bölünmesiyle elde edilen değer, kanunda belirtilen kişi başına 10 m² değeriyle karşılaştırma yapılarak yeşil alanların yeterlikleri ortaya konulmuştur (Bilgili, 2013). Ancak rekreasyonel amaçlar için oluşturulan yeşil alanların salt alansal büyüklüklerinin toplamını nüfus ile ilişkilendirerek değerlendirmek doğru bir yöntem değildir. Planlama ilkeleri ve ölçütleri temelinde oluşturulmuş veya oluşturulması gereken yeşil alanları planlama ilkelerine uygun yöntemler ile değerlendirmek gerekmektedir.

Akten vd., (2009) potansiyel rekreasyon alanlarının belirlenmesi için gerekli kriterleri peyzaj mimarı ve şehir bölge planlama uzmanlarının görüşlerini dikkate alınarak belirlemiştir. Bu kapsamda rekreasyonel kullanıma uygunluk kriterleri öncelik sırasına göre; bitki varlığı, ulaşım, eğim, su varlığı, drenaj, yağış, sıcaklık, erozyon ve yükseklik göstergeleri olarak tanımlanmıştır. Diğer yandan

Gül vd., (2006) ise yeşil alanların rekreasyonel potansiyelini artıran değerleri; su varlığına yakınlık, kültürel değerler, erişilebilirlik, bitki örtüsü, eğim, görsel değerler, iklim koşulları, yükseklik, toprak ve bakı olarak belirlemiştir.

Farklı araştırmacılar tarafından temelde benzer kriterler üzerinden rekreasyonel uygunluk tanımlanmıştır. Bu çalışmada rekreasyonel amaçlı yeşil alanların kullanımında önemli kriterlerden olan parkların içerdiği donatıları ve erişimi etkileyen alansal büyüklük, ulaşılabilirlik ve eğim dikkate alınarak Bartın İli Mücavir Alanı'ndaki yeşil alanların yeterlilik durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada araştırma alanı olarak Bartın İli Mücavir Alan sınırı seçilmiştir. Araştırma alanı Türkiye'nin kuzey batısında Karadeniz kıyısında 32°6'-32°31' Doğu boylamı ve 41°35'-41°41' Kuzey enlemi arasında yer almaktadır (Şekil 1). Alanın kuzeyinde Karadeniz, doğusunda ve güneyinde Küre Dağları, Batısında Zonguldak İli bulunmaktadır. Bartın İli Mücavir Alanı yaklaşık olarak 6.808 ha'dır. Bartın Nehri alanın ortasından geçmektedir (Şekil 2). Araştırma alanında ana arazi kullanım tipleri tarım, orman ve yerleşimdir. Alanda, arazi yapısı orta derecede eğimlidir. Araştırma alanında Bartın Irmağı etrafındaki alüvyon düzlükler kentsel yerleşim alanıdır. Araştırma alanı içinde ve yakın çevresindeki orman alanları önemli yapraklı (*Carpinus betulus*, *Tilia argentea*, *Fagus orientalis*, *Castanea sativa*, *Ostrya carpinifolia*, *Laurus nobilis*, *Arbutus unedo*) ve iğne yapraklı (*Abies nordmanniana ssp. bornmülleriana*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra ssp. pallasiana*) ağaçlardan oluşur. Araştırma alanı her mevsim

yağışlı, kışları ılık, yazları sıcak geçen Karadeniz iklimi etkisi altındadır. Alandaki yıllık ortalama sıcaklık 12,6 °C ve yıllık ortalama yağış 1029,9 mm'dir.

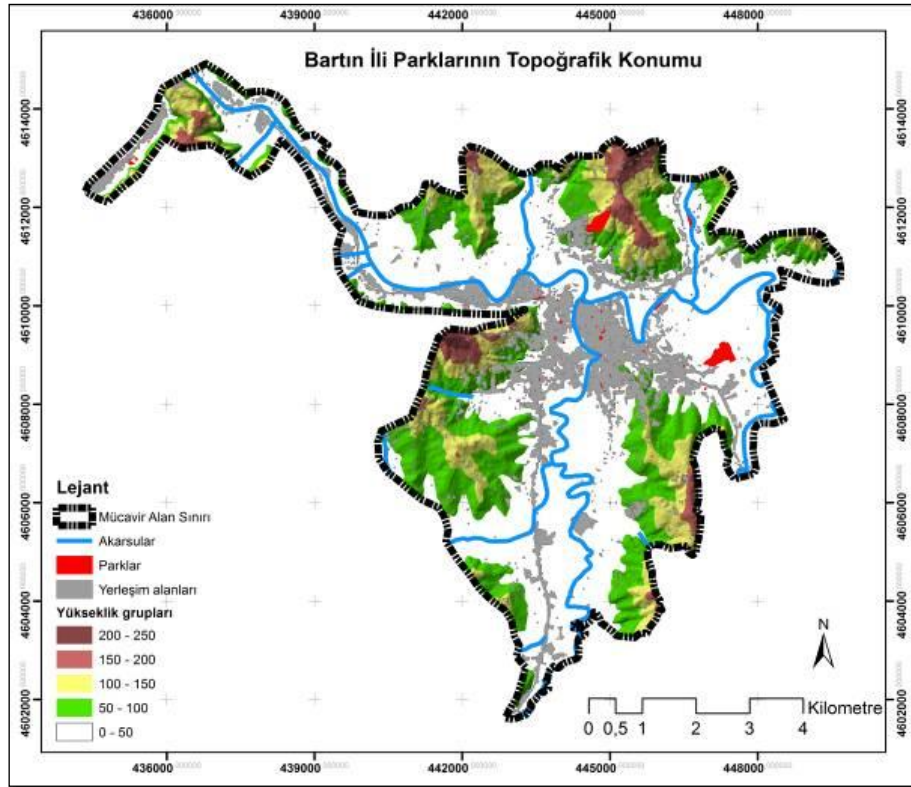
Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre 2012 yılı itibarıyla il merkezi nüfusu 56.557 kişidir (TÜİK, 2012).

Bu çalışmada kullanılan parkların sayısal verisi Bartın Belediyesi'nden temin edilmiştir. Çalışmada:

- 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı,
- 1/100000 ölçekli Topoğrafik Harita verileri ve CBS'den yararlanılmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye ve Bartın iline göre konumu



Şekil 2. Araştırma alanı yükseklik grupları ve incelenen yeşil alanların konumu

2.2. Yöntem

Bartın ili mücavir alan sınırı içindeki yeşil alanlar Polat (2001)'in verdiği standartlar (Çizelge 1) ve Belir (2009)'in ortaya koyduğu eğim grupları temelinde;

1. Alansal büyüklük ölçütlerine göre sınıflandırılmıştır.
2. Etkili hizmet alanına (Yarıçap) göre ulaşılabilirlik analizi,
3. Etkili hizmet alanı içinde eğim analizi yapılmıştır.

Kentlerimizde başta özürllüler için olmakla birlikte tüm bireyler için ulaşılabilirlik engeli bulunmaktadır (Belir, 2009). Rekreatyoneel amaçlı ulaşımında ise mesafe kadar bu mesafenin eğimi rekreatyoneel amaçlı alan kullanımını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. İnsanın yürüme mesafesine göre tanımlanan ulaşılabilirlik mesafesi, mesafenin eğimine bağlı olarak azalabilmektedir.

Bu kapsamda, eğim grupları, başta özürllü bireylerin ulaşılabilirliği göz önünde tutularak yüzde (0-4), (4-5), (5-8), (8-12), (12<) olarak 5 grupta sınıflandırılmıştır (Şekil 3) (Belir 2009).

Çalışmada gerçekleştirilen analizler Arc GIS programı (Arc Map 10 Versiyonu) kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Alansal büyüklük ölçütlerine göre yeşil alanların sınıflandırılması

Bu çalışmada Bartın İli Mücavir Alan sınırı içindeki toplam 93 adet park değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında ele alınan parklar Polat (2001)'e göre alansal büyüklükleri (da) ve ulaşılabilirlikleri bakımından sınıflandırıldığında, ilde semt parkı, mahalle parkı ve çocuk bahçesi olarak tanımlanabilecek 3 farklı park büyüklüğü olduğu belirlenmiştir. Sınıflandırma sonucunda; ilde 1 adet semt parkı, 2 adet mahalle parkı ve 1 adet de çocuk bahçesi ya da spor alanı olarak tanımlanabilecek toplam 4 adet park olduğu tespit edilmiştir. Polat (2001) değerlendirmeye alınmayan 8 da altındaki 89 adet park ise standart altı yeşil alanlar olarak tanımlanmış ve değerlendirilmiştir.

3.2. Etkili hizmet alanına (Yarıçap) göre ulaşılabilirlik durumu

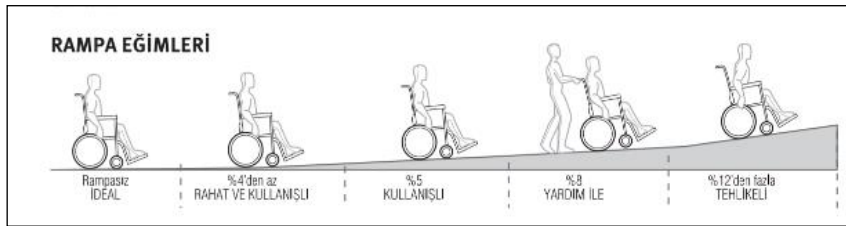
3.2.1. Alansal büyüklük ölçütüne göre tanımlı yeşil alanlar için ulaşılabilirlik durumu

Semt Parkı: Semt parkı olarak nitelendirilebilecek parkın toplam alanı 161 da'dır. Semt parkının etkili hizmet yarıçapının belirlenmesinde, Çizelge 1'de verilen maksimum ve minimum etkili hizmet yarıçapı değerlerinin ortalaması olan 1750 metre kullanılmıştır. Semt parkı için ulaşılabilirlik analizi parkın dış sınırından itibaren 1750 m öteleyerek yapılmıştır. Semt parkının ideal ulaşılabilirlik alanının 1294 ha olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu alanın 268 ha gibi önemli bir bölümü kentin mücavir alan sınırları dışında kalması nedeniyle semt parkının ulaşılabilirliğini azaltmıştır.

Mahalle Parkları: Bartın İli Mücavir Alanı'nda mahalle parkı olma statüsüne sahip 2 adet park bulunmaktadır. Mahalle parklarının etkili hizmet yarıçapları, Çizelge 1'de verilen etkili hizmet alanı yarıçapı değerlerinin ortalaması alınarak 1000 metre belirlenmiştir. Mahalle parkların alansal büyüklükleri 110 ve 26 da'dır. Parkların ulaşılabilirlik alanları ise sırasıyla 465 ha ve 401 ha'dır. Yapılan ulaşılabilirlik analizinde, mahalle parklarının etkili hizmet alanlarının bir birleriyle çakıştığı, 1 parkın etkili hizmet alanının semt parkında olduğu gibi kentin mücavir alan sınırlarına taşıdığı belirlenmiştir. Toplamda 866 ha'lık ideal ulaşılabilirlik alanına sahip olan mahalle parklarında, ulaşılabilirlik alanlarının bir biri ile çakışması nedeniyle, 41 ha bir alandan her iki parka kolaylıkla ulaşılabilir. Ancak mahalle parklarının kent genelinde yetersizliği dikkate alındığında, parkların ulaşılabilirlik alanının birbiriyle çakışması, kentin diğer bölgelerinin ulaşılabilirliğinin 41 ha azalmasına neden olmuştur. Mahalle parklarından birinin etkili hizmet alanının kentin mücavir alan sınırlarına taşması da, ulaşılabilirliğin 62 ha daha azalmasına neden olmuştur. Toplamda 103 ha bir ulaşılabilirlik alanı, ulaşılabilirlik alanlarını çakışması ve imar sınırını taşması nedeniyle azalmıştır.

Çizelge 1. Alansal büyüklük ölçütlerine göre parkların standartları (Polat, 2001)

Parklar	Etkili Hizmet Alanı (Yarıçap)	Kullanıcıların Yaş Grubu (Yaş)	Kişi Başına Büyüklük (Alan/1000Kişi)	Hizmet Ettiği Nüfus (Kişi)	İdeal Büyüklük (da)
Çocuk Bahçeleri	200-600 m	0-3,4-7,8-15	4		8-16
Spor Alanları	2 km	7 ve yukarısı	4	Bütün Kent	40-60
Mahalle Parkları	500-1.500 m	Bütün Yaşlar	8-12	3500-5000	20-40
Semt Parkları	1.000-2.500 m	Bütün Yaşlar	10-20	15.000-30.000	160-400
Kent Parkları	1-10 km	Bütün Yaşlar	80	Bütün Kent	40-800
Bölge Parkları	25-100 km	Bütün Yaşlar	750-3.000		2.000-4.000
Milli Parklar	Bütün Ülke	Bütün Yaşlar	Değişken	Bütün Ülke	Değişken



Şekil 3. Rampa eğimleri (Belir, 2009).

Çocuk Bahçesi: Bartın kenti parkları alansal büyüklüğe göre değerlendirildiğinde, çocuk bahçesi olarak kullanılabilir 1 adet alan belirlenmiştir. Bu alanın büyüklüğü 11 da'dır. Çocuk bahçesinin etkili hizmet yarıçapı için 600 metre kullanılmıştır. Çocuk bahçesinin ulaşılabilirlik alanının 142 ha olduğu görülmüştür. Bartın ili semt parkı, mahalle parkı ve çocuk bahçesi ulaşılabilirlik haritası Şekil 4'te verilmiştir.

3.2.2 Alansal büyüklük ölçütüne göre standart altı yeşil alanlar için ulaşılabilirlik durumu

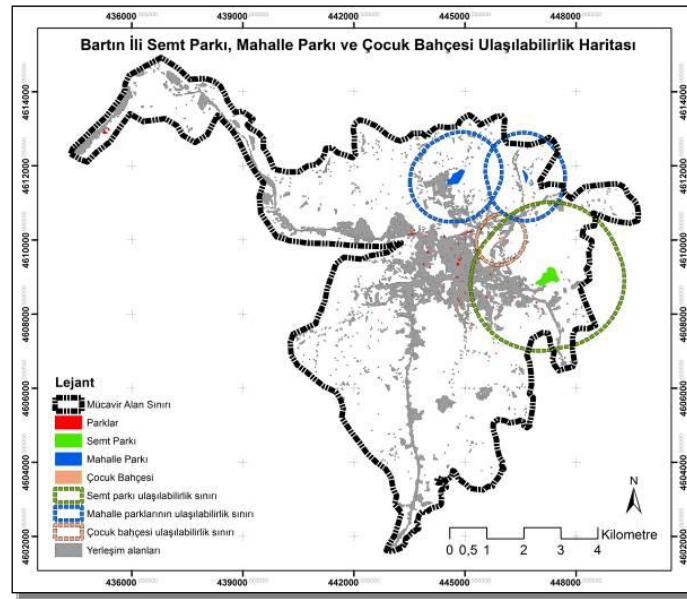
Kentin, 8 dekardan küçük olan toplam 89 parkı standart altı parklar olarak tanımlanmıştır. Bu parklardan büyüklüğü 8 da ile 1 da arasında olan 12 adet park için ise 200 m etkili hizmet yarıçapı kullanılarak ulaşılabilirlik analizi yapılmıştır (Şekil 5). Analiz sonucunda parklara toplamda 213 hektarlık

alandan ideal koşullarda ulaşılabilirliğin mümkün olduğu saptanmıştır. Ancak parkların konumlarının ulaşılabilirlik durumları düşünülmeden oluşturulması nedeniyle parkların ulaşılabilirlik alanları çakışmaktadır. Bu da parkların ulaşılabilirlik alanının 213 hektardan 180 ha düşmesine neden olmuştur.

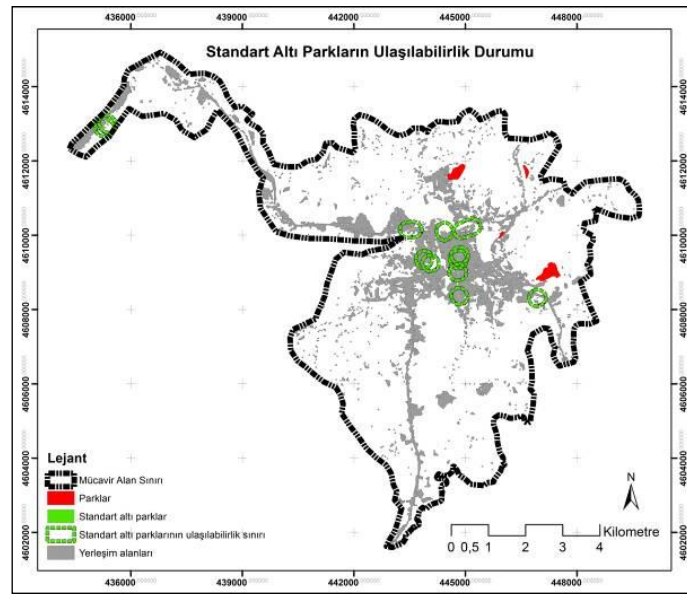
3.3. Etkili hizmet alanı içinde eğim durumu analizi

3.3.1. Alansal büyüklük ölçütüne göre tanımlı yeşil alanların eğim gruplarına göre değerlendirilmesi

Ulaşılabilirlik sınırı içerisindeki eğim grupları (%0-4, %4-5, %5-8, %8-12 ve %12<) olmak üzere beş sınıfta değerlendirilmiştir. Bu sınıfların alansal büyüklükleri sırasıyla 879, 97, 200, 286 ve 754 ha'dır.



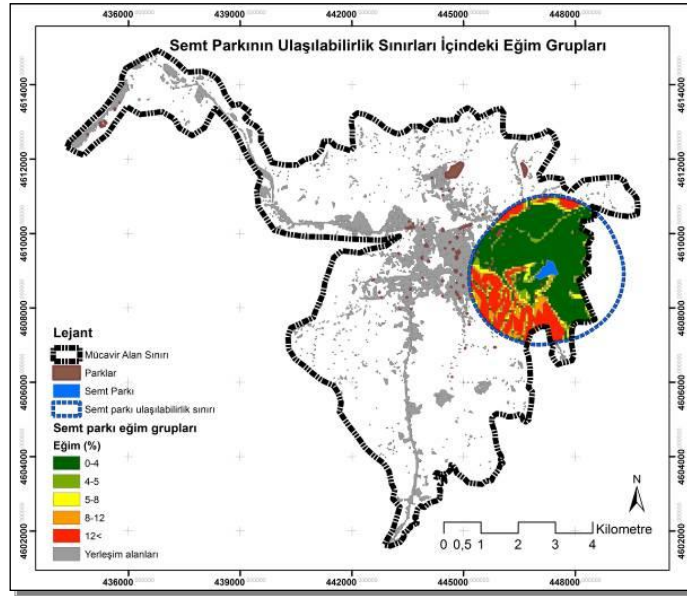
Şekil 4. Bartın ili semt parkı, mahalle parkı ve çocuk bahçesi ulaşılabilirlik haritası



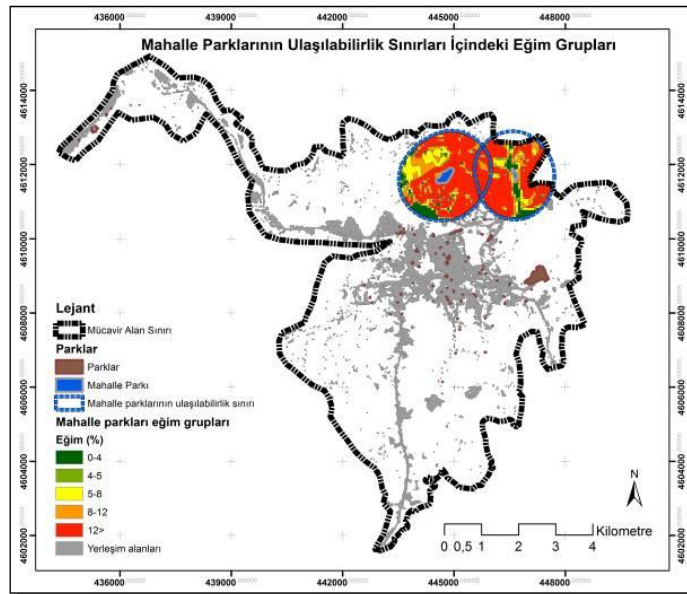
Şekil 5. Bartın ili standart altı parkların ulaşılabilirlik haritası

Semt Parkı: Semt parkının ulaşılabilirlik sınırları içerisindeki eğim grupları incelendiğinde, %0-4 eğim sahip alanlar 581 ha, %4-5 arasındaki eğim alanlar 62 ha, %5-8 arasındaki eğim alanlar 85 ha, %8-12 arasındaki eğim alanlar 86 ha ve %12'nin üzerindeki eğim değerine sahip alanların 212 ha olduğu saptanmıştır (Şekil 6). Semt parkının ulaşılabilirlik sınırının içindeki mevcut topoğrafyanın eğim gruplarına bakıldığında, ideal ulaşılabilirlik alanının önemli bir bölümünün eğiminin, özellikle engelli bireylerin, bu alanlara ulaşımını engelleyecek değerde olduğu görülmektedir. Semt parkının alanın 268 ha gibi önemli bir bölümü kentin mücavir alan sınırları dışında kalması nedeniyle semt parkının bu bölümü için eğim grupları hesaplanmamıştır.

Mahalle Parkları: Mahalle parklarının ulaşılabilirlik sınırları içerisindeki eğim grupları incelendiğinde, %0-4 eğim sahip alanlar 63 ha, %4-5 arasındaki eğim alanlar 16 ha, %5-8 arasındaki eğim alanlar 91 ha, %8-12 arasındaki eğim alanlar 120 ha ve %12'nin üzerindeki eğim değerine sahip alanların 473 ha olduğu saptanmıştır (Şekil 7). Mahalle parklarının ideal ulaşılabilirlik alanının %80 gibi önemli bir bölümü eğim bakımından ulaşılabilir değildir. Mahalle parklarının ulaşılabilirlik sınırı içindeki yüksek eğim değerlerinin parkların yakın çevresinde yoğunlaşması, düşük eğim değerlerinin ise ulaşılabilirlik sınırının en uç noktalarında yoğunlaşması nedeniyle ulaşılabilirlik sınırı içindeki eğimlerini dağılımı nedeniyle %20'lik kısmı da ulaşılabilir değildir.



Şekil 6. Semt parkının ulaşılabilirlik sınırları içindeki eğim grupları



Şekil 7. Mahalle parklarının ulaşılabilirlik sınırları içindeki eğim grupları

Çocuk Bahçesi: Ulaşılabilirlik sınırları içerisindeki eğim grupları incelendiğinde, %4 eğime kadar olan alanlar 103 ha, %4-5 arasındaki eğimli alanlar 6 ha, %5-8 arasındaki eğimli alanlar 5 ha, %8-12 arasındaki eğimli alanlar 7 ha ve %12'nin üzerindeki eğim değerine sahip alanların ise 21 ha olduğu saptanmıştır (Şekil 8).

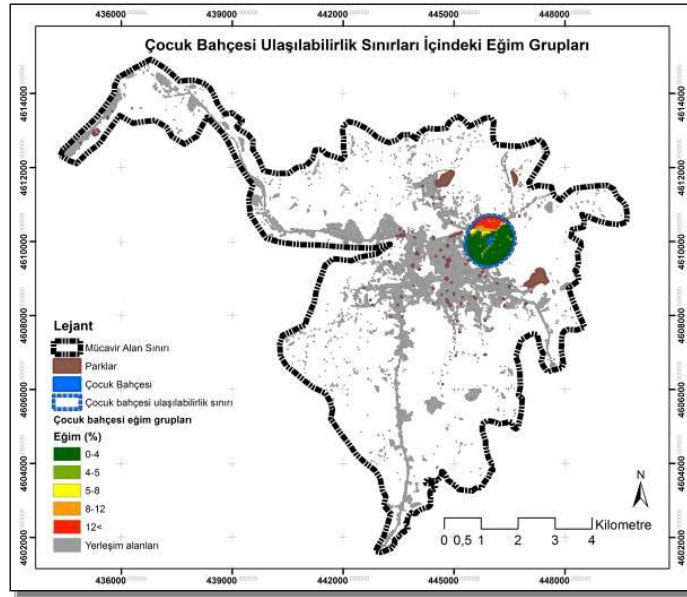
3.3.2 Alanın büyüklük ölçütüne göre standart altı yeşil alanların ulaşılabilirliğinin eğim gruplarına göre değerlendirilmesi

Standart altı parkların ulaşılabilirlik sınırları içindeki eğim grupları değerlendirildiğinde; %4 eğime sahip alanların 132 ha, %4-5 arasında eğime sahip alanların 13 ha, %5-8 arasında eğime sahip alanların 19 ha, %8-12 arasında eğime sahip alanların 10 ha, %12'nin üzerindeki eğim değerine sahip alanların 39 ha olduğu görülmüştür (Şekil 9).

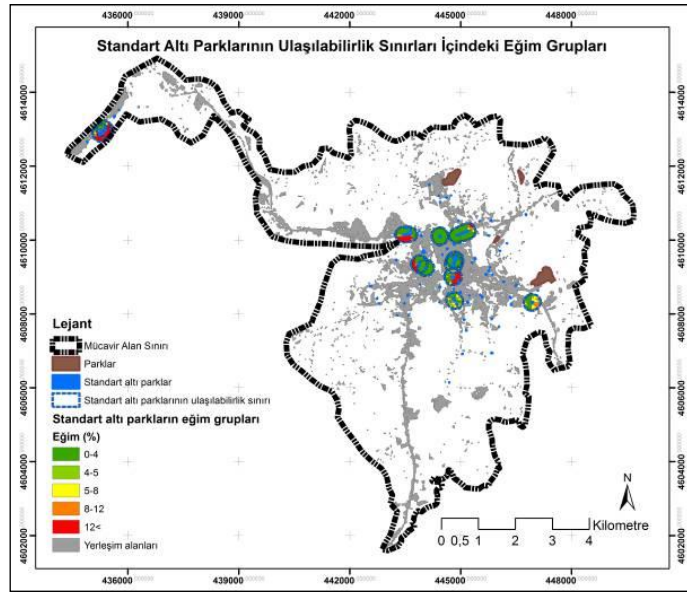
Standart altı parklar, eğim gruplarının ulaşılabilirliğe etkisi bakımından diğer park sınıflarından daha avantajlıdır.

4. Sonuç ve öneriler

Bartın İli Mücavir Alanı sınırları içerisindeki parklar için yapılan çalışmada; 93 adet park arasında 1 adet semt parkı, 2 adet mahalle parkı ve 1 adet çocuk bahçesi olabilecek 3 farklı park büyüklüğü tanımlanmıştır. 8 da'mın altındaki 89 adet park ise standart altı parklar olarak tanımlanmıştır. Bu parkların ulaşılabilirlik alanları (etkili hizmet alanları) sırasıyla 1026 ha, 763 ha, 142 ha ve 180 ha'dır. Bartın İli Mücavir Alanı genelindeki bütün parkların ulaşılabilirlik durumları birlikte değerlendirildiğinde; ideal ulaşılabilirlik mesafeleri içinde, araştırma alanının %69'undan parklara ulaşamadığı belirlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 8. Çocuk bahçesi ulaşılabilirlik sınırları içindeki eğim grupları



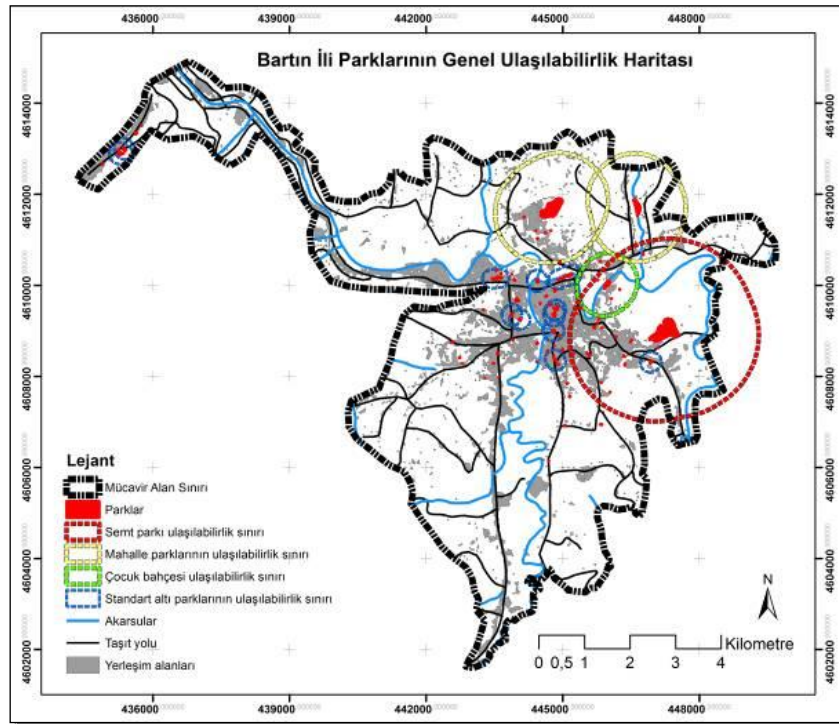
Şekil 9. Standart altı parklarının ulaşılabilirlik sınırları içindeki eğim grupları

Diğer yandan parkların ulaşılabilirlik sınırlarının birbiri ile çakışması nedeniyle parklara ulaşılabilme alanları daralmıştır. Parkların ulaşılabilme alanlarının birleri ile çakışması normal koşullar altında olumlu bir özellik iken, ildeki parkların dağılımı ve ulaşılabilirlikleri birlikte değerlendirildiğinde rekreasyonel hizmet alanının azaldığı görülmektedir. İlin bazı noktalarından hiçbir parka ulaşım mümkün değilken bazı noktalarından birden fazla parka ulaşılabilmesi kentin yeşil alan sisteminin plansızlığını ve ihtiyaçları karşılamadığını göstermektedir.

Araştırma alanındaki parklar ulaşılabilirlik sınırları içindeki eğim gruplarına göre değerlendirildiğinde; %0-4, %4-5, %5-8 eğim grupları arasında parklara ulaşım rahatlıkla sağlanabilmektedir. Parkların ulaşılabilirlik sınırları içerisinde ulaşımın rahat sağlandığı eğim grupları semt parkı için 688 ha, Mahalle parkları için 170 ha, çocuk bahçesi için 114 ha, standart altı parklar için 164 ha kaplamaktadır. Bartın İli Mücavir Alan sınırları içerisinde parkların ulaşılabilirlik sınırlarında eğim gruplarına göre ulaşımın rahat sağlandığı alanlar 1176 ha kaplamaktadır. Parkların ulaşılabilirlik sınırları içerisinde %8-12 ve %12< eğim grupları arasındaki alanlar ulaşımın olmadığı ya da ulaşımın zor olduğu alanlardır. Bu alanlar sırasıyla 298 ha (semt parkı), 593 ha (mahalle parkı), 28 ha (çocuk bahçesi) ve 49 ha (standart altı parklar) kaplamaktadır. Bartın İli Mücavir Alan sınırları içinde parkların ulaşılabilirlik sınırlarında eğim gruplarına göre ulaşımın zor olduğu ya da ulaşım mümkün olmayan alanlar 1031 ha kaplamaktadır.

Ulaşılabilirliği olan ve çekiciliğe sahip yeşil alanlar kentsel yaşam kalitesinin bir parçasıdır (Herzele ve Wiedemann, 2003). Ulaşılabilirliği kolay olan yeşil alanlar insanların fiziksel aktivitesini artırmaya yardımcı olabilir (Coombes vd., 2010). Bartın ili parklarına ilişkin yapılan çalışmada kullanıcılar birinci tercih olarak park alanlarının yakın olması (%38), büyüklüğü (%20) ve kolay ulaşılabilme (%18) kriterini seçmişlerdir (Bekçi ve Taşkan, 2013). Bu sonuçlar parklara ulaşılabilirliğin değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Bartın kenti yeşil alanları genel dağılımına bakıldığında yeşil alanların dağılımının sistem yaklaşımından uzak olduğu ve bir bütünlük içerisinde olmadığı görülmüştür. Mücavir alan sınırları içerisindeki yerleşim alanlarının %38'i (379,6 ha) parkların etkili hizmet alanı içine girmektedir. Yerleşim alanlarının %62'si (630,3 ha) parkların etkili hizmet alanlarının dışındadır. Bu alanlarda standart ölçülerde parkların tesis edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Kentin içerisinden geçen Bartın Çayı kent yeşil alan sistemin omurgasını oluşturacak bir yapıda iken yeşil alanların akarsu ekosistemini desteklemediği görülmektedir. Bartın İli Mücavir Alanı'nda yapılacak kentsel yeşil alan planlama ve tasarım çalışmalarında ulaşılabilirlik dikkate alınarak dengeli dağılım gösteren park sistemi oluşturulmalıdır.



Şekil 10. Bartın İli parklarının genel ulaşılabilirlik haritası

Kaynaklar

- Akten, M., Yılmaz, O., Gül, A., 2009. Alan kullanım planlamasında rekreasyonel alan kullanım ölçütlerinin belirlenmesi: Isparta Ovası örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2: 119-133.
- Bekçi, B., Taşkan, G., 2013. Açık yeşil alanlardaki kent donatılarının kişisel mekan uzaklığına etkisi: Bartın Kenti Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14 (22): 61-71.
- Belir, Ö., 2009. Mimari Erişilebilirlik Kılavuzu. Özürlüler Vakfı Yayını.
- Bilgili, B.C., 2013. Çankırı Kenti kamusal yeşil alanlarının yeterliliğinin ulaşılabilirlik yönünden değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (2): 21-25.
- Bilgili, B.C., Gökyer, E., 2013. Urban green space system planning. Landscape Planning. Published by InTech. DOI: 10.5772/45877. <http://www.intechopen.com/books/landscape-planning/urban-green-space-system-planning>
- Cooembes, E., Jones, P.A., Hillsdon, M., 2010. The relationship of physical activity and overweight to objectively measured green space accessibility and use. Social Science & Medicine, 70: 816-822.
- Gül, A., Örcü, K.M., Karaca, Ö., 2006. An approach for recreation suitability analysis to recreation planning in Golcuk Nature Park. Environmental Management, 37(5): 606-625.
- Herzele, V.A., Wiedemann, T., 2003. A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. Landscape and Urban Planning, 63: 109-126.
- Polat, A.T., 2001. Kent parkı kavramı ve Konya Kenti için bir kent parkı örneği. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 75 s., Konya.
- Ridder, D.K., Adamec, V., Banuelos, A., Bruse, M., Bürger, M., Damsgaard, O., Dufek, J., Hirsch, J., Lefebvre, F., Pe' rez-Lacorzan, M.J.D.W., Thierry, A., Weber, J., 2004. An integrated methodology to assess the benefits of urban green space. Science of The Total Environment. 334-335:489-497. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2004.04.054
- Solecki, D.W., Welch, M.C., 1995. Urban parks: Green spaces or green walls? Landscape and Urban Planning, 32: 93-106.
- TÜİK, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> [Erişim: 25.12.2013].

Water reflections on the social dimension of place: Different waterscapes and related activity patterns

Tuğba Düzenli^{a,*}, Sema Mumcu^a, Serap Yılmaz^a, Ali Özbilen^a

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

* İletişim yazarı/Corresponding author: tugbaduzenli@gmail.com, Geliş tarihi/Received:17.12.2013, Kabul tarihi/Accepted: 19.09.2014

Abstract: In this study, we determine the effects of different waterscapes on human psychology and how they influence the human activities in the surrounding environment. Based on this understanding, we underline some guiding principles to be used in designing more effective waterscapes, that better satisfy psychological necessities of people (such as social interaction, positive identity, spiritual prosperity) and better support the human activities taking place in the surrounding environment. Psychological effects of different waterscapes (such as energy boosting, exhilarating, tranquillizing, comforting) and their relationship with the activity context of the surrounding environment is investigated by means of visual questionnaires put together using video records. The resulting data from the questionnaires is analyzed to understand the roles played by still and active water components in characterizing the psychological effects of a waterscape and its influence on the surrounding activities. It is found out that different waterscapes have substantially different psychological effects on people and the effectiveness of a waterscape is highly dependent on the activity context of the surrounding environment. Capitalizing on these results, some important design principles that are deemed effective in designing waterscapes are presented.

Keywords: Waterscapes, Psychological needs, Waterscape-Activity relationship

Suyun mekanın sosyal boyutu üstüne yansımaları: Farklı su öğeleri ve ilişkili oldukları etkinlikler

Özet: Bu çalışmada farklı su öğelerinin insan psikolojisi üzerindeki etkileri ve buldukları mekanlardaki insan etkinliklerini nasıl etkiledikleri belirlenmiştir. Bu görüş doğrultusunda insanların psikolojik ihtiyaçlarını (sosyal etkileşim, olumlu kimlik, psikolojik refah gibi) daha iyi karşılayan ve o çevre içinde yer alan insan etkinliklerini daha iyi destekleyen, daha etkin su öğelerinin tasarımında kullanılabilecek bazı ilkelerin üzerinde durulmuştur. Farklı su öğelerinin psikolojik etkileri (enerji, hareket, coşku, sakinlik, rahatlama gibi) ve mekansal etkinliklerle ilişkileri kamera görüntülerinin kullanıldığı görsel anket çalışmasıyla saptanmıştır. Hareketli ve durgun su öğelerinin psikolojik etkileri ve çevrelerindeki etkinliklerin gerçekleşmesi üzerinde oynadıkları rolü anlamak için anketten elde edilen veriler analiz edilmiştir. Farklı su öğelerinin insanlar üzerinde farklı psikolojik etkileri olduğu ve su öğelerinin etkisinin içinde bulunduğu mekanın etkinliklerine büyük oranda bağlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak su elemanlarının tasarımında etkin olabilecek bazı önemli tasarım ilkeleri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Su öğeleri, Psikolojik ihtiyaçlar, Su-Etkinlik İlişkisi

1. Introduction

In open public spaces, water has great value for environmental designers, psychologists, sociologists, and people in general due to its aesthetic value, sensory encouragement, social function, and psychological benefits (Huang, 1998). Many studies have shown that water positively affects environmental preferences. (Ulrich and Simons, 1986; Schroeder, 1987). Nasar (1987) has shown in his studies that water increases visual satisfaction. It has also been pointed out by Sorvig (1991) that flow of water may not only make people feel good, but also calm them down, keep them away from boring thoughts, and entertain them.

Ward and Russell (1981) have put forward in their studies that spaces harbor psychological or sensory feelings within them. And psychologists have put forward that people need new surroundings and different motives from time to time. As a result, spaces featuring water elements can answer the psychological needs of people (such as relaxing, reducing stress, harmonizing with the nature,

socializing, and having fun) living in cities and feeling tired of the sometimes hectic rhythm of everyday work life (Huang, 1998).

In summary, open spaces featuring water elements are preferred by both designers and users. The existence of water in a landscape design is highly important because of its aesthetic contribution to the environment, its social value to the users, and its shortage in open spaces within cities. However, designing open spaces with water elements is a challenging task. A good design should meet aesthetic satisfaction and user needs simultaneously (Huang, 1998). But when existing waterscape designs are studied, it can be seen that water elements are used solely to create variety without taking into account the specific properties of the space in consideration, such as its formation or the activities it encompasses. The use of water elements to increase the preference of a space without paying special attention to its sensory dimensions as well as the type of activity taking place in its surrounding environment is a highly questionable design choice. There are some crucial questions to be answered before making a choice as to what

types of water elements are to be included in a design. For instance, are there suitable designs that mix together a plethora of water elements, such as various forms of still and flowing water, in a single open space? Or is there an ideal form of water which positively influences all different aspects of an open space, such as the activity context of the space and its sensory dimensions, making the use of a single uniform water element sufficient in a design. Does the acceptance of a water element in an open space depend upon the activities being performed in its surrounding environment? Although it is not hard to guess that this is the case, determining how the properties of an open space affect the choice and composition of the water elements to be used in a waterscape design constitutes a major challenge.

The feelings water associates within people's minds, and whether or not these associations are related to the activities being performed in the surrounding environment, are points often overlooked while designing waterscapes. For this reason, unusable and futile designs are usually occurring, which leads to both the consumption of public resources and the failure to satisfy human needs.

1.1. Previous research on preference of waterscapes

Many researchers studying in the field of environmental psychology, such as Nasar (1987), Ulrich and Simons (1986), Brown and Daniel (1991), Yang and Brown (1992), Herzog (1985), and Bachelard (1983), have studied people's preferences of water in natural and artificial environments. It has been strongly established in this line of research that people prefer spaces containing water (Yang and Brown, 1992), and there have been various studies (Herzog 1985, Ulrich and Simons 1986, Nasar 1987) aimed at understanding how people perceive the existence of water in a landscape, and how they are affected from various forms of water in an environment.

Existence of certain types of water elements in an environment plays an important role in defining whether a place is preferred for a given type of human activity or not. This is mainly due to different effects of these water elements on human perception and psychology. In order to create effective designs, it is necessary to understand the relationship between the existence of water elements in a space and the activity context of the space, as well as its physical features.

There are various studies made in this context. For instance, Huang (1998) has investigated people's preferences for waterscapes using psychophysical paradigms. In conclusion, it was supported that preferences of waterscapes in built environments are affected from physical features and psychological attributes of the scenery. In addition, Huang found that the most preferred waterscapes are the ones that encourage lively activities, whereas the least preferred waterscapes are the ones around which passive activities are performed. Since the aim of our study is to understand the relationship between the existence of various types of water elements in waterscapes and their effects on people's psychology as well as people's preferences of the space in relation to the activities occurring in the surrounding environment, it is important for us to research which qualities of water are preferred and why, how these preferences are made, and whether or not these preferences have any relationship to the activities

people perform, and if yes, what are the underlying principles governing these relationships. For example, can we say that still water is preferred in places of rest because it associates with peace and calmness?

Yang and Brown (1992) found that the existence of water in the landscape plays a powerful role in enhancing the preference regardless of cultural differences. Herzog (1985) has discovered that different forms of water existence have different effects on the preference of a landscape.

Kaplan (1984) has put forward that people take comfort from knowing that water is a resource in their reach, and water elements in their surrounding environment are reminders of this fact which brings further satisfaction. Campell and Moore (2002) have put forward that coherent and mysterious waterscapes are the most preferred. Purcell (1987) has also expressed that water has a curial role in environmental experiences. In an urban park study performed by Danielle (1992) has been observed that the existence of water elements had increased the preference. In the study of Kaltenborn and Bjorke (2002) on environmental preferences, water has come into view as the most attractive environmental element. In another study conducted by Herzog and Bosley (1992), large bodies of water received high preference with regard to tranquillity, but flowing waters were found out to be the most preferred type of water elements overall. Bachelard (1983) has expressed that water has many complex properties, that it is a softener, separator, and combiner, and that these properties attract people's interest.

In summary, when all these studies are examined, it comes to light that water is an important element in landscape design, existence of which considerably increases the environmental preferences of people. But the element of water should harmonize with the physical features of the space and the activities taking place in the surrounding environment. It should also meet the physical and psychological needs of people associated with their activities.

Although these studies researched the effects of water element usage in landscape design on the preference of designed spaces, none of them has completely determined the various psychological and sensory effects water creates on the users in different activity contexts. In particular, previous studies have not tackled the problem of determining which types of water elements are suitable for which activities. However, a successful waterscape design requires knowledge of user preferences with regard to water elements, as well as how these preferences relate with the features of a space and its activity context. In order to bridge this gap in knowledge and improve the state of the art in waterscape design, this study makes the following two important contributions:

- A careful and detailed characterization of the psychological effects of various water elements used in landscape design.
- A formulation of the suitability of different water elements in a waterscape design, based on the types of activities performed in the surrounding environment.

1.2. Classification of water elements

In this study we classify water elements into two broad categories, namely still and active water elements, and into several subcategories, so as to be able to use and reason about water correctly in landscape design. This classification is constructed in view of the previous work in this area (Sorvig, 1991, Şentürk, 1990).

Still (motionless) water elements are the ones that conform to the shape and structure of the place they are in due to the effect of gravitation, and are static in nature (Sorvig, 1991).

Active waters are important elements of design due to their acoustic and visual effects (Şentürk, 1990). Waters in motion help suppress the nerve-wracking sounds of crowded urban life, and thus create a more peaceful atmosphere. They attract people's attention to a certain point (Chanson, 1998, Litton, 1984).

1.3. Activities in open spaces

Designers' duty is to create suitable spaces for people to perform their activities. These spaces should provide physiological and psychological conditions required to perform these activities in a more comfortable fashion.

Open spaces are healing places for the soul and the body where people can keep away from absent-mindedness and stress. Being in an inner city open space also reflects the need for "getting away" and "escaping". According to Carr et al. (1992), the most important reason why open spaces attract people is that they reflect the nature.

According to Heath (1988), preference of open spaces increases due to many reasons besides aesthetics. A designed space should be supplemented with activities.

A study has shown that the majority of the users spent their time in open space parks watching and observing other people (Project for public spaces, Inc., 1979). Carr and Lynch (1981) have put forward that preference of open spaces depends upon whether individuals or groups of individuals can express themselves in that area and escape from their routine works and family problems.

Whyte (1980) argues that some stimulants in open spaces arouse an interest in people to talk to each other and establish relationships. Crowhurst and Lennard (1987) have put forward that objects such as fountains increase interaction in urban open spaces. Lively activities in open spaces (like games, sports, and social activities) improve the level of entertainment by increasing pleasure and joy, which is much needed in urban life. It is wondered what sorts of water elements are necessary for the design of open spaces where lively activities are performed, which must be known to be able to create livable spaces.

The passive activities are related to the sense of relaxation. These activities provide involvement in a situation without active participation. According to Whyte (1980), watching people is the most popular passive activity in open spaces found in city centers. Another popular passive activity is paying attention to the physical and esthetic features of the environment. People consider spaces featuring aesthetic design elements such as water, to be attractive (Huang, 1998). Lynch (1960) puts forward that people's interest in making discoveries in open spaces needs stimulants and water is one of the stimulants creating perceptive differences.

2. Method

This study is aimed at determining the types of water elements preferred by people and for what reasons; whether or not this preference bears any relationship to the activities people engage in open spaces; and if it does, what activity relationship it establishes. And the main method used in this study is visual questionnaire.

The visual questionnaire method we employ is practical, but comes at the cost of losing some level of expressiveness. In particular, the three dimensional sound and image of the waterscape and the atmospheric properties of the surrounding environment (such as temperature, humidity, and air quality), which form a major part of the experience that defines "being" in a place, are lost. However, we believe that the scalability of the visual questionnaire method to a large number of participants is a big advantage in deriving generalizations from our results, which far exceed the disadvantages.

According to Daniel and Ittelson (1981), spaces or parts of spaces presented to the participants using visual symbols must be faithful to their originals. Hetherington (1991) believes that symbols serve in place of the environment, but they are perceived differently, and for this reason the symbols should capture only the parts of the environment that are important for the objective of the study. Truthfulness of a visual expression depends on the degree to which it reflects the described environment. Even though photographs and slides are usually used as environmental symbols for perceptive assessments, they do not have situational variety containing dynamic environmental conditions such as motion, sound, etc. Brown and Daniel (1991) have found out systematic differences between static and dynamic expressions. They have expressed that static symbols such as slides and photographs cannot adequately show dynamic environmental features such as the flow of a river, etc., whereas dynamic symbols such as video clips can better illustrate the details of a water flow. Research by Hetherington, Daniel et al. Brown (1993) has made it clear that sound and motion affect the preference of a scenery. Therefore, in this study the samples were presented with video recordings that capture the properties used in "symbolic description" of the chosen water elements.

Whyte (1980) has put forward in a research he has conducted on inner city open spaces that these spaces are used most commonly under the sunny and partly sunny conditions (except the extremely hot summer days). In consideration of this result, camera records have been made on sunny days. Time lengths of the camera recordings must be short, so as not to make the subjects feel bored, but long enough to make a satisfactory assessment. For these reasons, in this study camera recordings were also made for three minutes each.

The visual questionnaire is performed as a form of investigation. The subjects have been shown each video clip for three minutes within the timeframe of the questionnaire were asked to list i) the words they associate with the water elements seen in the video, ii) the ideas that come to their minds while watching the video, and iii) the activities they consider to be good fit for the environment depicted in the video. Close-ended questions tend to limit expressiveness and oblige people to give guided answers. Some people may not be able to completely express their ideas in their answers, because the choices may not include all the

alternatives. It is also likely that some choices may have escaped the researcher's attention.

Study area

Eight areas containing different types of water elements have been determined in Trabzon province of Turkey in connection with this study. Fourteen different kinds of waterscapes have been chosen in these areas, enabling us to capture a rich variety of active and still water elements, such as rivers, waterfalls, fountains (active), seaside, lakes, and pools (still). Some areas incorporate multiple waterscapes, active and still. The fourteen waterscapes are presented in Figure 1 through Figure 14 and correspond to the video clips shown to the questionnaire takers. The eight areas and the fourteen waterscapes they encompass are:

- 1) Akçaabat Park, facing the scenery of the Black Sea, contains various waterscapes; a fountain (Figure 1), a seaside (Figure 5), and a pool with fountains (Figure 6).
- 2) Meydan Park, situated in an easily accessible place in the Trabzon city centre, contains a pool with a centrally located fountain (Figure 2).
- 3) Altındere National Park, one of the most important tourist attractions of the city, contains several natural waterfalls (Figure 3, Figure 10, Figure 11).
- 4) Suburb of Çömlekçi, a high traffic region of the city of Trabzon, contains a fountain in the centre of the main street (Figure 4).
- 5) Ganita Park, a popular park among the city youth, is facing Akçaabat seaside (Figure 7).
- 6) District of Sotka, contains an artificial waterfall situated in its vicinity (Figure 8).
- 7) Lake Sera, a popular recreational area, is a landslide lake (Figure 9).
- 8) Lake Uzungöl, a major tourist attraction and a popular recreational area, is located in a valley between high rising mountains (Figure 11), includes a natural waterfall (Figure 13), and a river (Figure 14).



Figure 1. A fountain in Akçaabat Park



Figure 2. A fountain in Meydan Park

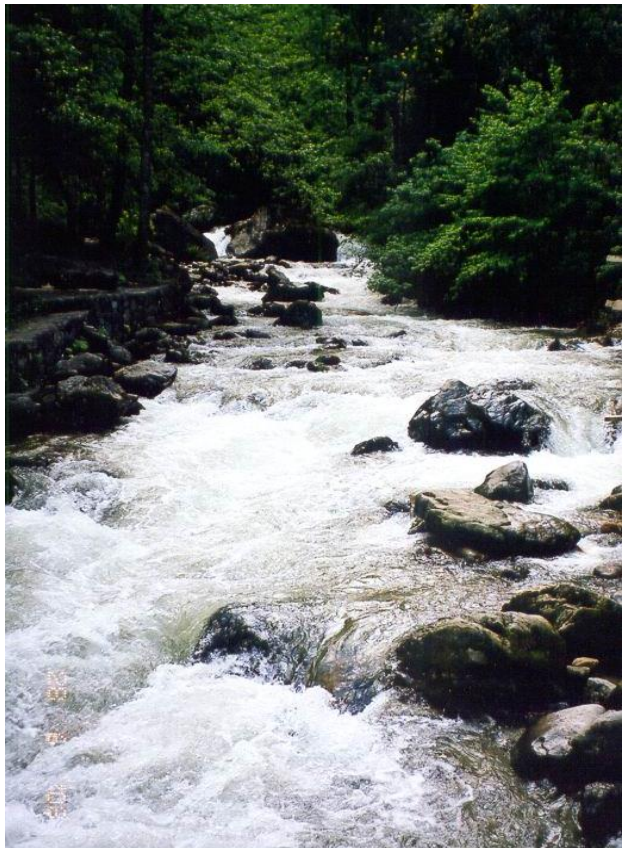


Figure 3. A natural waterfall in Altındere National Park



Figure 4. A fountain situated in the center of the state road in Çömlekçi



Figure 5. Seaside of Akçaabat



Figure 6. A pool with fountains in Park of Akçaabat



Figure 7. Seaside in Ganita Park

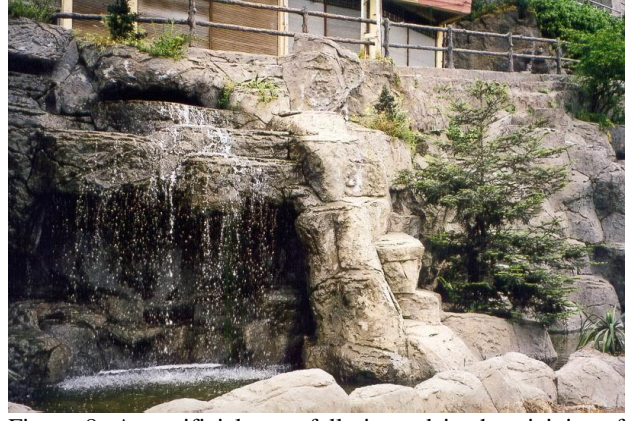


Figure 8. An artificial waterfall situated in the vicinity of Sotka



Figure 9. Lake Sera



Figure 10. A natural waterfall in Altundere National Park



Figure 11. A natural waterfall in Altundere National Park



Figure 12. Lake Uzungöl



Figure 13. A natural waterfall in Uzungöl



Figure 14. A river in Uzungöl

Choosing the samples

A sample set of 260 people is used in this study as a representative subset of the population. In the rest of this paper, we derive our results based on the analysis performed on the questionnaire input provided by this population and make appropriate generalizations. The demographics of the

selected population are given in (Table 1. Demographic structure of the participants of the study were not asked whether they have visited the places shown to them in the video recordings (Table 1. Demographic structure of the sample population).

3. Results

Determination and classification of attribute associations and activity preferences

Since our aim is to study the attributes associated with water elements and activities preferred within their surrounding environment, the user responses on attribute associations and activity preferences are first classified in Table 2 according to being active or passive to make it easier to reason in the context of still and active water elements.

Findings concerning the video clips

For each video clip, the attributes associated with the scenery and the activities preferred in the pictured environment are collected from the participants of the questionnaire and the occurrence percentages of attributes and activities are calculated. These results are listed in Table 3 and Table 4. The attributes or activities with an occurrence percentage of less than 10% are discarded and are not reported.

We make the following observations from the Table 3 and Table 4.

In the 1st video clip, “noisy” attribute and “playing sports” activity have the highest percentages among other attributes and activities, respectively in attribute associations and activity preferences sections. In the 2nd, 3rd and 10th video clips, “enthusiastic” attribute and “playing sports” activity have the highest percentages. In the 4th video clip, “noisy” attribute and “walking” activity have the highest percentages. In the 5th, 7th, 8th, 9th, and 12th video clips, “tranquil” attribute and “contemplation” activity have the highest percentages. In the 11th video clip, “enthusiasm” attribute and “walking” activity have the highest percentages. In the 13th video clip, “enthusiasm” attribute and “contemplation” activity have the highest percentages. And finally, in the 14th video clip, “tranquility” attribute and “walking” activity have the highest percentages.

Table 1. Demographic structure of the sample population

Demographic variables	Number	Percentage (%) (n = 100)
Gender		
female	148	52.8
male	132	47.1
Age (years)		
15-20	65	23.2
20-25	74	26.4
25-30	76	27.1
30-35	38	13.6
over 35	27	9.7
Education		
uneducated	-	-
primary school	2	0.7
secondary school	-	-
high school	117	41.8
university	161	57.5
Occupation		
student	117	41.8
worker	149	53.2
retired	1	0.4
self-employed	6	2.1
other	7	2.5

Table 2. Classification of the attributes and activities obtained from the user data

Attribute Associations		Activity Preferences	
Attributes About Action	Noisy	Lively Activities	Walking
	Energetic		Strolling
	Enthusiastic		Playing Games
	Dynamic		Playing Sports
	Free		Dancing
	Magnificent		Picnicking
	Powerful		Cycling
	Surprising		
Interesting			
Neutral Attributes	Happy	Passive Activities	Sitting
	Pleasant		Eating
	Disturbing		Talking
	Boring		Relaxing
Attributes About Stillness	Tranquil	Passive Activities	Reading
	Relaxed		Contemplation
	Spacious		Listening Music
	Cool		Amusing
	Monotone		Sleeping
	Quiet		
	Calm		

Table 3. Attributes associated with the scenery (%)

Attribute Associations	14 WATERSCAPE SCENES													
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th	10 th	11 th	12 th	13 th	14 th
Noisy	59	13	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energetic	57	10	61	22	-	48	-	-	-	62	52	-	49	-
Enthusiastic	51	48	69	-	-	58	-	-	-	75	62	-	54	-
Dynamic	14	28	16	51	-	32	-	-	-	49	26	-	12	-
Free	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnificent	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	42	-
Powerful	10	-	10	22	-	-	-	-	-	18	12	-	15	-
Surprising	-	-	12	-	-	-	-	-	-	32	53	-	-	-
Interesting	-	-	-	-	-	18	-	-	-	12	-	-	-	-
Happy	10	45	50	-	-	38	52	15	18	-	-	12	-	-

Table 4. Activities preferred in the pictured environment (%)

Activity Preferences	14 WATERSCAPE SCENES													
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th	10 th	11 th	12 th	13 th	14 th
Walking	-	22	20	61	43	17	-	-	-	30	51	59	-	46
Strolling	-	-	10	-	23	12	33	42	30	-	-	-	-	80
Playing Games	33	32	-	-	-	43	13	-	-	43	43	-	-	-
Playing Sports	41	42	62	-	-	26	-	-	-	58	50	-	40	-
Dancing	39	38	-	-	-	39	-	-	-	38	-	-	-	-
Picnicking	-	-	32	-	-	-	-	-	26	-	12	59	13	11
Cycling	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	22
Sitting	-	30	13	-	63	34	51	55	15	-	-	17	38	11
Eating	-	-	-	-	-	-	19	-	36	-	-	16	33	10
Talking	-	-	-	-	-	-	69	-	-	-	-	-	-	-
Relaxing	-	21	16	-	-	21	13	33	53	-	21	30	39	-
Reading	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	18	-	-
Contemplation	34	33	56	51	83	38	73	88	73	41	48	73	90	70
Listen to Music	-	-	-	-	16	-	13	-	-	-	-	15	-	-
Amusing	30	-	28	-	-	37	12	-	-	-	-	-	-	-
Sleeping	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-

However, in many of the video clips there are more than one attribute or activity with high percentages and thus are statistically significant. In order to determine the set of significant attribute associations for each video clip, we have grouped them into three clusters, namely “significant”, “of moderate importance”, and “insignificant” attribute associations. For video clips that have 5 or less number of attribute associations, we only used two groups, “significant” and “insignificant”. The same technique is applied to activity preferences. The clustering is performed using the k-means method (Han and Kamber, 2000), which

minimizes the total intra-cluster variance. The only exception we had in applying this method was determining the set of activity preferences for video clip 4, in which there are only two activities listed in Table 4. Activities preferred in the pictured environment (%).The set of “significant” attribute associations and activity preferences resulting from our analysis is given in Table 5.

Table 5. Significant attribute associations and activity preferences

Figure No.	Water elements within video clips	Classification of water elements	Attribute Association	Activity Preference
Figure 1	A fountain in Akçaabat Park	Active	Noisy, Energetic, Enthusiastic	Playing Sports, Dancing
Figure 2	A fountain in Meydan Park	Active	Enthusiastic, Happy	Playing Sports, Dancing
Figure 3	A natural waterfall in Altındere National Park	Active	Enthusiastic, Energetic, Happy	Playing Sports, Contemplation
Figure 4	A fountain in the center of the state road in Çömlekçi	Active	Noisy, Dynamic	Walking, Contemplation
Figure 5	Seaside of Akçaabat	Still	Tranquil, Spacious, Calm, Relaxed	Contemplation, Sitting
Figure 6	A pool with fountains in Akçaabat Park	Active	Enthusiastic, Magnificent, Energetic	Playing Games, Dancing, Contemplation, Amusing, Sitting
Figure 7	Seaside in Ganita Park	Still	Tranquil, Happy, Relaxed	Contemplation, Talking
Figure 8	An artificial waterfall situated in the vicinity of Sotka	Slight motion	Tranquil, Relaxed, Quite	Contemplation
Figure 9	Lake Sera	Still	Tranquille	Contemplation, Relaxing
Figure 10	A natural waterfall in Altındere National Park	Active	Enthusiastic, Energetic	Playing Sports
Figure 11	A natural waterfall in Altındere National Park	Active	Enthusiastic, Surprising, Energetic	Walking, Playing Sports, Contemplation, Playing Games
Figure 12	Lake Uzungöl	Still	Tranquil	Contemplation, Walking, Picnicking
Figure 13	A natural waterfall in Uzungöl	Active	Enthusiastic, Energetic, Spacious, Magnificent	Contemplation
Figure 14	A river in Uzungöl	Slight motion	Tranquil	Strolling, Contemplation

4. Discussion

Designed spaces should be able to meet human needs in order to be effective, both from comfort and functionality point of view. In order to avoid designs that are incapable of materializing spaces that can meet user demands and requirements, designers should not overlook people's psychological and physiological needs while designing spaces. Therefore, it is absolutely necessary and utmost important to learn how people are affected by their surrounding space, as well as to understand the role played by individual space components in a design's psychological and physiological impact on people.

The study presented in this paper is aimed to discover the fundamental waterscape design principles concerning the integration of i) the psychological effects created by different types of water elements on people and ii) the interplay of these effects with the activity context of the space, into the design process. We study the emotional associations people make with the existence of different types of moving and still water elements in open spaces, and the influence of these associations on the activities preferred by people in these spaces. In this conducted study, it has been discovered that different types of water elements cause people to make different emotional associations and more importantly through these associations different types of water elements have a differing effect on the preference of a space, which is based on the compatibility of the stimulated emotions with the activity context of the space in consideration.

It has been determined that the elements of still water associate with the emotion of peace, and that the elements of moving water associate with the emotions of enthusiasm, energy, excitement, etc. Moreover, it is found that the elements of still water are more compatible with passive activities and that the elements of moving water are more compatible with lively activities. In what follows, we list

our detailed results derived from the analysis of the percentages generated using the data obtained from the questionnaires.

The results show that,

- Different elements of water cause people to make different emotional associations;
- “Tranquil” attribute has the highest occurrence percentage in the video clips numbered 5, 7, 9 and 12, where scenes with still water elements are depicted; and in the video clips numbered 8 and 14, in which the water shows slight motion;
- Attributes often tied with high activity (“noisy”, “energetic”, “enthusiastic”, “dynamic”, “magnificent”, and “powerful”) got the highest percentages in the video clips numbered 1, 2, 3, 4, 6, 10, 11 and 13, where scenes with active water elements are depicted;
- Among the video clips depicting waterscapes in which the water is spouting downward from above, “noisy” attribute got the highest percentage in the video clips numbered 1 and 4, in which ponds with a single fountain are pictured; whereas the attribute “enthusiastic” got the highest percentage in the video clips numbered 2 and 6, in which ponds with multiple fountains are pictured;
- “Enthusiastic” attribute got the highest percentage in the video clips numbered 3, 10, 11 and 13, that are depicting waterscapes with flowing and falling water elements;
- According to the obtained percentages, different activities are preferred in the spaces containing different waterscapes;
- Passive activities of “watching”, “sitting”, “talking”, and “relaxing” got high percentages in the video clips numbered 5, 7, 9 and 12, which are depicting waterscapes with still water elements, as well as in the video clips numbered 8 and 14, in which the water is in a very slight motion;

- “Contemplation” activity got the highest percentage in the video clips numbered 5, 7, 9 and 12, that are depicting waterscapes with still water elements, as well as in the video clips numbered 8 and 14, in which the water is in a very slight motion;
- “Playing sports”, “walking”, “playing games”, and “dancing” activities got high percentages in the video clips numbered 1, 2, 3, 4, 6, 10 and 13, which are depicting waterscapes with moving water elements;
- In video clips containing ponds with a single fountain (which form a subset of the video clips depicting waterscapes in which water is running downward from above), “playing sports” activity got the highest percentage in the video clip numbered 1 and “walking” activity in the video clip numbered 4, whereas in video clips depicting waterscapes with multiple fountains, “playing games” activity got the highest percentage (in the video clip numbered 2 and 6);
- In video clips numbered 3, 10, 11 and 13, which contain elements of water moving downward from above, “playing sports” got the highest percentage with the exception of video clip numbered 13, in which “watching” activity got the highest percentage.

5. Conclusion

This study shows that different water elements in a waterscape design have different psychological effects on people and that the activities performed in a space is likely to change according to the type of water elements incorporated in the waterscape design. Therefore, waterscape designs that do not take into consideration people's preferences and psychological needs result in ineffective spaces that are not supportive of the user activities planned to be performed in the surrounding area. Losses in terms of time, labor, and money are inevitable consequences of such flawed designs.

In summary, psychological effects of water elements on people and the relation of these effects with the activity context of the surrounding environment predominantly define functional and emotional dimensions of the space, and is a major factor in determining people's acceptance of a designed space. Based on our understanding of the psychological effects of water elements on people and their relation with the activity context of the environment, which is derived from our detailed analysis of user input from open-ended visual questionnaires, we list a set of suggestions concerning the usage of water elements in waterscape design and activity planning in the surrounding environment:

- The design should meet people's needs in the best way possible. For this reason, it is necessary that the psychological effects of the space components as well as the user preferences should be known and be available to the designers. The psychological dimension of the space should not be overlooked during the design process.
- The parks which are not used or are underused (especially in Turkey and in the city of Trabzon) cause not only economic loss but also losses of labor and time. When errors and misjudgments are made in the design of economically expensive waterscapes, it often becomes very difficult to redesign or correct them. So as to be able to overcome this problem, it is necessary that

psychological effects of different water elements on people and their relationship with the activity context of the surrounding environment is known at the stage of planning. This will make it possible to create sound and beautiful designs that result in usable and livable spaces.

- This study provides important clues for designing waterscapes by studying the emotions people associate with different types of water elements and the activities people prefer in environments that incorporate different types of water elements. It is found that:
 - Spaces designed for passive activities should incorporate still water elements, in consideration of the tranquil nature of still water.
 - Spaces designed for lively activities should incorporate moving water elements, in consideration of the energetic, noisy, and powerful nature of moving water.
- Many of the waterscapes used in this study are not artificial designs, but are natural ones. Consequently, when activities are designed for these waterscapes, the suitability of the space for the activities in mind should be assessed. This assessment should be based on the compatibility of the emotions associated with the water elements that form the waterscape and the attributes of the planned activity.

References

- Bachelard, G., 1983, *Water and Dreams: An Essay on the Imagination of Matter*. Dallas, Texas: Dallas Institute Publications.
- Brown, T.C., Daniel, T.C., 1991, Landscape aesthetics of riparian environments: Relationships of flow quantity to scenic quality along a wild and scenic river. *Water Resource Research*, 27: 1787-1795.
- Campbell, M. H., Moore, D. E., 2002, An informational approach to the assessment of preference for urban waterscapes. Technical Report, New College of Florida.
- Carr, S., Francis, M., Rivlin, I. G., Stone, A. M., 1992, *Public space*. New York: Cambridge University Press.
- Carr, S., Lynch, K., 1981, *Open space: Freedom and control*. In: L. Taylor (Ed.), *Urban open spaces*. New York: Rizzoli International Publications.
- Chanson, H., 1998, *The formal water garden*. Technical Report, Department of Civil Engineering, University of Queensland, Australia.
- Crowhurst, S. H., Lennard H., 1987, *Livable cities, people and places: Social and design principle for the future of the city*. Southampton, NY: Gondolier Press.
- Daniel, T. C., Ittelson, W. H., 1981, Conditions for environmental perception research: Comment on “The psychological representation of molar physical environments” by Ward and Russell. *Journal of Environmental Psychology*, 110: 153-157.
- Danielle, M., 1992, *The meanings of water in urban parks: A comparison of adults and children*. Master Thesis, Department of Landscape Architecture, University of Washington, Washington, USA.
- Han, J., Kamber, M., 2000, *Data Mining: Concepts and Techniques*. San Diego, CA: Academic Press.
- Heath, T. F., 1988, Behaviour and perceptual aspects of the aesthetics of urban environments. In: Nasar, J. L. (Ed.),

- Environmental Aesthetics-Theory, Research, & Application. New York: Cambridge University Press.
- Herzog, T. R., 1985, A cognitive analysis of preference for waterscapes. *Journal of Environmental Psychology*, 5: 225-241.
- Herzog, T. R., Bosley P., J., 1992, Tranquility and preference as affective qualities of natural environments. *Journal of Environmental Psychology*, 12: 115-127.
- Hetherington, J., 1991., Representing the environment: Visual surrogates in environmental assessment. *Healthy Environments*, 22: 246-252.
- Hetherington, J., Daniel T. C., Brown, T. C., 1993, Is motion more important than it sounds? The medium of presentation in environment perception research. *Journal of Environmental Psychology*, 13 (4): 283-291.
- Huang, S-C. L., 1998, A study of people's perception of waterscapes in built environments. Ph.D. Thesis, Texas A&M University, Texas, USA.
- Kaltenborn, B. P., Bjerke, T., 2002, Associations between environmental value orientations and landscape preferences. *Landscape and Urban Planning*, 59 (1): 1-11.
- Kaplan, R., 1984, Impact of urban nature: A theoretical analysis. *Urban Ecology*, 8: 189-197.
- Litton, B. R. Jr., 1984, Visual fluctuations in river landscape quality. In: Popadic, J. S., Buterfield, D. I., Anderson, D. H., & Popadic, M. R. (Eds.), *Proceeding of the Symposium on National River Recreation*, Baton Rouge, Louisiana.
- Lynch, K., 1960, *The Image of the City*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Nasar, J. L., 1987, Physical correlates of perceived quality in lakeshore development. *Leisure Studies*, 7: 259- 279.
- Project for Public Spaces 1979, *Seattle Federal Building Plaza: Events and improvements study*. New York.
- Purcell, A. T., 1987, Landscape perception, preference and schema discrepancy. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 14: 67-92.
- Purcell, T., Thorne, R., 1976, Spaces for pedestrian use in the city of Sydney: A pilot study of city office and shop workers' attitudes and requirements for open space to be used in their lunch break. Technical Report, Architectural Psychology Research Unit, University of Sydney, Sydney, Australia.
- Schroeder, H. W., 1987, Dimensions of variation in urban park preference: A psychophysical analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 7: 123-141.
- Sorvig, K., (1991), Water design special effects. *Landscape Architecture*, 81 (12): 72-75.
- Şentürk, N., 1990, Su Bahçeleri Planlama ve Uygulama Teknikleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Peyzaj Mim. Böl., İzmir, Turkey (Language: Turkish, Translated title: Research on design techniques and building methods for water gardens).
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., 1986, Recovery from stress during exposure to everyday outdoor environments. In: Bornes R., Zimring, C., & Wineman, C. (Eds.), *The cost of not knowing*. Washington D.C: Environmental Design Research Association.
- Ward, L. M., Russel, J. A., 1981, Cognitive set and the perception of place. *Environment and Behavior*, 13 (5): 610-632.
- Whyte, W. H., 1980, *The social life of small urban spaces*. Washington D.C.: The Conservation Foundation.
- Yang, B., Brown, T. J., 1992, A cross-cultural comparison of preferences for landscape styles and landscape elements. *Environment and Behavior*, 24 (4): 471-507.

Development of an institutional model for emission trading system: An approach to the carbon market of Turkey

Çağlar Başsüllü^a, Ahmet Tolunay^{b,*}

^a General Directorate of Forestry, Foreign Relations, Training and Research Department, Ankara

^b Süleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Isparta

* İletişim yazarı/Corresponding author: ahmettolunay@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 26.08.2014, Kabul tarihi/Accepted: 27.10.2014

Abstract: Climate change negotiations focus on developing a new climate agreement with legal force under the Convention applicable to all Parties for the post-2020 climate regime. With this new agreement many developed Parties including Turkey would take quantified economy-wide emissions reduction targets. In that case, Turkey would benefit from flexibility and market mechanisms. Therefore, an emission trading system should be developed until 2020 in Turkey. This paper has been prepared for the purpose of describing and developing an institutional model for an emissions trading system in Turkey. The emissions trading system will consist of Designated National Authority/Designated Focal Point, Central Registry Agency, Istanbul Stock Exchange Turkish Carbon Market, Turkish Carbon Market and Istanbul Settlement and Custody Bank Inc.

Keywords: Climate change, Emissions trading, Carbon market, Institutional model, Turkey

Emisyon ticaret sistemi için kurumsal modelin geliştirilmesi: Türkiye karbon piyasası yaklaşımı

Özet: İklim değişikliği müzakereleri, 2020 sonrası iklim rejimi için bütün taraf ülkelere uygulanabilecek ve Sözleşme altında yasal bağlayıcılığı olacak yeni iklim anlaşmasının hazırlıkları üzerine odaklanmıştır. Bu yeni anlaşmayla, Türkiye dahil birçok gelişmiş ülke, ekonomi genelinde sayısallaştırılmış emisyon azaltım taahhüdü alabilecektir. Bu durumda, Türkiye, esneklik ve yeni piyasa mekanizmalarından yararlanabilir hale gelecektir. Bu nedenle, Türkiye’de 2020 yılına kadar bir emisyon ticaret sistemi kurulmalıdır. Bu çalışma, Türkiye’de bir emisyon ticaret sisteminin kurumsal modelinin tanımlanması ve kurulması amacıyla hazırlanmıştır. Türkiye Emisyon Ticaret Sisteminin, Yetkili Ulusal Mercii/Yetkili Odak Noktası, Merkezi Kayıt Kuruluşu, Borsa İstanbul Türkiye Karbon Piyasası ve İstanbul Takas ve Saklama Bankası A.Ş.’den oluşması öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: İklim değişikliği, Emisyon ticareti, Karbon piyasası, Kurumsal model, Türkiye

1. Introduction

Global warming, caused by increasing of human induced greenhouse gases emissions, is one of the major threats confronting the environment (Fan et al., 2007). The rising increase in the importance of climate change led to a series of international developments. In 1992, at United Nations Conference on Environment & Development in Rio, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), which was the first concrete cooperation on climate change, was signed (Daskalakis et al., 2009; Guðbrandsdóttir and Haraldsson, 2011). The Convention entered into force on March 21, 1994 and now there are 196 Parties to the Convention (UNFCCC, 2012a). Turkey joined the Convention on May 24, 2004.

The Kyoto Protocol was adopted on December 11, 1997 at the 3th Conference of Parties affiliated with UNFCCC. The Protocol, which entered into force on February 16, 2005 and to which currently 191 countries and the European Union, are Party, aims to the reduce the greenhouse gas emission rates, which essentially led to the climate change and could not be controlled with the Montreal Protocol (OG, 1990), below 5.2% relative to 1990 for the 1st commitment period (Im, 2007; Guðbrandsdóttir and Haraldsson, 2011;

Mnif and Davison, 2011; UNFCCC, 2012b; UNFCCC, 2012c). Turkey became Party to Protocol on August 26, 2009.

The “Flexibility Mechanisms” defined in the Protocol for the purpose of achieving the greenhouse gas reduction targets is regarded as the most important characteristic distinguishing it from the other international environmental conventions (MoEF, 2008). The flexibility mechanisms defined in the protocol are divided into three as follows; Joint Implementation (JI), Clean Development Mechanism (CDM), Emissions Trading (UNFCCC, 1998; Mnif and Davison, 2011; Ramírez and González, 2011).

There are different instruments for reducing emissions such as carbon tax and carbon markets (MacKenzie, 2009). Because of the variety of marginal monetary and political abatement costs across emitters (Lerner, 2010; Mnif and Davison, 2011) and other inefficiencies (Goers et al., 2010), carbon tax is suboptimal. Therefore as a cost-efficient instrument, carbon market, especially cap and trade mechanism, has been chosen in order to comply with emission reduction targets by many countries and emitters or organizations (Ermolieva et al., 2010; Mnif and Davison, 2011). Parties included on Annex B with the emission trading set out in Article 17 of the Protocol may participate

in emissions trading for the purpose of fulfilling their commitments stipulated in Article 3 (UNFCCC, 1998).

A country, company, an emitter or an individual that fails to fulfill its legal obligation may purchase carbon credits, carbon assets, emission allowances, permits or emission rights from a country, company or individual that has reduced its emission reduction goal at a rate higher than the expected level (Ermolieva et al., 2010; Ramírez and González, 2011). The “Carbon Market”, which is also called “Emissions Trading”, “Carbon Trade” or “Carbon Stock Exchange”, as a way of combating global climate change is gaining in popularity (Ermolieva et al., 2010) across the world and it is stated that countries make major amendments in their policies as well as ecological and economic implementations in order to enter this market and increase their share (Bayramoğlu and Toksoy, 2010).

In addition to that Certified Emission Reduction Units (CERs) issued for projects resulting from CDM projects and Emission Reduction Units (ERUs) issued for projects resulting from JI projects can also be traded in carbon markets. Also it is possible to offset emissions through Removal Units (RMs) obtained through carbon sink activities (Ramírez and González, 2011).

Besides for the regulatory or mandatory carbon market included into the scope of the Protocol, there is also voluntary carbon market established for the purpose of reducing or offsetting the greenhouse gases emissions of companies, individuals or organizations (Ramírez and González, 2011), development of the organization’s own social corporate responsibility and sustainability policy, competitive differentiation before their customers and an improvement in its access to financial resources (Pinkse and Kolk, 2007). Voluntary Emission Reductions (VERs), which are exchanged in the over-the-counter market and obtained from projects (Ramírez and González, 2011) conducted on topics such as forestry, energy efficiency, renewable energy, waste sector and biofuel that reduce the greenhouse gases emissions or increase sink areas are traded in the voluntary carbon market (Çikot, 2009a; Çikot, 2009b).

Turkey, as an Annex I Party under the Convention, has rapidly industrialized and developed since last two decades. As a consequence, Turkey’s greenhouse gases emissions has increased 124.2% relatively to 1990 inventory in 2011 (UNFCCC, 2013). As mentioned above, the concept of carbon market, which emerged as a result of climate change, is a cost effective way of reducing, limiting or offsetting greenhouse gases and will become operative at a global level. Thus, mandatory and voluntary carbon markets should be followed up by Turkey and a model fulfilling the special conditions in Turkey should be developed.

Lastly, climate change negotiations focus on developing a protocol, another legal instrument or an agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties for the post-2020 climate regime. With this new agreement many developed Parties including Turkey would take quantified economy-wide emissions reduction targets. In that case, Turkey would benefit from flexibility and market mechanisms. Therefore, an emission trading system should be developed until 2020 in Turkey. In this study, an institutional model proposal for the emissions trading system was described and developed.

In consequence to recent developments in Turkey in the context of climate change and carbon markets, the Carbon Markets Technical Working Group was established in 2010 within the body of the Coordination Committee on Climate Change and Air Management (CCCCAM) (OG, 2013a). With this working group it is aimed to identify the work required for enabling Turkey enter international carbon markets, establish the national carbon market and develop policies, strategies, plans and programs on emissions trading.

In order to achieve abovementioned goals, the “Notification on Registration Transactions of Projects Enabling the Reduction of Greenhouse Gas Emission” was brought into force first (OG, 2010; OG, 2011a). With this Notification it is aimed to register the projects developed for voluntary carbon markets and the reductions in the amount of greenhouse gas emissions achieved as a result of these projects and enhance the transparency of the market as well as the reliability of the certificates issued.

Upon the enforcement of the Notification on the Registration of Projects in the Voluntary Carbon Market, upon being published on the Official Gazette dated October 9, 2013, with No. 28790, the Notification on the Registration Transactions of Projects Enabling the Reduction of Greenhouse Gas Emissions, enforced upon being published on the Official Gazette dated August 7, 2010 with No. 27665, became abolished (OG, 2013b).

Consequently, the “Regulation on the Monitoring of Greenhouse Gas Emissions” became effective (OG, 2012a). With this Regulation, it is aimed to monitor, verify and report the greenhouse gas emissions emerging as a consequence of the activities indicated in Annex 1 of the said Regulation.

In addition to abovementioned developments, it is also aimed to harmonize with the new market mechanisms to be established in Turkey after 2012 with the “Partnership for Market Readiness” which was at a preparatory phase by the end of 2012. It is aimed to establish the monitoring, verification and reporting system and conduct capacity building and pilot studies within the scope of the project.

Furthermore, also the draft “Notification on Monitoring and Reporting of Greenhouse Gas Emissions”, comprising the procedures and principles relating to the monitoring and reporting of the data and emission amounts of the activities indicated in Annex 1 of the Regulation of Monitoring of Greenhouse Gas Emissions” was drawn up by the Head of Department on Climate Change and Weather Management of the General Directorate of Environmental Management.

In addition to that, it was aimed to conduct studies related with the establishment of a carbon market in Turkey by 2015 in the National Action Plan on Climate Change (NAPCC) (MoEU, 2011). Moreover, the establishment of the carbon market was mentioned among activities to be conducted in the Strategy and Action Plan of the Istanbul International Financial Center (SPO, 2009) and in the Energy Efficiency Strategy Paper (2012–2023) (MoENR, 2012).

2. Designation of an institutional model for emission trading system

Turkey does not have any Quantified Economy-Wide Emissions Reduction Targets (QEERTs) under Kyoto

Protocol until 2020. Therefore, Turkey is not a participant in flexibility mechanisms of Protocol. Turkey is a participant for voluntary carbon markets. In order to establish an emission trading system, country's institutions and legislation must be analyzed as well as other emission trading systems in the world.

Main objectives of this study and analysis focus on how to establish an emission trading system in Turkey? Therefore, Turkey's institutions related to carbon markets and climate change were analyzed and deficiencies for establishing an emission trading system were determined. Also 37 emission trading schemes/systems and carbon markets, especially European Union-Emissions Trading Scheme (ETS), New Zealand ETS, Chicago Climate Exchange, Chicago Climate Futures Exchange, Carbon TradeXchange, ICE Futures Europe and European Energy Exchange were analyzed in terms of institutional structure and transaction types. According to all analyses, institutional structure of ETS was described in Turkey.

3. The main outline of emission trading system for Turkey

In the climate change negotiations held in Doha in 2012 and in Bonn and Warsaw in 2013, Turkey recorded that it would fulfill its obligations in the new climate regime to be established for the period beyond 2020 and to comprise all countries, and that it would be involved in the new organization. From this respect, Turkey will commit to achieve quantified emissions limitation and reduction in the new system where all countries will make a commitment for the period 2020. In this case, Turkey will be able to benefit from the flexibility mechanisms, from which it cannot benefit due to her current status, and the new market and non-market mechanisms to be established.

Carbon credits obtained from projects enabling the reduction or limitation of greenhouse gases and increase of sink areas, can be sold or purchased in carbon markets pursuant to specific project preparation, implementation, and verification and certification phases. From this respect, it is necessary to make relevant arrangements in the legal legislation, align carbon credits with certain standards and enable their verification and approval by certain authorized agencies.

Additionally, the organizations causing greenhouse gases emissions should be subjected to certain legal and organizational arrangements for their emission reduction or limitation activities. Again, it is necessary for the markets where carbon credits will be traded to be established according to a certain legal legislation, technical and organizational structuring. Thus, it is important for Turkey to initiate the relevant work already now in order to avoid any technical, technological and financial losses in this field in the process beyond 2020.

The work of Arı (2010) is noted in particular in the assessment of the limited number of studies conducted in Turkey on carbon markets. Upon providing information on the emissions trading systems applied worldwide in his dissertation, Arı (2010) developed an emissions trading system model for Turkey, determined the greenhouse gases reduction potential related with the carbon markets in energy efficiency, renewable energy and solid waste sectors

and estimated the revenues to be obtained from carbon credits.

It was indicated that it is necessary conduct technical, political, organizational and legal arrangements for the purpose of preparing for the carbon market mechanism or to undergo these phases, and formulated some proposals relating to these phases (Aasrud et al., 2010).

Within the scope of researches related with the thesis, the works of Aasrud et al. (2010) and Arı (2010) were assessed and new emissions trading system model was designed in the light of the current legal status of Turkey in the international negotiations on climate change and the legal and organizational developments experienced in recent years within the scope of the fight against climate change.

3.1. Designated national authority/Designated focal point

Designated National Authority (DNA) is the organization that coordinates the work overseeing whether the project activities enabling the reduction or removal of greenhouse gases and increase of sink areas contribute in the achievement of development goals of a country and whether that country agrees to participate in project activities (Forner, 2005; MoEU, 2012). DNA is also responsible for investigating the current and potential opportunities in the carbon markets the activities related with the marketing of these opportunities to investors and global carbon funds as well as the follow up and monitoring of projects (MoEU, 2012).

The work related with climate change in Turkey is conducted by CCCCAM established in 2001 and chaired most recently by the Ministry of Environment and Urbanization as per the updates made in Circular 2013/11 of the Prime Ministry (OG, 2013a). From this respect, CCCCAM is the most authorized body in the activities to be conducted in relation with climate change, decisions to be adopted and the strategies and policies to be drawn up.

As CCCCAM is chaired by Ministry of Environment and Urbanization (MoEU) and MoEU holds the responsibility to "Formulate plans and policies on global climate change and the adoption of relevant measures about this change", as stipulated in clause 1 of Article 2 in Decree Law No. 644 on the Organization and Duties of the Ministry of Environment and Urbanization (OG, 2011b). In order to become a Designated National Authority/Designated Focal Point (DNA/DFP), it would be more appropriate to amend this duty of MoEU as "To formulate plans and policies on climate change and adoption of relevant measures about this change; conduct researches, legal, administrative and technical arrangements required for the establishment of a carbon market in Turkey in the capacity of the DNA/DFP".

Also, it would be more appropriate to amend clause m of Article 8 defining the duties of the General Directorate of Environmental Management of the said Decree Law as follows: "Achieve coordination with other agencies and organizations for the purpose of identifying the plans, policies and strategies on the adoption of measures about the global climate change and ozone layer depletion; to create the organizational structure required for the carbon market to be established in Turkey and make researches and legal, administrative and technical arrangements within the framework of the cooperation with Borsa Istanbul Inc. on

the establishment of the carbon market as well as the identification of its operation and principles”.

There are 11 working groups within the body of CCCCAM and the work related with carbon market is conducted by the “Technical Working Group on Carbon Markets” under the coordination of the Division for Monitoring and Emissions Trading of Greenhouse Gases in MoEU.

The duty of the DNA/DFP required to be established for achieving coordination in the work to be conducted at an international and national level on climate change and carbon markets. Pursuant to the conduct of abovementioned legislative and organizations structural amendments, the Head of Department of Climate Change will be appointed as the DNA/DFP. In order to ensure coordination, the referred information should also be reported to the Secretariat of UNFCCC.

The Head of Department of Climate Change will be responsible for keeping the national carbon registry records of projects, conducting monitoring and assessment work on projects, tracking greenhouse gas emissions, following up carbon credits to be obtained upon the implementation of projects, determining emission quotas, preparing emission allocation plans, formulating strategies and policies and conducting activities for training, media and promotion. Therefore, it would be beneficial to establish divisions such as those on Project Registry, Monitoring and Assessment, Greenhouse Gases Emissions Registry and Monitoring, National Allocation Planning and Distribution, Strategy and Policy Development, Training, Publications and Promotion. In addition to the organizational structure mentioned above, the Head of Department of Climate Change should cooperate with Borsa Istanbul Inc. (BIST), Turkish Statistical Institute (TUIK) and Ministries affiliated with energy, waste, transportation, Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF), agriculture, buildings and industry. Public agencies and organizations as well as the private sector, the Capital Markets Board (CMB), and the representatives of designated operational entities who are expert on topics such as carbon market and inventory, project preparation and climate change should participate at a technical and decision-making level in the DNA/DFP unit (Ari, 2010; MoEU, 2012).

As the energy sector constituted a major portion such as 71.53% of the greenhouse gases emissions inventory between the years 1990-2011 (UNFCCC, 2013), the energy sector should primarily be involved in this unit as the technical and decision-making expert.

Also the LULUCF sector, which constitutes the sink areas and has provided a positive contribution such as 11.01% to the greenhouse gas emission inventory between 1990 and 2011 (UNFCCC, 2013), should be included into the market as it may procure carbon credits to carbon markets. In his study, Khan (2010) indicated that the LULUCF sector should be included among prioritized sectors in Turkey.

In accordance with the Notification on Project Registry of the Voluntary Carbon Market, the Division for Project Registry, Monitoring and Assessment will be responsible for keeping an electronic record of all other information including the information on the project developer, field of activity of the project, project status, current status of the project, organizational information and organization

information relating to the project to be developed for the reduction of greenhouse gas reduction and increase of sink areas, in the “Project Registry System of the Greenhouse Gas Reduction Project” established in MoEU, and to pursue monitoring and assessment activities related with the projects. Bando (2010) has proposed the following various membership types for the registry system.

- Full members: who are entities that will report regularly each year their greenhouse gases emissions within the scope of the Regulation on Tracking of Greenhouse Gases Emissions and commit to reducing their greenhouse gases emissions in percentage compared to the average emissions measured in the reference year over a specified period of time (Bando, 2010),
- Voluntary members: who are industrial entities that are not encompassed by the Regulation on Tracking of Greenhouse Gas Emissions and the Notification on Monitoring and Reporting of Greenhouse Gases, but would like to perform greenhouse gases reduction activities,
- Affiliate members: who are entities, operations and organizations in the service sector which operate in an office environment (Bando, 2010),
- Participant members: who are project developers, retailers, offset providers, wholesalers and liquidity providers (Bando, 2010).

In order to achieve international validity, the verification of projects will be performed by designated operational entities (DOE) while emission reduction or offsetting certificates or carbon credits, will be prepared by the voluntary carbon standard entities. Information on verified projects and carbon certificates will be reported to the MoEU in accordance with the Notification on Verified Carbon Market Project Registry (OG, 2013b).

The Division for Project Registry, Monitoring and Assessment will be responsible for the issuance of the letter of approval (LoA) of the project which indicates that approval has been granted for the transfer of emission reductions so as to enable the certified carbon credits to be obtained as a result of the implementation of projects to be traded and the issuance of the certificate of authority to designated operational entities accredited by the Turkish Accreditation Agency (TURKAK).

Division for Greenhouse Gases Emissions Registry and Monitoring will be responsible for the recording of greenhouse gases in a measureable, reportable and verifiable manner. The national emission registration and monitoring activities related with the greenhouse gases inventory in Turkey are conducted under the coordination of TUIK. The greenhouse gases inventory is calculated and reported in a manner so as to comprise CO₂, CH₄, N₂O, HFC, SF₆, PFC, NO_x, CO, NMVOC and SO₂ gasses and on the basis of energy, industrial processes sectors, sectors affiliated with the use of solvents and other products, and agricultural, waste and LULUCF sector.

In addition, monitoring, verification and reporting of the greenhouse gas emissions caused by the industrial organizations in Turkey will be achieved with the provisions of the “Regulation on Tracking of Greenhouse Gas Emission” (OG, 2012a) and the “Notification on Monitoring

and Reporting of Greenhouse Gas Emission' which is currently in draft form.

It is necessary for relevant facilities to make preparations within the procedures and principles stipulated in the referred Regulation and Notification, calculate the greenhouse gas emissions in accordance with the greenhouse gas monitoring plans to be approved by MoEU and report their inventory data to MoEU. Within this scope, the first reporting year has been designated as 2016.

The verification of the greenhouse gas inventory reports will be conducted by the verifying entities accredited by TURKAK, granted a certificate of authority by MoEU and bearing the characteristics designated in the Regulation, within the framework of the operating and verifying entity. As of today, the greenhouse gases inventory data relating to all sectors are kept in TUIK's database. Within this scope, TUIK will send to MoEU its greenhouse gas inventory data and reports calculated on annually on a sectorial basis. Thus, the sectorial based inventory data, the inventory data calculated on a facility basis and the greenhouse gas emission reduction data achieved via projects will be merged under a single database.

The Division for Registry and Monitoring of Greenhouse Gas Emissions will be responsible for the submission and coordination of the greenhouse gases inventory data relating to facilities to the Division for National Allocation Planning and Distribution for the determination of annual quotas and allocations on facility basis and the submission and coordination of the data relating to the carbon credits, whose verification and certification phases have been completed.

The Division for National Allocation Planning and Distribution will be responsible for the preparation of the national allocation plans (NAPs) as implemented in many emission trading schemes like European Union Emission Trading Scheme (Mnif and Davison, 2011; Ramirez and González, 2011). Caps and upper limits will be set and emission allocations will be made in accordance with the national allocation plans to be prepared annually on a sectorial and/or facility basis in line with the identified quantified greenhouse gases reduction and emission limitation goals. The first reporting year or a specific reference year, such as the three-year greenhouse gas emission average, may be considered in the determination of the cap. The reference year emissions may be calculated as shown in Figure 1.

Whereas, the annual allocations are calculated by the multiplication of the quantified economy-wide emissions reduction targets of the emission level in the reference year and the commitment period and is expressed with the formula No.1.

$$AA = RYEL * QEERT * CP \quad (1)$$

Where; AA refers to Annual Allocation (tCO₂e), RYEL refers to Reference Year Emission Level (tCO₂e), QEERT refers to Quantified Economy-Wide Emissions Reduction Targets (%) and CP refers to Commitment Period (Year).

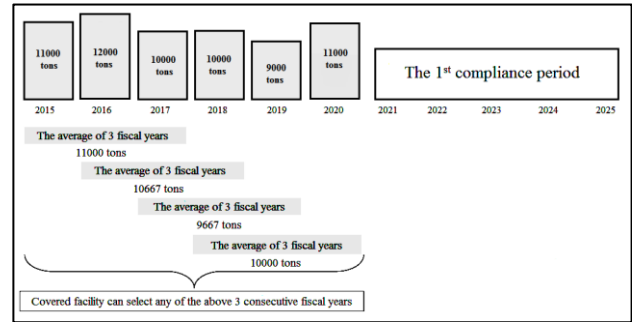


Figure 1. Determination of reference emission level (Anonymous, 2012)

In the first implementation period of the Turkish Carbon Market, it is important for the distribution to sectors and/or entities to be made free of charge according to NAPs in order to enable sectors and/or entities comply with the market. After the pilot implementation period of the Turkish Carbon market, the free allocation of certain parts of allowances to the sectors and/or entities according to the NAPs and the allocation of the rest of the allowances through auctions. The Division for National Allocation Planning and Distribution will also be responsible for the submission of carbon credits to the Central Registry Agency (CRA).

The Division for Strategy and Policy Development will conduct activities in Turkey on the legal arrangements to be made on climate change, policies and strategies to be formulated, preparation of plans and programs in Turkey, designation of the course of action of Turkey regarding international negotiations, development of Emission Reduction Purchase Agreements (ERPAs), designation of project approval phases, remedying of legal and administrative deficiencies related with carbon markets, conduct of market surveys.

Division for Strategy and Policy Development will also be responsible for determining the sanctions directed to administrative penalties and fines to be encountered by project developers, sector and/or entities in relation by with greenhouse gases emissions which occur when they do not prepare a report, cause excessive emission, do not participate in carbon markets in order to reduce their emissions or which arise due to deforestation.

The Division for Education will be responsible for organizing events such as national and international congresses, workshops, symposium on climate change, providing relevant trainings for the purpose of training specialized personnel on climate change topics, conducting activities for raising the level of consciousness and awareness of the society, providing trainings to the public and private sectors for enabling them develop projects for achieving greenhouse gas reduction, participating at trainings held abroad, preparing fact sheets on carbon markets and drawing up project preparation guidelines for sectors.

The Division for Publications and Promotion will be responsible for preparing educational printed materials such as leaflets, posters and books related with activities conducted on climate change and promoting the activities performed in Turkey and abroad. The assessment on the organizational structure and developmental phases of Turkish Carbon Market has been provided in Figure 2.

3.2. Central registry agency

Pursuant to the publication of a project’s letter of approval by DNA/DFP and approval of the transfer of certified emission reduction credits and assigned amount units, the certified emission reduction credits and assigned amount units should be registered to the stock exchange for purchase and sale transactions in the market and recorded as securities. Within this scope, the CMB determines which securities are to be registered and to be monitored for records (OG, 2012b; CRA, 2013).

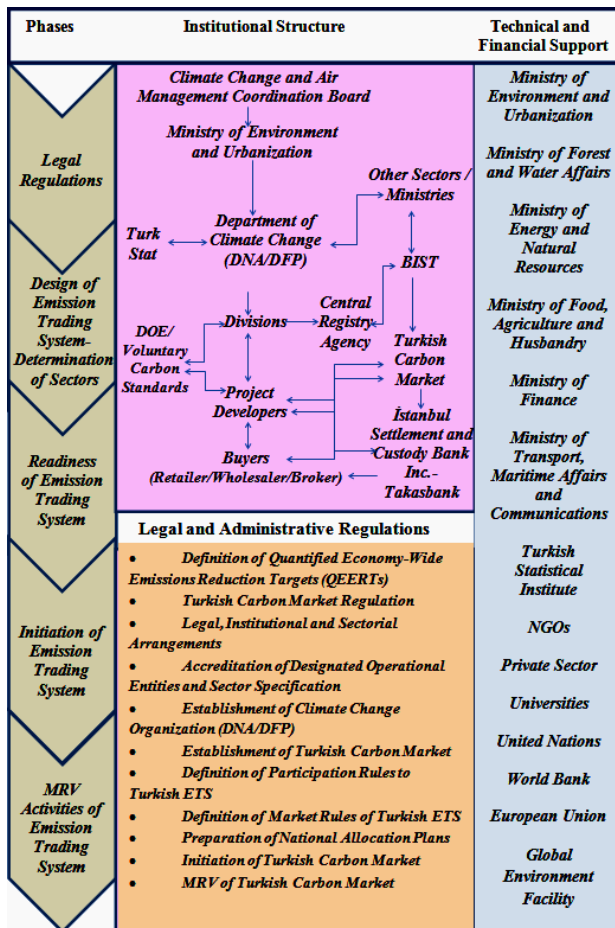


Figure 2. Institutional structure and development phases of carbon market in Turkey

As per Articles 13 and 81 of the Capital Market Law No. 6362 (OG, 2012b), the principles on the operation, duties, power, working and inspection of the Central Registry Agency (CRA) have been stipulated by the relevant Regulation (OG, 2001). CRA operates as the Central Depository Services for the purpose of monitoring electronically the capital market instruments as well as the of the rights relating to them on behalf of the members and right holders, pursuant to the registration of capital market instruments and the rights relating to them (CRA, 2013). The other duties of CRA have been indicated again in Article 81 of the Capital Market Law No. 6362 (OG, 2012b).

CRA will provide central custody services for the registration of national and international carbon credits (CER, ERU, RMU, etc.) and allocated units (AAU, EUA,

etc.). It will be possible for carbon credits and allocated units to be traded at the stock exchange pursuant to the completion of the registration transactions in the accounts to be opened by investors in their name within the framework of their membership at BIST and the Turkish Carbon Market as well as the Notification on the Procedures and Principles Keeping Records of Registered Capital Market Instruments (OG, 2002).

3.3. Turkish carbon market

As per Article 138 of the Capital Market Law No. 6362 (OG, 2012b), BIST has been established on December 30, 2012 in order to conduct activities related with stock exchange (BIST, 2013). BIST activities began with the direct registration and announcement of the prime contract prepared by CMB on April 3, 2013 and all stock exchanges in the capital markets of our country have been gathered under the umbrella of BIST (BIST, 2013).

As of today, there are 5 markets under the umbrella of BIST, namely the Equity Market, Emerging Companies Market, Debt Securities Market, Futures and Options Market and the Precious Metals and Diamond Market (BIST, 2013).

Considering its examples around the world, we may see that emission trading is performed within the framework of a new organizational stock exchange structure such as the established climate stock exchange. Carbon credits can be traded via cash, spot, futures, prepaid, swap and option contracts. Therefore, a market where transactions for each different type of contract may be conducted should be established.

The Turkish Carbon Market will be a stock exchange where not only carbon credits but also the other commodities that may be generated in relation with energy and climate may be traded in the future. The documents on the principles of membership application to Turkish Carbon Market will be prepared by BIST.

The trading of carbon credits will be achieved via ERPA's (Ramírez and González, 2011) to be drawn up between the buyer and the seller according to the payment methods in cash, spot, futures, prepaid, swap and options.

A batch number will be issued to each carbon credit to be traded on the market. Carbon credits to be traded will be recorded on transaction logs. It is necessary to keep the records of expired carbon credits separately so as to prevent double trading.

It will be possible to follow online the trading conducted in the carbon markets, new carbon credits issued on the market, transfer transactions, annulled transactions and transactions relating to retired carbon credits via the website of BIST Turkish Carbon Market created on the internet environment and the stock exchange screen.

Furthermore, the website of BIST Turkish Carbon Market will comprise various information's, such as history, details on membership, purchase and sale principles, transaction hours, traded products, transaction volume, contracts, projects, standards, registration systems, sector and/or entity based annual emission allocations, greenhouse gas emission reports and contact information.

Relevant arrangements should be made primarily in the Turkish Commercial Code and the Law on Obligations for

purchase and sale or trading of carbon credits (Ülgen and Güneş, 2013).

Additionally, private and legal persons or entities will obtain a certain amount of revenue at the end of carbon credit trading. Therefore, the revenue obtained should be subjected to taxation. In his study, Korkusuz (2010) assessed the concept of carbon rights, intangible rights and tax laws and made proposals on the taxation of the revenue to be obtained from the sale of carbon rights.

Within this scope, some arrangements need to be made in the relevant Stamp Tax Law, Income Tax Law, Value Added Tax Law and Corporate Tax Law with regard to the taxes to be charged on carbon credits (Korkusuz, 2010).

Again, in case foreclosure cases arising from non-payment of payments to be made due to the sale of carbon credits, arrangements should be made in Debt Enforcement and Bankruptcy Law as well as other relevant legislation.

As the first reporting year of the entities will be 2016 and the new international climate regime will begin in 2021, the 5-year period covering the years 2016-2020 will constitute the pilot period or the first phase of the Turkish Carbon Market to be established pursuant to legal regulations. During this period, upon a better perception of the operation of the system, fixed prices may be enforced, emission quotas may be distributed free of charge, it may be ensured that certain costs to be incurred during project preparation, implementation and monitoring are covered by the State or it may be guaranteed that the credits will be purchased by the State, for the purpose of enabling public and private sectors to be integrated more easily into the market.

In addition to the incentives mentioned above, Korkusuz (2010) proposes the exemption of the revenues to be obtained from carbon trade from income and corporate taxes, the exemption of the transactions to be made from value added tax and the exemption of the papers to be prepared from the stamp tax in order to reduce the cost of carbon credits and make the investments to be conducted in the field of environment more attractive.

It will be possible to perform updates and new arrangements in the emissions trading system affiliated with the developments in the international arena and the changes in the legal status of Turkey beyond 2020.

3.4. Istanbul settlement and Custody Bank Inc.

Transactions should be made with regard to the delivery and payment of the fees to arise in consequence to the purchase and sale transactions to be performed in the Turkish Carbon Market for certified emission reduction credits and allocated units to be registered by CRA.

The swap of the purchase and sale transactions of the securities arising from the purchase and sale transactions made in capital markets in Turkey is conducted by Istanbul Settlement and Custody Bank Inc. (Takasbank). Established as per the decision of the Council of Ministers dated January 26, 1995, with No. 95/6551 (OG, 1995) and the Regulation on the Central Settlement of Istanbul Settlement and Custody Bank Incorporation (OG, 2013c; Takasbank, 2013a).

The duties of Takasbank have been stipulated in the Prime Contract dated March 29, 2013 of Istanbul Settlement and Custody Bank Inc. According to the Prime Contract,

Takasbank is responsible for the provision of swap and custody services in accordance with the relevant legislation, render all of the financial services such as transfer, payment, central settlement services, central counter party services, custody and banking services for the purpose of enhancing the competitive power of the markets in Turkey and the realization of all types of economic activities, provided that these are in compliance with the provisions of the Banking Law, Capital Market Law and the other relevant legislations (Takasbank, 2013b).

Takasbank will also generate the international securities identification number of certified emission reduction credits and allocated units and the code of financial classification instruments and the legal entity identifiers relating to the parties will be allocated.

The conduct of the delivery of the securities to arise pursuant to the purchase and sale transactions of the certified emission reduction credits and allocated units in the Turkish Carbon Market and the exchange transactions relating to the payment of fees by Takasbank are regarded as suitable.

4. Conclusions

It is important to establish and operate an emissions trading system that will comprise especially the energy and forestry sectors and work in connection with the other emissions trading systems around the world in terms of achieving a more effective fight against climate change in Turkey, participating in the new market mechanisms the negotiations of which currently ongoing, controlling ever increasing greenhouse gas emissions, achieving quantified emissions limitation beyond 2020 upon provision of financial resources to projects developed within this scope and fulfilling reduction goals. From this respect, a model has been developed for an emissions trading system planned to be established in Turkey in the upcoming years.

It is necessary to complete the infrastructure required for the Turkish ETS to become operational and train the specialized personnel to work at this job. As a result of the work displayed within the scope of the transformation of Istanbul into a financial center, the markets have been convened under the umbrella of BIST. It will be appropriate for the Turkish Carbon Market, which will be established in an integrated manner with international stock exchanges, to be included under the umbrella of BIST.

It is envisaged for the Turkish Emissions Trading System developed as a result of the study to be composed of the Designated National Authority/Designated Focal Point, Central Registry Agency, Borsa Istanbul Turkish Carbon Market and Istanbul Settlement and Custody Bank Inc.

It is primarily necessary to make relevant arrangements in the legislation of agencies and establish an organizational structure for the establishment of abovementioned organizational structure. Some economic, social and environmental contributions are generated as a result of the launch of carbon markets and especially the implementation of forestry projects.

Economic contributions include achievement of low-cost greenhouse gas reductions, increase in financial flows and foreign exchange inflows provided to host countries where the project is implemented, creation of additional

employment opportunities for poor local community, generation of new business fields, increases experienced in forestry production, establishment of the organization infrastructure for carbon markets and technology transfer.

Social contributions include expansion of research and training opportunities in areas such as sustainable forest management, eco-tourism, carbon monitoring and certification, climate change and project management, generation of long-term benefits in areas such as wood and non-wood forest products and recreational services, achievement of a more efficient use of land, establishment of organization structures rendering service in the social field and development of public health.

Whereas environmental contributions include increase of biological diversity, achievement of regular use of water resources in forest areas, procurement of high quality water, decrease in natural disasters such as floods and inundations, enhancement of soil productivity, prevention of erosions, improvement of air quality and the visual beauty created by forests.

Due to the presence of economic, social and environmental contributions mentioned above, forestry sector should be included into the Turkish Emissions Trading System (Turkish Carbon Market) which is planned to be established. Transition from production forestry to carbon forestry will be achieved with the forestry sector to be included into the Turkish Carbon Market that will contribute to the reduction of deforestation and forest degradation, increase of forest areas and fight against climate change and thus forest areas will be protected more effectively.

Abbreviations

BIST	Istanbul Stock Exchange
CCCCAM	Committee on Climate Change and Air Management
CDM	Clean Development Mechanism
CERs	Certified Emission Reduction Units
CMB	Capital Markets Board
CRA	Central Registry Agency
DFP	Designated Focal Point
DNA	Designated National Authority
DOE	Designated Operational Entity
ERPAs	Emission Reduction Purchase Agreements
ERUs	Emission Reduction Units
ETS	Emissions Trading System
JI	Joint Implementation
LoA	Letter of Approval
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
MoEU	Ministry of Environment and Urbanization
NAPCC	National Action Plan on Climate Change
NAPs	National Allocation Plans
QEERTs	Quantified Economy-Wide Emissions Reduction Targets
RMUs	Removal Units
SDU	Süleyman Demirel University
Takasbank	Turkish Settlement and Custody Bank Inc.
TUBITAK	Scientific and Technological Research Council of Turkey
TUIK	Turkish Statistical Institute
TURKAK	Turkish Accreditation Agency

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change
VERs Voluntary Emission Reductions

Acknowledgments

This study is the summary of the PhD thesis prepared under the title, "The Economics of Carbon Sequestration and Carbon Market in Forestry" in Süleyman Demirel University (SDU) Graduate School of Natural and Applied Sciences and has been supported by SDU's Unit of Scientific Research Projects (Project No. 2953-D-11) and the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Domestic Postgraduate (M.Sc./PhD) Scholarship Program No. 2211. Thus, we would like to extend our gratitude to SDU's Unit of Scientific Research Projects and TUBITAK.

References

- Aasrud, A., Baron, R., Karousakis, K., 2010. Market Readiness: Building Blocks for Market Approaches. OECD/IEA, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT, 3, p.55. Available at: <http://www.oecd.org/env/cc/46563135.pdf>. Accessed: 10.11.2013.
- Anonymous, 2012. Tokyo Cap-and-Trade Program for Large Facilities. Bureau of the Environment, Tokyo Metropolitan Government, p.64. Available at: http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/climate/attachement/Tokyo_Cap-and-Trade_Program_detailed_version.pdf. Accessed: 11.09.2013.
- Ari, I., 2010. Emissions Trading in the Fight against Climate Change and its Implementation in Turkey. State Planning Organization Dissertations, Publication No: 2817, ISBN: 978-975-19-4873-1, p.206.
- Bando, A., 2010. National Carbon Registry: A Proposal for Turkey. Capacity Building for Climate Change Management in Turkey Project, UN House, Ankara, PowerPoint Presentation.
- Bayramoğlu, M.M., Toksoy, D., 2010. Carbon Accumulation in Forests and Economy. Forestry Engineering Journal, Year: 47, No: 10-11-12, pp.16-20, ISSN: 1301-3572.
- BIST, 2013. Borsa Istanbul (BIST) Website. Available at: <http://borsaistanbul.com/ana-sayfa>. Accessed: 20.06.2013.
- CRA, 2013. Central Registry Agency Website. Available at: <https://www.mkk.com.tr/wps/portal/MKK>. Accessed: 20.06.2013.
- Çikot, Ö., 2009a. American and Asian Pacific Carbon Stock Exchanges. Association of Capital Market Intermediary Institutions of Turkey, The Agenda in the Capital Market, No.84, ISSN 1304-8155, pp.8-19. Available at: http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/0/57ad7180-c5e7-49f5-b282-c6475cdb7ee7/AIM_Yayin_ve_Raporlar_Aylik_Yayinlar_2009_gundem_200908.pdf. Accessed: 02.01.2012.
- Çikot, Ö., 2009b. Carbon and Energy Stock Exchanges in Europe. Association of Capital Market Intermediary Institutions of Turkey, The Agenda in the Capital Market, No: 82, ISSN 1304-8155, pp.9-24. Available at: <http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/0/57ad7180-c5e7-49f5-b282->

- c6475cdb7ee7/AIM_Yayın_ve_Raporlar_Aylik_Yayınlar_2009_gundem_200906.pdf. Accessed: 02.01.2012.
- Daskalakis, G., Psychoyios, D., Markellos, R.N., 2009. Modeling CO₂ emission allowance prices and derivatives: Evidence from the European trading scheme. *Journal of Banking & Finance* 33: 1230–1241, doi:10.1016/j.jbankfin.2009.01.001.
- Ermolieva, T., Ermoliev, Y., Fischer, G., Jonas, M., Makowski, M., Wagner, F., 2010. Carbon emission trading and carbon taxes under uncertainties. *Climatic Change* (2010) 103:277–289, DOI 10.1007/s10584-010-9910-x.
- Fan, Y., Liang, Q-M., Wei, Y-M., Okada, N., 2007. A model for China's energy requirements and CO₂ emissions analysis. *Environmental Modelling & Software* 22: 378-393, doi:10.1016/j.envsoft.2005.12.007.
- Forner, G., 2005. A Short Note on the Social Side of the Modalities and Procedures for Afforestation and Reforestation Projects under the CDM. *Carbon Forestry: Who will Benefit? Proceedings of Workshop on Carbon Sequestration and Sustainable Livelihoods*, Editors: Daniel Murdiyarto and Hety Herawati, pp.17-25, ISBN 979-3361-73-5.
- Goers, R.S., Wagner, A.F., Wegmayr, J., 2010. New and old market-based instruments for climate change policy. *Environ Econ Pol Stud* 12:1–30.
- Guðbrandsdóttir, H.N., Haraldsson, H.Ó., 2011. Predicting the Price of EU ETS Carbon Credits. *Systems Engineering Procedia* 1: 481–489, doi:10.1016/j.sepro.2011.08.070.
- Im, Eun Ho, 2007. *The Economics of Carbon Sequestration in Western Oregon Forests*. Ph.D. Thesis, Oregon State University, p.151.
- Khan, A.M.A., 2010. Turkey's Carbon Market Strategy, Section II Organizational Arrangements. Project on the Enhancing of Capacities for Fighting against Climate Change, Ankara, p.17.
- Korkusuz, M., 2010. Turkish Taxation Laws and Taxation of Carbon Trade within the Scope of Legislative Provisions. Project on the Enhancing of Capacities for Fighting Against Climate Change, p.27. Available at: <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/karbon%20ticaretinin%20vergilendirilmesi.pdf>. Accessed: 22.07.2013.
- Lerner, P.B., 2010. Attempts at pricing the regulatory commodity: EU emission credits. *Environmental Economics*, Volume 1, Issue 1, pp.143-154.
- MacKenzie, D., 2009. Making Things the Same: Gases, Emission Rights and the Politics of Carbon Markets. *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, No. 3-4, 2009, pp. 440-455, doi:10.1016/j.aos.2008.02.004.
- Mnif, W., Davison, M., 2011. Carbon Emission Markets. D.D. Wu (ed.), *Quantitative Financial Risk Management, Computational Risk Management*, pp.95-108, DOI 10.1007/978-3-642-19339-2_11, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.
- MoEF, 2008. Flexibility Mechanisms of the Kyoto Protocol and Other International Emissions Trading Systems. Specialization Commission Report on the Ministry of Environment and Forestry, Ankara, dated 13/05/2008, with No. B.18.ÇYG.0.02.00.04-020/8366, p.43.
- MoENR, 2012. Energy Efficiency Strategy Paper 2012-2023. p.21, Available at: http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=904:enerj-vermll-stratej-belges-2012-2023&catid=5:tesab&Itemid=20. Accessed: 17.11.2012.
- MoEU, 2011. National Action Plan on Climate Change (2011–2023). ISBN: 978-605-393-096-9, p.176, Ankara, Available at: <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/IDEP/İDEPTR.pdf>. Accessed: 15.10.2011.
- MoEU, 2012. National Experience and Outlook to the Future in Carbon Markets. Ankara, p.106, ISBN: 978-605-393-088-4, Available at: [http://iklim.cob.gov.tr/iklim/New%20folder/KARBON%20piyasas%C4%B1,ki tap\[1\].pdf](http://iklim.cob.gov.tr/iklim/New%20folder/KARBON%20piyasas%C4%B1,ki tap[1].pdf). Accessed: 25.03.2012.
- OG, 1990. Official Gazette dated September 8, 1990, with No. 20629. (Decision No: 90/733, Decision was adopted by the Council of Ministers on 1/8/1990 pursuant to Article 3 of Law dated 31/5/1963, with No. 244, upon the letter dated 9/7/1990, with No. EIUK-196-3716 of the Ministry of Foreign Affairs for our participation in the “Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer” and the “Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer”, which were regarded suitable for approval via Laws dated 6/6/1990, No. 3655 and 3656.). Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/20629.pdf&main=http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/20629.pdf>. Accessed: 26.08.2012.
- OG, 1995. Official Gazette dated March 23, 1995, with No. 22236. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/22236.pdf&main=http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/22236.pdf>. Accessed: 24.06.2013.
- OG, 2001. Regulation on the Establishment, Operation, Working and Inspection Principles of the Central Registry Agency. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/06/20010621.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/06/20010621.htm>. Accessed: 20.06.2013.
- OG, 2002. Notification on the Procedures and Principles on Keeping the Records of Registered Capital Market Instruments. Official Gazette dated December 22, 2002, with No. 24971, Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2002/12/20021222.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2002/12/20021222.htm>. Accessed: 21.07.2013.
- OG, 2010. Notification on Registration Transactions Related to Projects Enabling Greenhouse Gas Emission Reduction. Official Gazette dated August 7, 2010, with No. 27665. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100807.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100807.htm>. Accessed: 10.11.2012.
- OG, 2011a. Notification Amending the Notification on Registration Transactions Related to Projects Enabling Greenhouse Gas Emission Reduction. Official Gazette dated October 22, 2011, with No. 28092. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/10/20111022.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/10/20111022.htm>. Accessed: 10.11.2012.

- OG, 2011b. Decree Law on the Organization and Duties of the Ministry of Environment and Urbanization. First Reiterated Official Gazette dated July 4, 2011, with No. 27984. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/07/20110704m1.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/07/20110704m1.htm>. Accessed: 21.07.2013.
- OG, 2012a. Regulation on Tracking of Greenhouse Gas Emissions. Official Gazette dated April 25, 2012, with No. 28274. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120425.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120425.htm>. Accessed: 10.11.2012.
- OG, 2012b. Capital Market Law. 2012b, Official Gazette dated December 30, 2012, with No. 28513. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121230-1.htm>. Accessed: 23.06.2013.
- OG, 2013a. Ministerial Circular No. 2013/11 on the Coordination Committee Climate on Change and Weather Management. Official Gazette dated October 7, 2013, with No. 28788. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131007.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131007.htm>. Accessed: 20.10.2013.
- OG, 2013b. Notification on Project Registry of the Voluntary Carbon Market. Official Gazette dated October 9, 2013, with No. 28790. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131009.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131009.htm>. Accessed: 11.10.2013.
- OG, 2013c. Istanbul Settlement and Custody Bank Inc., Regulation on Central Settlement. 2013c, Official Gazette dated July 18, 2013, with No. 28711. Available at: <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130718.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130718.htm>. Accessed: 21.07.2013.
- Pinkse, J., Kolk, A., 2007. Multinational Corporations and Emissions Trading: Strategic Responses to New Institutional Constraints. *European Management Journal*, Vol. 25, No. 6, pp.441-452, doi:10.1016/j.emj.2007.07.003.
- Ramírez, C.Z., González, J.M.G., 2011. Contribution of Finance to the Low Carbon Economy. *Scientific Research, Low Carbon Economy*, 2, 62-70, doi:10.4236/lce.2011.22010 Published Online June 2011 (<http://www.SciRP.org/journal/lce>).
- SPO, 2009. Strategy and Action Plan of Istanbul International Financial Center. p.45. Available at: http://ifm.ibb.gov.tr/Calismalar/Documents/Dokumanlar/DPT_IFM_Stratejisi_ve_Eylem_Plani.pdf. Accessed: 17.11.2012.
- Takasbank, 2013a. Takasbank Website. Available at: <http://www.takasbank.com.tr/tr/Sayfalar/AnaSayfa.aspx>. Accessed: 20.06.2013.
- Takasbank, 2013b. Istanbul Settlement and Custody Bank Inc. Prime Contract. p.13. Available at: <http://www.takasbank.com.tr/tr/Hukuki%20Cerceve/ana%20sozlesme.pdf>. Accessed: 24.06.2013.
- UNFCCC, 1998. Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change. p.20. Available at: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Accessed: 23.12.2011.
- UNFCCC, 2012a. First Steps to a Safer Future: Introducing the United Nations Framework Convention on Climate Change. Available at: http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php. Accessed: 02.01.2012.
- UNFCCC, 2012b. Making Those First Steps Count: An Introduction to the Kyoto Protocol. Available at: http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/6034.php. Accessed: 26.07.2012.
- UNFCCC, 2012c. Status of Ratification of the Kyoto Protocol. Available at: http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php. Accessed: 26.07.2012.
- UNFCCC, 2013. National Inventory Report (NIR) Part I and Part II. pp. 120+42pp, Available at: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php. Accessed: 20.06.2013.
- Ülgen, H., Güneş, Y., 2013. Afforestation Carbon (Draft). Nature Conservation Center, Ankara, p.132.

Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği

Seyit Sayın^a, Coşkun Okan Güney^{b*}, Abdullah Sarı^b

^a Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Yangınla Mücadele Şube Müdürlüğü, Antalya

^b Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

* İletişim yazarı/Corresponding author: coskunokanguney@ogm.gov.tr, Geliş tarihi/Received:29.05.2014, Kabul tarihi/Accepted: 27.10.2014

Özet: Son yıllarda, küresel ısınmanın da etkisiyle, orman yangınlarının sayısında ve yanan alan miktarlarında önemli bir artış söz konusudur. Orman yangınları ile mücadelede tüm dünya devletleri insan gücü ve teknoloji gibi tüm imkânları kullanmaktadırlar. Ülkemizde orman yangınları ile mücadelede teknolojik imkânlarında artmasıyla insan gücü ve el aletleri dışında hava araçları, iş makineleri, arazözler vd. araçlar daha yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Orman yangınları ile mücadelede daha fazla araç gereç kullanılmasından dolayı da iş sağlığı ve güvenliği açısından karşılaşılabilecek tehlike ve risklerinde sayısında bir artış olmuştur. OGM orman yangınlarıyla mücadelede yoğun olarak iş gücü kullanmaktadır. Bu güne kadar iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konularda birtakım tedbirler ve uygulamalar olsa da konuya gerekli önem verilmemiştir. Çünkü yegâne hedef yangının söndürülmesidir. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun hazırlanması ile işverene ve çalışana büyük sorumluluklar getirilmiştir. Bu yasanın yürürlüğe girmesiyle orman yangınlarında iş tanımlarının yapılması, tehlikeler-risklerin belirlenmesi ve bunlara yönelik tedbirlerin ortaya konulması ortaya çıkmıştır. Orman yangınları ile mücadele sadece yangını söndürmek olarak düşünülmemeli, yangın öncesi, yangın anında ve yangın sonrası yapılması gerekenler olarak düşünülmeli ve ona göre risk analizleri yapılmalıdır. Bu çalışmada orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikeler, riskler ve alınması gereken önlemler belirlenmiş ve bu konuda OGM'ye uygulamaya dönük öneriler sunulmuştur. Tehlikeler ve riskler belirlenirken kalitatif yöntem kullanılarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır. Belirlenen tehlikeler ve risklere göre orman yangınları gibi bu zor ve tehlike işi daha güvenli yapmak için işveren, çalışanlar, devlet, sendikalar, sivil toplum kuruluşları ve kamuoyu üzerlerine düşen görevleri yerine getirmek zorundadır.

Anahtar kelimeler: Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği, İş güvenliği, İş sağlığı, Orman yangınları

Occupational health and safety in forest fires

Abstract: In recent years, with the effect of global warming, the number of forest fires and burnt areas has increased significantly. All nations use manpower and every kind of technology available to fight forest fires. In Turkey, due to increasing technological advancements we have increased the utilization of aircrafts, heavy equipment, fire trucks and other vehicles besides simply manpower and hand tools. Because of the increasing use of equipment there have been considerable increases in number of risks and hazards that could be encountered in terms of occupational health and safety. To combat forest fires the General Directorate of Forestry (GDF) uses mainly manpower. Until now, even if some actions and applications related to occupational health and safety took place, still sufficient thought were not given to this subject because the only objective is to extinguish the fire. Due to the preparation of the 6331st law in occupational health and safety, great responsibility has been given to the employer and employee. With this law coming into force, job descriptions, identifications of hazards and risks and the establishment of safeguards have to be determined. Combating forest fires should not be limited by only fire extinguishing operations, but it should include precautions prior to fire, necessary actions during fire, and post-fire activities. Then, fire risk analysis should be performed according to all these steps. In this work hazards, risks and precautions that have to be carried out during forest fires in terms of occupational health and safety issues were determined and some applicable suggestions were provided to GDF in this subject. When determining the hazard and risks qualitative methods have been implemented. Considering the identified hazards and risks, employers, employees, the government, unions, non-governmental organizations and the public have to fulfill their duties in order to perform this difficult and dangerous work safer.

Keywords: Occupational health and safety in forest fires, Occupational health, Occupational safety, forest fire

1. Giriş

Dünyada her yıl yaklaşık olarak 2 milyon hektar alan orman yangınları sonucu tahrip olmaktadır. Bu miktarın 550 bin hektarı Akdeniz çevresinde bulunan ülkelerde, Türkiye, Yunanistan, İtalya, İspanya, Portekiz, Fransa da bulunmaktadırlar (OGM, 2014). Ülkemizde her yıl ortalama 8500 hektar alan orman yangınları sonucu tahrip olmaktadır. (Anonim, 2014) Akdeniz çevresindeki ülkelerde orman varlığı ve yıllık orman yangınları ile kıyaslandığında, ülkemizin diğer ülkelere göre çok başarılı olduğu açık şekilde görülmektedir. Bu durum yangın söndürmede

kullanılan yöntemlerin yanında fiziksel ve zihinsel iş gücünü çok iyi kullandığımızın kanıtı olabilir. İş gücünü yoğun olarak kullanırken iş sağlığı ve güvenliği konuları kimi zaman yeterince dikkate alınmamıştır. Çünkü tek ve yegâne amaç yangını söndürmek ve yangında başarılı olmak düşüncesidir.

Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) orman yangınları ile ilgili olarak görevleri anayasasının 169 ve 170. Maddeleri, 3234 sayılı kanun, 6831 sayılı kanunun 68, 69 ve 76. Maddeleri ile 285 sayılı tebliğ ve 6831 sayılı kanun kapsamında çıkarılan orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde görevlilerin görecekleri işler hakkında

yönetmelikte açıklanmıştır. OGM orman yangınları ile mücadele hizmetlerinde, merkezde orman yangınları ile mücadele daire başkanlığı, taşrada orman bölge müdürlüklerinde yangınla mücadele şube müdürlükleri ve orman işletme müdürlükleri, bunlara bağlı orman işletme şeflikleri şeklinde yapılandırılmıştır.

2013 yılında 1/781 esas sayı numarası ile 6831 sayılı Orman kanununun 69. Maddesinde değişikliğe ilişkin kanun tasarısı meclise sunulmuştur. (TBMM, 2014a) Bu kanun tasarısı meclisten çıkar ve kanunlaşırsa orman yangınları yanında kırsal alan diye tabir edilen ziraat ve yerleşim yerleri civarlarında çıkan yangınlara da müdahale etmek bundan böyle orman teşkilatının görevleri arasında olacaktır. Zaten hâlihazır durumda OGM, itfaiye teşkilatının olmadığı ya da zayıf olduğu yerlerde fiili olarak bu görevi yerine getirmektedir.

OGM orman yangınları ile mücadelede 1985’li yıllara kadar fiziksel ve zihinsel olarak kara ekipleri (ilk müdahale ve hazır kuvvet ekipleri) tarafından yapılmakta ve söndürme malzemesi olarak tırmık, tahra, şaplak, motorlu testere vb. gibi el aletleri kullanılmaktaydı. 1985 li yıllardan sonra yol yoğunluğunun artması ile birlikte yangın söndürme araçları ve dozer gibi iş makineleri kullanılmaya başlanmıştır. 1987 yılında keşif ve gözetleme yapmak amacıyla OGM altı adet helikopter alarak hava araçlarını da orman yangınlarında kullanmaya başlamıştır. OGM 2000’li yıllardan sonra hava araçları, arazözler, ilk müdahale araçları, su ikmal araçlarının sayısını artırmasıyla birlikte yangın söndürme konusunda bütün araç gereçleri kullanarak kamu da büyük bir araç filosuna sahip olmuştur.

Orman yangınları ile mücadele de yangın üçgeni diye tabir edilen yanıcı madde, ısı kaynağı, oksijen unsurlarından daha önceleri sadece yanıcı maddeye müdahale edilirken son yıllarda su ile ısı kaynağına, kimyasallarla oksijene müdahale edilmeye başlanmıştır. Daha fazla araç ve gerecin kullanılmasından dolayı orman yangınları ile mücadele çalışmalarında görülebilecek tehlikelerinde sayısında artış olmuştur. Bu potansiyel tehlike kaynaklarının artmasına paralel olarak da riskler artmıştır.

Ülke olarak iş sağlığı ve güvenliğinin tarihsel gelişimine baktığımızda, ilk yasal düzenlemenin 1865 yılında Dilaver Paşa Nizamnamesi ve akabinde 1869 yılında Maadin Nizamnamesi ile gerçekleştiği görülmektedir. Cumhuriyet döneminde ise 1921 yılında Amelei Menafii ve Ereğli Havzai Fahmiyesi kanunları iş güvenliği ve işçi sağlığı ile ilgili ilk yasalar. Doğrudan yada dolaylı olarak 1926 yılında Borçlar Kanunu, 1930 yılında Hıfsızsihha Kanunu, 1936 yılında 3008 sayılı İş Kanunu, 1945 yılında 4792 sayılı İşçi Sigortaları Kurumu Yasası da önemli bir aşama olup, 1964 yılında yürürlüğe giren 506 sayılı Sosyal Sigortalar Yasası işçilere çeşitli risklere karşı güvenceler getirmiştir. Bu yasa 2003 yılında çıkarılan 4958 sayılı yasayla değiştirilmiştir. Son olarak da 16.06.2006 tarihli 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Yasası kabul edilmiştir. 1967 yılında 1475 sayılı iş kanunu, 2003 yılında 4857 sayılı iş kanunu yürürlüğe girmiştir. (Antmen, 2013)

Tabi ki bu yasalar hazırlanırken dayanak olarak anayasamızın bazı maddelerindeki ifadeler dikkate alınmıştır. Örnek olarak 50. maddesinde “Kimse, yaşına, cinsiyetine ve gücüne uymayan işlerde çalıştırılmaz. Küçükler ve kadınlar ile bedenî ve ruhî yetersizliği olanlar çalışma şartları bakımından özel olarak korunurlar. Dinlenmek, çalışanların hakkıdır. Ücretli hafta ve bayram tatili ile ücretli yıllık izin hakları ve şartları kanunla

düzenlenir” denilmektedir. Yine 56. Maddesinde “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir. Devlet, herkesin hayatını, beden ve ruh sağlığı içinde sürdürmesini sağlamak; insan ve madde gücünde tasarruf ve verimi artırarak, işbirliğini gerçekleştirmek amacıyla sağlık kuruluşlarını tek elden planlayıp hizmet vermesini düzenler. Devlet, bu görevini kamu ve özel kesimlerdeki sağlık ve sosyal kurumlardan yararlanarak, onları denetleyerek yerine getirir. Sağlık hizmetlerinin yaygın bir şekilde yerine getirilmesi için kanunla genel sağlık sigortası kurulabilir” denilmektedir (TBMM, 2014b).

Her yapılan ILO (International Labor Organization) konferansında ve AB ilerleme raporlarında Türkiye’nin bağımsız bir iş sağlığı ve güvenliği kanunu olmaması hep eleştiri konusu olmuştur. ILO 1919 yılında kurulmuş Türkiye bu kuruluşta 1932 yılında üye olmuştur. ILO 155 ve 161 sayılı sözleşmeleri ve 89/391 sayılı AB direktifi bağımsız yeni bir iş sağlığı ve güvenliği kanunu çıkartmayı zorunlu hale getirmiştir. 4857 sayılı kanunun iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili maddeleri iptal edilerek 30 Haziran 2012 tarih ve 28339 sayılı resmi gazetede yayımlanarak 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu yürürlüğe girmiştir. Bağımsız bir iş sağlığı ve güvenliği kanunu olan 6331 sayılı kanun bazı köklü değişiklikleri de beraberinde getirmiştir. Bunlardan en önemlisi hiç şüphesiz kamu kurumlarının kanun kapsamına alınması ve işçi memur ayrımını ortadan kaldırarak çalışan ibaresi getirilmesidir. Aslında 50 den fazla sayıda işçinin çalıştığı orman işletmelerinde 4857 sayılı kanun hükümleri yürürlükte olmasına rağmen, kamu kurumu nüfuzunu kullanarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yükümlülüklerini yerine getirmemişlerdir.

Ormanlık sektöründe çalışanların çalışma koşulları ve iş sağlığı ve güvenliği konusunda yapılan bilimsel çalışmalara bakıldığında ise; 2006 yılında Menemencioglu’nun “Ormanlıkta üretim işlerinde çalışma koşulları ve iş kazaları üzerine bir araştırma” isimli çalışması, 2008 yılında Akay ve ark.’nın “Orman Yangınlarında Mücadelede Çalışan İşçilerin Sağlık Ve İş Güvenliği Sorunlarının İncelenmesi” isimli çalışması, 2008 yılında Enez’in “Ormanlıkta Üretim İşçiliğinde Antropometrik Verilerin Ve Çalışma Duruşlarının Kaza Risk Faktörleri Olarak Değerlendirilmesi” isimli çalışması, 2009 yılında Akay ve ark.’nın “Yangın Helikopterlerinde Görev Yapan Hava Destek İlk Müdahale Ekibinin Sosyal Durumlarının Ve Çalışma Koşullarının İncelenmesi” isimli çalışması ve Melemiz ve ark.’nın 2012 yılında yapmış olduğu “Ormanlık Üretim İşlerinde Orman İşçilerinin Sağlık Muayenelerine İlişkin Örnek Olay İncelemesi” isimli çalışması sayılabilir. Ancak bu çalışmaların çoğu ormanlık üretim işlerine yönelik olmakla birlikte çok azı yangında çalışanlar ile ilgilidir. Ayrıca bu çalışmalarda orman yangınlarında çalışan personelin karşılaştığı tehlike ve riskleri belirlemeye yönelik değildir. Bu yüzden bu konudaki araştırma çalışmalarına gereken önem verilmelidir.

Bu çalışmada orman yangınları için tehlikeler, riskler ve alınması gereken önlemler belirlenmiş ve OGM’nin bundan sonraki süreçte yapması gerekenler konusu üzerinde durulmuştur. Belirlenen tehlikeler ve risklere göre orman yangınları gibi bu zor ve tehlike işi daha güvenli yapmak için işveren, çalışanlar, devlet, sendikalar, sivil toplum

kuruluşları ve kamuoyu üzerlerine düşen görevlerden bahsedilmiştir.

2. Ormancılıkta ve orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği

İş güvenliği; işçilerin iş ortamında karşılabilecekleri tehlikelerin, yok edilmesi veya azaltılması için getirilen yükümlülüklerden oluşan teknik kuralların bütünüdür ifade eden, iş kazaları ve meslek hastalıklarını azaltan bir bilim dalıdır. Uluslararası kuruluşların ortak olarak iş güvenliği tanımı; iş kazaları ve meslek hastalıklarının neden oldukları kayıpları en aza indirmek amacıyla, bilimsel araştırmalara dayalı güvenlik önlemlerinin tespit edilmesi ve uygulanması doğrultusundaki çalışmalarıdır. İş sağlığı ve güvenliğinin amacı, iş kazaları ve meslek hastalıklarından çalışanları korumak, daha sağlıklı ortamda çalışmalarını sağlamaktır. Ayrıca üretim ve işletme güvenliğini sağlayarak verimliliği artırmaktır. Genel amacı ise gerek işçiye gerekse ailesine, işyerine ve diğer mercilere gelen yükümlülüklerin azaltılması ve buna bağlı olarak, ülke ekonomisine verdiği zararları önlemektir (Karakulle, 2012).

ILO iş kazasını “belirli bir zarar ya da yaralanmaya neden olan, beklenmeyen, önceden planlanmayan bir olay” şeklinde tanımlamıştır (Özkılıç, 2005). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise iş kazasını şöyle tanımlamaktadır: “Önceden planlanmamış ve çoğu zaman, kişisel yaralanmalara, teçhizatın zarar görmesine, üretimin bir süre durmasına yol açan olaydır” (Kılınç, 2005). 6331 sayılı kanunda ise “İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen öze uğratan olaydır” şeklinde tanımlanmıştır (İSGK, 2012).

Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun (SSGSS) 14. maddesine göre meslek hastalığı, “sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özrürlük halleridir.” 6331 sayılı kanunda “Mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalık” şeklinde tanımlanmıştır (İSGK, 2012). Ormancılık en tehlikeli sektörler arasında yer almaktadır. ILO ya göre ormancılık genel olarak 3D (*dirty, difficult and dangerous*) sektör olarak tanımlanır. Yani ağır, kirli ve tehlikeli kelimelerinin İngilizce ilk harfleri olan 3D ile tanımlanmaktadır (Poschen, 1993).

Ormancılık faaliyetleri her zaman açık alanlarda çalışma yapıldığı için olumsuz iklim faktörleri, olumsuz arazi şartları, yerleşim yerlerinden uzakta çalışılması, yetersiz beslenme, monoton çalışma, sağlıklı su kaynaklarından yeterince faydalanamama, modern teknolojiye adapte olamama, güvencesiz çalışma, eğitimsiz büyüklerden görüldüğü gibi çalışma, sürekli ayakta iş yapılması vb. tehlikeleri bulunmaktadır (Menemencioğlu, 2012). Ormancılık sektörü iş kazaları ve meslek hastalıklarının çok fazla olduğu bir sektör olmasına rağmen kayıtlara bakıldığında SGK verilerinde çok fazla kayda rastlanılmamaktadır. SGK 2011 yılı verilerine göre ormancılık işlerinin genelinde 95 iş kazası, 2012 verilerine göre 85 iş kazası kaydı bulunmaktadır. Bunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bu nedenler arasında, çalışanların işveren tarafından baskı altına alınması, yeterince iş

güvencesinin olmaması, güvenlik bilincinin olmaması vb. sayılabilir.

Ormanlardan yararlanma insanlık tarihi kadar eski bir geçmişe sahip bulunmaktadır. Önceleri geçimlik yaşam faaliyetleri- yiyecek, yakacak ve yapı malzemeleri- için ormanlardan yararlanma ağırlıklı bir unsur olarak karşımıza çıkarken, sanayileşme ile birlikte yaşanan değişim çerçevesinde ticari amaçlar için ormanlardan yararlanma oranının hızlı bir biçimde artması, dünyadaki orman rezervlerinin önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur. Dünyadaki orman rezervlerinin azalmasında ticari amaçlar ile ormanlardan yararlanmanın yanı sıra, doğal afetler ya da insan eliyle çıkarılan yangınlar da etkili olmaktadır (Gökbayrak, 2005).

İnsanlığın yaradılışından bu yana ormanlar vazgeçilmez doğal kaynaklardan olup, insanlar sürekli olarak bu kaynakları olumlu ya da olumsuz bir şekilde kullanarak zaman zaman tahrip etmişlerdir. Bu tahribatların en büyüklerinden birisi de orman yangınlarıdır. Orman yangınları ile mücadele, özellik arz eden işlerdendir. Türkiye de orman yangınları ile mücadele hizmetlerini yukarıda saymış olduğumuz kanunlar kapsamında Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı OGM ile bu kurumun taşra teşkilatları yapmaktadır. OGM'nin orman yangınları ile ilgili genel stratejisi; yangın öncesi, yangın anında ve yangın sonrası yapılacak işler şeklinde sıralanmaktadır.

Orman yangınları deyince sadece yangın çıktığı anda aktif olarak yangın söndürme çalışmalarına katılmak ve fiili olarak yangında çalışmak gelmemelidir. Yangın öncesinde yapılan silvikültürel faaliyetler, yangın öncesi yapılan yol, yangın şeritleri, havuzlar, yol kenarı temizlikleri gibi bütün çalışmalar yangın çalışmalarıdır. Yangın anında gözetleme, haberleşme, aktif olarak yangında çalışmalar yangın söndürme çalışmalarıdır. Yine yangın görmüş alanların tekrar eski haline getirilmesi için yapılan rehabilite çalışmalarının tamamı yangın söndürme faaliyetleri olarak düşünülmelidir. Her ne kadar literatürde bir orman yangını tanımı yapılmışsa da OGM'de orman yangınları ile mücadelenin bir iş olarak tanımı yapılmamıştır. Daha doğrusu iş hukuku açısından tatmin edici bir tanım yoktur. Örneğin yangın çıkmadan önce yapılan orman bakımlarının amacı yangın öncesi hazırlık olmasına rağmen bu işin ne olduğunun tanımı yoktur.

3. Ormancılık işlerinde tehlike ve risk analizi

Tehlike ve riskin birçok tanımları yapılmış olup 6331 sayılı kanuna göre;

Tehlike: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli,

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali şeklinde tanımlanmıştır.

29.03.2013 tarih ve 28602 sayılı resmi gazetede yayımlanan “iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliğinde değişiklik yapılmasına dair tebliğ” de OGM'de yapılan işlerin tehlike sınıfı belirlenmiş olup orman yangınları bu tebliğde tehlikeli sınıfta yer almaktadır (Tablo 1) (İTST, 2013).

Tablo 1. Ormancılık işlerinin tehlike sınıfları

02	Ormancılık ile endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.1	Orman yetiştirme (Silvikültür) ve diğer ormancılık faaliyetleri	
02.10	Orman yetiştirme (Silvikültür) ve diğer ormancılık faaliyetleri	
02.10.01	Baltalık olarak işletilen ormanların yetiştirilmesi (kağıtlık ve yakacak odun üretimine yönelik olanlar dahil)	Tehlikeli
02.10.02	Orman yetiştirmek için fidan ve tohum üretimi	Az Tehlikeli
02.10.03	Orman ağaçlarının yetiştirilmesi (baltalık ormanların yetiştirilmesi hariç)	Az Tehlikeli
02.2	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.20	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.20.01	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi (geleneksel yöntemlerle odun kömürü üretimi dahil)	Tehlikeli
02.3	Tabii olarak yetişen odun dışı orman ürünlerinin toplanması	
02.30	Tabii olarak yetişen odun dışı orman ürünlerinin toplanması	
02.30.01	Ağaç dışındaki yabancı olarak yetişen ürünlerinin toplanması (mantar meşesinin kabuğu, kök, kozalak, balsam, lak ve reçine, meşe palamudu, at kestanesi, yosun ve likenler, yabancı çiçek, yabancı meyve, yenilebilir mantar vb.)	Az Tehlikeli
02.4	Ormancılık için destekleyici faaliyetler	
02.40	Ormancılık için destekleyici faaliyetler	
02.40.01	Ormanda ağaçların kesilmesi, dallarından temizlenmesi, soyulması vb. destekleyici faaliyetler	Tehlikeli
02.40.02	Ormanda kesilmiş ve temizlenmiş ağaçların taşınması, istiflenmesi ve yüklenmesi faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.03	Ormanda silvikültürel hizmet faaliyetleri (seyreltilmesi, budanması, repikaj vb.)	Tehlikeli
02.40.04	Ormanı zararlılara (böcek ve hastalıklar) karşı koruma faaliyetleri	Çok Tehlikeli
02.40.05	Ormanı yangın ve kaçak kesime (izinsiz kesim) karşı koruma faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.06	Ormanı koruma ve bakımı amaçlı orman yolu yapımı ve bakımı faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.07	Diğer ormancılık hizmet faaliyetleri (ormancılık envanterleri, orman işletmesi, orman idaresi danışmanlık hizmetleri, orman (bakımı, verimi, vb.) ile ilgili araştırma geliştirme, vb.)	Az Tehlikeli

Hiçbir zaman iş yerinde risklerin bütünüyle ortadan kaldırılması söz konusu değildir. Tehlikenin ortaya konularak risklerin en az indirilmesi sağlanmalıdır. Bunun yapılabilmesi içinde işyerindeki bütün tehlike-riskler belirlenmeli ve alınması gereken önlemlerin nasıl alınacağı ortaya konmalıdır (Atılğan, 2008).

İşletmelerde çoğu zaman bütün tehlikelerin kavranması bir olay olduğunda mümkün olur. Aynı zamanda işletmelerde kaza istatistikleri tutulmadığından risk analizi yapmakta zordur. Bilinmesi gereken bir şey vardır ki, sonuçları yıkıcı olan kazalar, sonuçları bilinmesine rağmen dikkate alınmayan ve önemsenmeyen olaylar sonucu meydana gelmiş kazalardır. Bir işletmede kaza meydana gelmemesi tehlikenin olmadığı anlamını taşımaz. Bu yüzden risk analizleri belirli aralıklarla tekrar yapılmalı ve güncellenmelidir (Andaç, 2002).

İşyerinde daha önce hiç risk analizi yapılmamış olması ve çalışanların sağlığı ve güvenliğini etkileyebilecek; yeni bir makine veya ekipman alınması, yeni tekniklerin geliştirilmesi, iş organizasyonunda veya akışında değişiklikler yapılması, yeni bir mevzuatın yürürlüğe girmesi veya mevcut mevzuatta değişiklik yapılması, iş kazası veya meslek hastalığının meydana gelmesi, iş yerinde iş sağlığı ve güvenliğini etkileyen olayların meydana gelmesi gibi durumlarda risk analizi yeniden yapılarak güncellenmelidir (Seber, 2012).

Risk değerlendirme yöntemleri genel olarak kalitatif ve kantitatif yöntemler olarak ikiye ayrılırlar. Kantitatif yöntemler, riski hesaplarken olasılık, güvenilirlik teoremleri ve simülasyon gibi sayısal yöntemleri kullanırlar. Kalitatif yöntemler ise matematiksel risk tahmini yerine uygulamayı yapan uzmanın tecrübesi, mantıksal değerlendirmesi ve sezgilerine dayanarak riskleri tahmin eden bir yöntemdir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Bu çalışmada kalitatif yöntem kullanılarak risk analizi yapılmaya çalışılmıştır.

4. Orman yangınlarında karşılaşılabilecek tehlikeler, riskler ve önlemler

Ormancılık çalışmalarında genel olarak riskleri; fiziksel riskler, kimyasal riskler, biyolojik riskler ve psikolojik riskler başlıkları altında toplamak mümkündür (Ünver ve Acar, 2011). Orman yangınlarında karşılaşılabilecek tehlikeler, riskler ve alınması gereken önlemler genel olarak belirlenmeye çalışılmış ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 2).

Hiç şüphesiz ki orman yangınları ile mücadelede sadece yukarıda sayılan tehlikeler ve riskleri bulunmamaktadır. Görülemeyen daha birçok tehlike ve risk bulunmaktadır. Bunlarla mücadele etmek için tehlike kaynağı ile çalışanın iribatının kesilmesi gerekir. Esas olan konu risklerin kaynağı ile mücadele etmektir. Tam anlamıyla koruma önleme kültürüyle çözülebilir. Tehlikenin sonuçlarını gidermek yerine etkili bir önleme politikası belirlenmelidir. Yapılacak işin kişiye uymaması veya çalışanın yapılacak işe uymaması risk faktörlerini artırıcı etkenler arasında yer alır. Buna göre riskten korunmak için işe uygun kişinin seçilmesi gerekir. Teknik gelişmeler karşısında ortaya çıkacak uyumsuzluklar risklerin etki alanını genişletir. Bu yüzden risklerden korunmanın yolu teknik gelişmelere uyum sağlamaktır. İş ekipmaları ile çalışma biçimleri ya da üretim yöntemleri de içlerinde tehlike barındıran unsurlardır. Bu bağlamda tehlikeli olanı tehlikesiz olanla değiştirmek prensibini kullanarak tehlikeleri azaltmaktır. İş sağlığı ve güvenliği önlemleri sadece kişiyi ilgilendirmedikinden toplu koruma önlemleri alınarak tehlike ve riskler azaltılabilir. Son olarak da işverenler tarafından çalışanlara uygun talimatlar verilmelidir. Çalışanın durumuna uygun olmayan talimatlar iş yerinde sağlıksız ve güvensiz bir ortam yaratacaktır. Bundan kaçınılmalıdır (Centel, 2013).

Tablo 2. Orman yangınları ile mücadele işlerinde karşılaşılabilecek tehlike, riskler ve alınması gereken önlemler

Fiziksel tehlikeler		
Tehlikeler	Riskler	Alınması gereken önlemler
Duman, karbonmonoksit, karbondioksit,	Zehirlenme, boğulma, bilinç kaybı, yön kaybı ölüm	Çalışma esnasında co filtreli tam yüz yada yarım yüz maskesi kullanma, eğitim, çalışma talimatı.
Kesici alet kullanma (Motorlu testere, çalı doğrayıcı, gürebi, tahra, balta, vs)	Lokal veya genel kesik, çizik, yaralanma, uzuv kaybı	Doğru taşıma ve çalışma teknikleri, KKD kullanma, eğitim, aletlerin günlük ve periyodik bakımları, çalışma talimatı, kullanma klavuzları
İklim koşulları	Soğuk, sıcak hava koşullarında çalışma sonucu hastalanma (ısı çarpması, donma), vücut üzerinde olumsuz etkiler, ölüm	Koruyucu giysi, eğitim, çalışma talimatı, ilk yardım eğitimi
Delici alet kullanma (Tırmık, kazma, çapa vs)	Lokal veya genel çizik, yırtık, yaralanma	El aletlerinin periyodik ve günlük bakımları, eğitim, doğru taşıma ve çalışma teknikleri, çalışma talimatı, ilk yardım eğitimi
Yangın	Konaklama merkezlerinde (kule, ilk müdahale ekip binaları) yangın çıkması sonucu, yaralanma, zehirlenme, yanıklar, kırık, çıkık, burkulma, bağ zedelenmesi, ölüm	Yangın, arama kurtarma, tahliye, yangın ve ilk yardım eğitimleri, yangın söndürme cihazları bulundurulması, yangın talimatları, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması
Yangın söndürme araçları, diğer araçlar, ulaşım	Araçların yangın mahalline ulaşması, fenni muayene eksiklikleri, yangında çalışması sırasında araçların devrilmesi, yanması veya çarpışması, trafik kazaları sonucu maddi hasar, yaralanma veya ölüm	Araçların günlük ve periyodik bakımlarının yapılması, fenni muayenelerinin yapılması, yangında çalışırken uygun pozisyonda konuşlanması eğitim, operatörlerin sertifikalandırılması, yangın söndürme tüplerinin bulunması kullanım talimatları hazırlanması, trafik kurallarına uyma
Yıldırım	Yıldırım sonucu düşme, yaralanma, elektrik çarpması, yangın, yanık, kırık, çıkık, burkulma, yırtık ve ölüm	Yıldırım tesisatlarının (paratoner) topraklamalarının standardına uygun olarak yapılması, yıllık periyodik bakımlarının yapılması, yıldırımlı havalarda elektrikli ve elektronik malzemelerin kullanılmaması, ilk yardım eğitimleri, çalışma talimatları
Basınç	Araçlardan alçak ve yüksek basınçla su lanslarını kullanırken çarpma sonucu yaralanma, düşme, kırık, çıkık, burkulma, ezilme	Operatörlerin eğitimi, güvenli çalışma, çalışma talimatı, güvenli haberleşme
Elektrik	Konuşlanma merkezlerindeki binalarda elektrik kaçağı sonucu yangın, elektrik çarpması sonucu yanıklar, düşme, kırık, çıkık, burkulma, ezikler, ölüm	Elektrik tesisatlarının periyodik bakımlarının yapılması, topraklamaların yıllık kontrollerinin yapılması, eğitim, kullanma talimatları, yangın söndürme cihazları, ilk yardım eğitimleri
Hava araçları	Hava araçları kazaları (kaza kırım), Hava araçlarından iniş ve iniş sırasındaki kazalar, su yada kimyasalın atılması sonucu çalışanların üzerine materyal, su yada köpüğün kütle halinde düşmesi sonucu yaralanma veya ölüm	Çalışanların araçlara binme inme teknikleri eğitilmesi, hava araçları çalışırken aşağıda çalışanların uygun yerde çalışması, KKD kullanılması, kimyasal temasından sonra temas edilen cildin bol su ile yıkanması, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması, yangın söndürme tüplerinin bulunması
Islak zemin	Yangın söndürmede kullanılan su ve kimyasallar sonucu ıslanan zeminde kayarak düşme, yaralanma, kırık, ezik, çıkık, burkulmalar	Uygun KKD ve kaymaz tabanlı ayakkabı kullanılması, eğitim, çalışma talimatı, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması
Ağaç devrilmesi, dal çarpması	Çalışanların üzerine ağaç devrilmesi, Dal çarpması, kozalak ve dal düşmesi sonucu yaralanma, ezilme, yırtık, kırık, çıkık, uzuv kaybı, yaralanma, ölüm	Ağaç kesim ve devirme tekniklerinin uygulanması, gözetleyici belirlenmesi, kaçış yollarının tesbiti, aletlerin periyodik bakımlarının yapılması, çalışma talimatı, eğitim, KKD kullanılması, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması
Yüksekten düşme, malzeme düşmesi	Çalışanların araçların üzerinden düşmesi yada çalışanlar üzerine malzeme düşmesi sonucu yaralanma, kırık, çıkık, burkulma, bağ yırtılması, ölüm	KKD kullanılması, eğitim, çalışma talimatları hazırlanması, ilk yardım eğitimi, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması
Tozlar	Çalışanların iş makinelerinden, ağaçlardan yada yangından dolayı çıkan tozların solunması ile solunum yada meslek hastalıklarına yakalanma, alerji	KKD kullanılması, eğitim, çalışma talimatları, Periyodik kontrol muayeneleri
Gürültü ve titreşim	Yangında kullanılan iş makineleri ve araçlardan (Dozer, greyder, arazöz, motorlu testere) çıkan gürültü ve titreşim sonucu stres, psikolojik rahatsızlıklar, iş kaybı yada meslek hastalıklarına yakalanma	KKD kullanılması, çalışanların periyodik muayene, odyometrik testlerin yapılması eğitim verilmesi, kullanım ve çalışma talimatları hazırlanması, çok gürültü ve titreşim çıkaran aletlerin periyodik bakımlarının yapılması, çok eski olanların terkin edilmesi
Parlama, patlama, alev	Yangın alanında bulunan düzensiz yanıcı maddeler, yangın alanında gaz sıkışması sonucu patlama, araçların yangın içerisinde kalması sonucu parlama ve patlama yada akaryakıt yağ ikmalleri sırasında meydana gelen parlama, patlama sonucu yaralanma, yanma, düşme, kırık, çıkık, burkulma, ezilme, yırtık, ölüm	Çalışma talimatları, KKD kullanılması, eğitim verilmesi, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması

Aşırı yük kaldırma, elle taşıma	Hortumların ve diğer yangın söndürme aletlerinin taşınması, ağır yük kaldırılması, indirilmesi, taşınması sırasında bel, omuz, sırt incinmeleri meydana gelmesi ve uzun tekrarlanmalardan dolayı meslek hastalıkları oluşumu	Elle taşıma ile ilgili eğitimler verilmesi, çalışma talimatları hazırlanması, ağır yüklerin elle taşınmaması
İş makineleri nakli ve çalıştırılması	İş makinelerinin nakli sırasında treylerden düşmesi, trafik kazası, yangında çalışan iş makinelerinin devrilmesi, yanması, kaza yapması, çalışanların ezilmesi sonucu yaralanma yada ölüm	İş makinelerinin nakli sırasında eskort görevlendirilmesi, iş makinasının treylere sağlam bir şekilde tespiti, iş makinası çalışırken işaretçi olması, operatörün aracı kullanmaya uygun ehliyetinin olması, Yangın söndürme tüplerinin bulunması, eğitim, araç kullanma ve çalışma talimatları, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması
Arazi yapısı (eğim, taşlık kayalık arazi, kokurdanlık yapı, dereler ve kanyonlar)	Yangın söndürme çalışmalarında arazi yapısından dolayı çalışanların kayarak düşmesi, taş kaya veya başka materyal yuvarlanması, düşmesi sonucu yaralanma	KKD kullanılması, çalışma talimatı hazırlanması, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması, eğitim
Gece çalışmaları	Gece çalışmalarında çalışma zorluğundan kaynaklanan düşme, dal çarpması, materyal düşmesi, çalışanların birbirlerinden çok uzakta çalışmaları, yorgunluk ve kazalar sonucu yaralanma	Gece çalışmalarında suni aydınlatma yapılması, KKD kullanılması, gece çalışma eğitimleri, gece parlayan giysiler kullanılması
Su toplama çukurları, yangın havuzları, doğal su kaynakları	Yangında kullanılan araçların su ikmali sırasında su kaynaklarına düşmesi, çalışanların düşmesi, çevrede yaşayan insanların ve diğer canlıların düşmesi yaralanma, boğulma, ölüm	İdaremize ait su toplama çukurları ve havuzların etrafının ihatasının yapılması, ilanlarının yapılması, sağlık ve güvenlik işaret levhaları konulması, eğitim, Çalışma talimatları hazırlanması
Isı çarpması, yüksek sıcaklık, sıvı kaybı	Yangında çok yüksek alev karşısında çalışmaktan dolayı ısı çarpması, vücutta aşırı terlemeden dolayı sıvı kaybı rahatsızlıkları	KKD kullanılması, yeterli ara dinlenmeleri, değiştirme usulü ile çalışma, bol sıvı tüketimi, eğitim, ilk yardım eğitimleri
Görünmeyen kor ateş, yanmış ağaç kökleri	Yangın sahasında küller altında bulunan kor halindeki ateş üzerine basmak suretiyle yanıklar, düşme sonucu yaralanmalar	Soğutma çalışmaları yapılırken bu korların iyice soğutulması, eğitim, tabanı ısıya dayanıklı ayakkabı
Hareket ve görüşü engelleyen bitki toplulukları	Yangın esnasında çalışırken görüşün ve hareketin engellenmesi sonucu iş kaybı, yorgunluk, kaza ve yaralanma	Yangında çalışırken gözcü görevlendirilmesi, iş makinası ile şerit açılması, KKD kullanılması, eğitim verilmesi, çalışma talimatı hazırlanması
Kimyasal tehlikeler		
Tehlikeler	Riskler	Alınması gereken önlemler
Kimyasal madde kullanımı	Araçların akaryakıt, yağ, temizlik maddeleri ve yangında kullanılan kimyasallar sonucu alerjik reaksiyonlar, cilde temas yoluyla zehirlenme	Kimyasallarla ilgili etiketleme yapılması, eğitimlerin verilmesi, KKD kullanılması, çalışma talimatlarının hazırlanması
Biyolojik tehlikeler		
Tehlikeler	Riskler	Alınması gereken önlemler
Yabani hayvan zararları, böcekler	Isırma ve sokma sonucu zehirlenme, yaralanma, ölüm; kaçma sonucu düşme, yaralanma, kırık, çıkık, burkulma, yırtık ve bağ zedelenmesi	İlk yardım eğitimleri, kişisel ilk ilk yardım setleri bulundurulması,
İş ve kişisel hijyen	İş ve kişisel temizlik yetersizliği nedeniyle çeşitli bulaşıcı hastalıklar ve zehirlenmeler	İş hijyeni, kişisel hijyen kurallarına uyma, eğitim, ilk yardım ve sağlık eğitimleri, sağlık gözetimi
Mantarlar, yabani bitkiler	Çalışanların bilmediği türlerin yenilmesi sonucu zehirlenme veya ölüm	Eğitim verilmesi
İçme suyu ve bozulmuş gıdalar	Yangında çalışan personele dağıtılan iaşelerin sıcaktan dolayı bozulması, kullanım süresi sona ermiş gıda tüketimi sonucu zehirlenme veya ölüm	Alınacak iaşelerin taze ve hijyen kurallarına uygun ambalajlanması, eğitim, temizlik
Yetersiz beslenme	İaşelerin zamanında dağıtılamaması ve düşük kalorili gıda dağıtımını sonucu çalışanlarda verim kaybı, yorgunluk, bitkinlik	Çalışanlara yeterli kalori temin edilmesi, iaşe dağıtımlarının zamanında yapılması, eğitim
Psikolojik tehlikeler		
Tehlikeler	Riskler	Alınması gereken önlemler
Korku, aşırı aceleci ve güvensiz çalışma	Çalışanların yangını kısa sürede söndürmek için bilinçsiz bir şekilde güvensiz olarak çok hızlı çalışması sonucu kısa sürede yorulması, motivasyon bozukluğu, iş gücü kaybı, bıkkınlık	Güvenli çalışma, eğitim, bilinçlendirme faaliyetleri
Stres, yorgunluk, uykusuzluk	Uzun süre çalışma sonrasında yorgunluk meydana gelmesi, dikkatsizlik, hata yapma oranının artması, ilgi dağınıklığı sonucu kaza ve yaralanma, iş kaybı	Çalışanların uzun süre çalıştırılmaması, belli periyotlarda çalışanların değiştirilmesi, ara dinlenmeleri düzenlenmesi, eğitim
Aşırı güven	Çalışanların işi çok iyi bilmesinden dolayı kendilerine aşırı derecede güven duyması nedeniyle güvensiz davranışlar sergilemesi sonucu kaza yapması yaralanma	Güvenli çalışma şartlarına uyma, eğitim, talimat hazırlama

5. Tartışma ve sonuç

Ülkemizde orman yangınları ile mücadele işlerini yürüten kurum ve işveren olarak Orman Genel müdürlüğü 6331 sayılı kanun kapsamında yükümlülüklerini yerine getirmesi gerekmektedir. Bu kanun kapsamında OGM'nin görevleri özet olarak:

- İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin yerine getirilmesi hususunda 29.12.2012 tarih 28512 sayılı resmi gazetede yayımlanan “iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliği” kapsamında iş yeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve diğer sağlık personeli görevlendirilmesi,
- 29.12.2012 tarih 28512 sayılı resmi gazetede yayımlanan “iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yönetmeliği” kapsamında risk değerlendirmesi yapılması,
- 18.06.2013 tarih 28681 sayılı resmi gazetede yayımlanan “işyerlerinde acil durumlar hakkındaki yönetmelik” gereği acil durum planlarının hazırlanması, arama kurtarma, tahliye ve ilk yardım ekiplerinin belirlenmesi ve tahliye planlarının yapılması ile tatbikatlarının yaptırılması,
- 15.05.2013 tarih 28648 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin usul ve esasları hakkındaki yönetmelik” ile 13.07.2013 tarih 28706 sayılı resmi gazetede yayımlanan “tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan işlerde çalıştırılacakların mesleki eğitimlerine dair yönetmelik” kapsamında bütün eğitimlerin yaptırılması,
- 18.01.2013 tarih 28532 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “iş sağlığı ve güvenliği kurulları hakkında yönetmelik” gereği iş sağlığı ve güvenliği kurullarının oluşturulması (50 ve daha fazla işçi çalıştırılan işletmelerde),
- 29.08.2013 tarih 28750 sayılı resmi gazetede yayımlanan “iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışan temsilcisinin nitelikleri ve seçilme usul ve esasları hakkında tebliğ” gereği çalışan temsilcilerinin seçilmesi,
- 20.07.2013 tarih 28713 sayılı resmi gazetede yayımlanan “işyeri hekimi ve diğer sağlık personelinin görev yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında yönetmelik” gereği sağlık gözetimleri ve 11.10.2013 tarih ve 28792 sayılı resmi gazetede yayımlanan “iş güvenliği uzmanlarının görev, yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında yönetmelik” gereği ortam gözetimlerinin sağlanması, olarak sayılabilir.

Risk değerlendirmesi yapılırken tehlike belirlemede 24.07.2013 tarih ve 28717 sayılı resmi gazetede yayımlanan “elle taşıma yönetmeliği”, 28.07.2013 tarih 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanan “çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik”, 25.04.2013 tarih 28628 sayılı “iş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği”, 11.09.2013 tarih 28762 sayılı resmi gazetede yayımlanan “sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği”, 22.08.2013 tarih 28743 sayılı resmi gazetede yayımlanan “çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik”, 05.11.2013 tarih 28812 sayılı resmi gazetede yayımlanan “tozla mücadele yönetmeliği” 15.06.2013 tarih 28678 sayılı resmi gazetede yayımlanan “biyolojik etkenlere maruziyet risklerinin önlenmesi hakkında yönetmelik” 12.08.2013 tarih 28733 sayılı resmi gazetede yayımlanan “kimyasal maddelerle

çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik” 30.04.2013 tarih ve 28633 sayılı resmi gazetede yayımlanan “çalışanların patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunması hakkında yönetmelik” gereği önlemlerin alınması sayılabilir. Ayrıca, 17.07.2013 tarih 28710 sayılı resmi gazetede yayımlanan “işyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelik” kapsamında gerekli tedbirlerin alınması ve 02.07.2013 tarih ve 28695 sayılı resmi gazetede yayımlanan “kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik” kapsamında kişisel koruyucu donanımları hazırlamak, bulundurmak ve bunların kullanılmasını sağlamak olarak sıralanabilir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi orman yangınları ile mücadele özellik gerektiren ve ÇSGB tehlike sınıflarında da belirtildiği gibi tehlikeli sınıfta değerlendirilen işlerden olması nedeniyle yangın konusunda eğitim almamış kişiler çalıştırılmamalıdır. Özellikle 285 sayılı tebliğ ve orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde görevlilerin görecekleri işler hakkında yönetmelikte belirtilen mükellef uygulamasının bir an önce değiştirilmesi ya da aktif olarak yangın söndürme hizmetlerinde çalıştırılmaması esas olmalıdır. Mükellef ya da askeri birlikleri lojistik destek veya başka faaliyet alanlarında istihdam edilmesi gerekir.

Orman yangınları görüldüğü gibi tehlikeli işlerden olması ve yüksek kaza riski taşımasının en önemli nedenleri de her an değişen arazi, değişen orman yapısı, ülkemizin yangın açısından riskli olan Akdeniz iklim kuşağında yer alması, zemin ve hava koşulları, aşırı çaba sarf ederek ve uzun süre dinlenmeden çalışma, işçilerin arazide dağınık şekilde çalışmaları, iletişim sorunu ile yeterli eğitim ve tecrübe sahibi olmadan kullanılan ekipmanlar, yetersiz beslenme vb. olarak sıralanır. Kaslarda aşırı fiziki zorlama sonucu oluşan mesleki rahatsızlıklar genellikle sırt, omuz boyun rahatsızlıkları, makineli çalışmalarda gürültü, titreşim ve stresin etkisi, uygunsuz ve statik çalışma duruşları sağlık sorunlarına neden olmaktadır.

Bu zor ve tehlike işi daha güvenli yapmak için işveren, çalışanlar, devlet, sendikalar, sivil toplum kuruluşları ve kamuoyu üzerlerine düşen görevleri yerine getirmek zorundadır. Devlet, mevzuatları hazırlamalı, mevzuatları sürekli güncel halde tutmalı, denetlemeli ve mevzuata aykırı davranışlara yaptırım uygulamalıdır. İşveren ise; iş yerlerini yasalarda belirttiği şekilde tesis etmeli, gerekli önlemleri almalı, alınan önlemlere uyulup uyulmadığını denetlemeli, çalışanlarına karşı karşıya buldukları mesleki riskler, alınması gereken önlemler ve yasal hak ve sorumluluklar konusunda bilgilendirmeli, gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini vermelidir. Çalışan ise; iş sağlığı ve güvenliği talimatlarına uygun çalışmalı ve buna uygun olarak oluşturulan çalışma düzenini muhafaza etmelidir. Sendikalar ve meslek odaları başta olmak üzere sivil toplum kuruluşları ise; sadece bir iş yerinde değil bağlı oldukları sektörün tamamının problemlerine hâkim olmalarından dolayı daha gerçekçi ve çalışanlar vasıtasıyla iç denetimi daha iyi yapabilecek konumdadırlar. Bu yüzden iş güvenliğinin tesisinde hem devleti hem de işverenleri uyurma ve yardımcı olma konusunda önemli roller üstlenmelidirler.

Kaynaklar

- Anonim, 2014, OGM, Yangınla Mücadele Dairesi Başkanlığı, Yangın İstatistikleri.
- Antmen B., 2013, İnşaat Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Bağlamında Şantiye Şeflerinin Görev ve Sorumlulukları, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 133s, Adana
- Akay, A.E., Yenilmez, N., 2008. Orman Yangınları İle Mücadelede Çalışan İşçilerin Sağlık ve İş Güvenliği Sorunlarının İncelenmesi: Alanya Orman İşletme Müdürlüğü Örneği, 13.Ulusal Ergonomi Kongresi, 6-8 Aralık, Kayseri.
- Akay, A.E., Serin, H., Yenilmez, N., 2009. Yangın Helikopterlerinde Görev Yapan Hava Destek İlk Müdahale Ekibinin Sosyal Durumlarının Ve Çalışma Koşullarının İncelenmesi II.Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat, S.D.Ü. Isparta.
- Andaç, M., 2002, Risk Analizi ve Yöntemi, İSG, Mayıs-Haziran 2002, 14s.
- Atılgan, H., 2008, İş Sağlığı ve Güvenliğinin Temel Prensipleri, <http://www.riskanaliz.net/is-sagligi-ve-guvenliginin-temel-prensipleri>, Erişim tarihi:27.02.2014.
- Centel, T., 2013. İşverenin İş Yerinde Sağlık ve Güvenliği Sağlama Yükümü, Çimento Endüstrisi İş Verenler Sendikası, Cilt:27, Sayı: 3, 7-15.
- Ceylan, H., Başhelvacı, V.S., 2011, Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir Uygulama, International Journal of Engineering Research and Development, 3(2): 25-33.
- Enez, K., 2008. Ormanlıkta Üretim İşçiliğinde Antropometrik Verilerin ve Çalışma Duruşlarının Kaza Risk Faktörleri Olarak Değerlendirilmesi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Doktora Tezi.
- Gökbayrak, Ş., 2005, Orman İşçilerinin Çalışma Koşullarından Kaynaklı Risk Faktörleri üzerine bir inceleme, Çalışma Ortamı, 78, 10-13.
- İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (İTST), 2013, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130329-4.htm>, Erişim Tarihi: 25.02.2014.
- Karakulle, İ., 2012, Kobilerde İş Sağlığı Ve İş Güvenliği ve Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107s., Konya
- Melemez, K., Tunay, M., Çığ, M., Emir, T., 2012. Ormanlık Üretim İşlerinde Orman İşçilerinin Sağlık Muayenelerine İlişkin Örnek Olay İncelemesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:14, Sayı: 21, 37-46.
- Menemencioğlu, K., 2006. Ormanlıkta Üretim İşlerinde Çalışma Koşulları ve İş Kazaları Üzerine Bir Araştırma, S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı:2, 1-12.
- Menemencioğlu, K., 2012. Tarım ve Orman İşçiliğinde Çalışma Yeri Koşulları ve Karşılaşılan Sorunlar, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (2), 72-76.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2014, Orman Yangınları, <http://web.ogm.gov.tr/diger/yanginhareket/Sayfalar/orman-yanginlari.aspx>, Erişim Tarihi: 27.02.2014.
- Özkılıç, Ö., 2005, İş Müfettişi, İş sağlığı ve Güvenliği ve Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, Yayın No:246
- Poschen, P., 1993. Forestry, A Safe and Healthy Profession, Unasylva, Vol:44, No: 1, Issue No: 172
- Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM), 2014a, Kanun Tasarısı, http://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/tasari_teklif_sd.onerge_bilgileri?kanunlar_sira_no=129721, Erişim Tarihi: 27.02.2014.
- Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM), 2014b, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, http://www.tbmm.gov.tr/anayasa/anayasa_2011.pdf, Erişim Tarihi: 27.02.2014.
- Seber, V., 2012, İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Analizi Nasıl Yapılır?, Elektrik Mühendisliği Dergisi, 455: 30-34.
- Ünver, S., ve Acar, H.H., 2011, Ormanlık Faaliyetlerinde Risk Analizi, 17.Ulusal Ergonomi Kongresi Bildiriler Kitabı, Osmangazi Üniversitesi, 14-16 Ekim 2011,412-421, Eskişehir.
- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK), 2012, 30.06.2012 tarih ve 28339 sayılı resmi gazete, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>, Erişim Tarihi: 25.02.2014.

Odunun işlenmesinde yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili faktörler

Sebahattin Tiryaki*

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

* İletişim yazarı/Corresponding author: sebahattintiryaki@hotmail.com, Geliş tarihi/Received:10.12.2013, Kabul tarihi/Accepted: 25.08.2014

Özet: Mobilya ve dekorasyon endüstrisinde kullanılan ahşap ürünlerin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi son ürünün kalitesinin tespit edilmesi bakımından oldukça önemlidir. Yüzey pürüzlülüğü odun ürünlerin estetikliğini ve pazarlanma aşamasında müşteri talebini önemli ölçüde etkilemektedir. Bununla beraber, odunun yüzey pürüzlülüğünün odun yüzey işlemlerinin uygulanmasında adezyon direnci üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu için tespit edilmesi gerekir. Ancak, yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi üzerine ilk çalışmalar metal endüstrisi üzerine yoğunlaşmıştır. Odunun yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi konusundaki çalışmalar ise 20. yüzyılın ortalarına dayanmaktadır. Bu amaçla çeşitli pürüzlülük ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bu araştırmada, odun yüzey pürüzlülüğünün önemi, yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili olan faktörler, yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemleri ve yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde kullanılan parametreler araştırıldı.

Anahtar kelimeler: Yüzey pürüzlülüğü, Pürüzlülük ölçüm yöntemleri, Odunun işlenmesi

Effecting factors on surface roughness in wood machining

Abstract: The measurement of surface roughness of wood products used in the furniture and decoration industry is very importance in terms of determining the quality of the final product. Surface roughness affects significantly the aesthetics of wood products and customer demand in the marketing stage. In addition, the surface roughness of wood is required to be determined because it has an important effect on the adhesion strength in the application of wood finishing. However, initial studies on the determination of surface roughness focused on the metal industry. Studies on the determination of surface roughness of wood have based on the mid- twentieth century. For this purpose, various surface roughness measurement methods have been developed. In this study, the importance of the wood surface roughness, the effective factors on surface roughness, measurement methods of surface roughness and the parameters used in the determination of surface roughness were investigated.

Keywords: Surface roughness, Roughness measurement methods, Wood machining

1. Giriş

Yüzey pürüzlülüğü; çeşitli yöntemler ile işlenen malzemenin yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça küçük ve periyodik bir şekilde tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir (Stumbo, 1963; Peters ve Cumming, 1970). Başka bir tanımda ise yüzey pürüzlülüğü; kullanılan üretim yöntemleri veya işleme faktörlerinin etkileri ile oluşan, alışılmış tarzda başka düzensizlikler ile sınırlı olan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleri şeklinde tanımlanmaktadır (TS 6956, 2004). Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili ilk çalışmalar 1939' da metal endüstrisinde başlarken, odun yüzey pürüzlülüğünün ölçümü ile ilgili çalışmalar 1950'li yıllarda başlamıştır (Stumbo, 1963; Aydın ve Çolakoğlu, 2003).

Mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi, ürün kalitesine doğrudan etkisi nedeniyle giderek önem kazanmaktadır. Özellikle ahşap mobilya endüstrisinde odunun çeşitli alet ve makinelerle işlenmesindeki yöntem farklılıklarının bir sonucu olarak geniş bir aralıkta ortaya çıkan yüzey düzensizliklerinin ölçülebilir ve kontrol edilebilir olması oldukça önemlidir (Efe vd., 2007). Mobilyayı son ürün halinde korumak, güzelleştirmek ve ekonomik değerini arttırmak amacıyla çeşitli üst yüzey işlemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması da odun yüzeyinin kalitesine bağlıdır

(Richter vd., 1995). Bununla beraber, odunun işlenmesinde, iş parçasından mekanik olarak yonga, talaş gibi parçaların uzaklaştırılması ile yüzeyde bazı istenmeyen kusurlar oluşabilmektedir. Yüzeyde oluşan bu düzensizlikler tutkallama ve üst yüzey işlemlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Masif mobilya ve doğrama üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce kullanılan ağaç malzeme yüzeyinin düzleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, rendeleme ve zımparalama gibi işlemler yapılmaktadır. Yeterli ve homojen bir yüzey düzgünlüğü oluşturulmadığında, yüzey işlemlerinden sonra daha da belirginleşen yüzey kusurları ürün kalitesini ve fiyatını olumsuz yönde etkilemektedir (Stumbo, 1963). Örneğin; ağaç malzemenin planyalanma aşamasında kusurlu bir yüzeyin oluşması, daha sonra yüzeyin çeşitli işlemlerle düzeltilmesini gerektirmektedir. Sonuç olarak; işgücü, malzeme, zaman vb. konularda kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Yapılan bu işlemler sonucunda verimlilik oranında da azalma meydana gelebilmektedir (Sofuoğlu, 2008). Ayrıca, odunun yüzey pürüzlülüğü üretilen ürünlerin yapışma direncini de etkileyebilmektedir. Düzgün yüzeylerin kaplanmasına kıyasla pürüzlü yüzeylere uygulanan kaplama işleminin yapışma kalitesini üçte bir oranında azaltabildiği bildirilmiştir (Jakub ve Martino, 2005).

Bu araştırmada odunun işlenmesi sırasında çeşitli nedenlerden dolayı oluşan yüzey pürüzlülükleri üzerinde durulmaktadır.

2. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler

Odun anizotropik yapıya sahip bir malzeme olmasından dolayı homojen malzemelerle kıyaslandığında kendine özgü bazı özellikler taşımaktadır. Farklı anatomik yapısı nedeniyle odun; kesme, biçme, rendeleme ya da zımparalama gibi işlemlere tabi tutulsa bile yüzeyi tamamen düzgün olmamaktadır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003). Bu nedenle odunda yüzey pürüzlülüğü, birinci derecede anatomik yapıya, ikinci derecede ise odunun işlenmesinde kullanılan makine, işleme faktörleri, işleme yöntemleri, rutubet, vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Sieminski ve Skarzynska, 1987). Şekil 1 işlenmiş odun yüzeyinin mikroskobik ve makroskobik olarak görünümünü göstermektedir.

Bu doğrultuda ağaç malzemesinde yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörleri odun türünün anatomik yapısından kaynaklanan faktörler ve odunun işlenmesinden kaynaklanan faktörler olmak üzere iki ana grupta toplamak uygun olacaktır.

2.1. Odunun anatomik yapısından kaynaklanan pürüzlülük

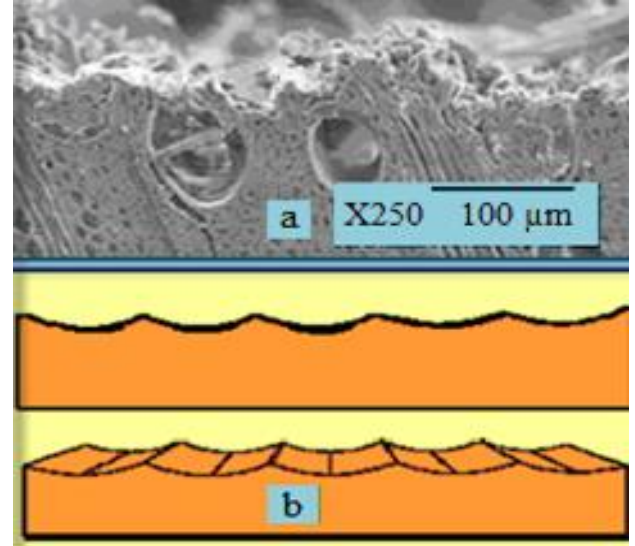
Odunun çeşitli makineler ile işlenmesi sürecinde odunu oluşturan hücrelerin kesici aletler ile kesilmesi sonucunda bu hücreler arasında oyuklar oluştuğu, bu oyukların ölçüleri üzerine ise ağaç türü, ilkbahar-yaz odunu oranı ve odunun enine, radyal veya teğet yönde kesilmesinin etkili olduğu, bunun da odunun yüzey pürüzlülüğüne yansıdığı belirtilmiştir (Stumbo, 1963; Peters ve Cumming, 1970; Söğütü, 2005). Ayrıca, ağaç malzemesinin yetişme yeri koşullarına bağlı olarak değişebilen yıllık halka genişliği ve odun yoğunluğu da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Yıllık halka içindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlülüğü üzerinde oldukça etkilidir. Yapılan çalışmalarda yıllık halka içerisindeki yaz odunu kısmının ilkbahar odunu kısmına göre daha düşük pürüzlülük değerleri ürettiği belirtilmiştir (Gurau, 2004; Ulusoy, 2011; Tiryaki, 2012). Bu durum ilkbahar odunu ve yaz odunu hücre çeperi yapılarının birbirinden farklı olmasına bağlanmaktadır (Ohashi vd., 2001). Ayrıca, odun yüzeyinde oluşan çatlaklar, hücre çökmeleri, lif kopmaları, lif uzunluğu ve odunun doğal büyüme karakteristiklerinden sayılan budak, lif kırıklıkları ve basınç odunu oluşumu da pürüzlülüğü artırıcı yönde etki yapmaktadır (Sieminski ve Skarzynska, 1987; Akbulut ve Ayrılmış, 2006). Odunun işlenme yönü de yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Teğet kesit radyal kesite kıyasla genellikle daha düzgün yüzeyler oluşturmaktadır (Örs ve Baykan, 1999; Örs ve Demirci, 2003; Efe ve Gürleyen, 2003; Söğütü, 2004). Odunun hüresel yapısı ve pürüzlülük profili arasındaki ilişki Şekil 2'de gösterilmektedir.

2.2. Odunun işlenmesinden kaynaklanan pürüzlülük

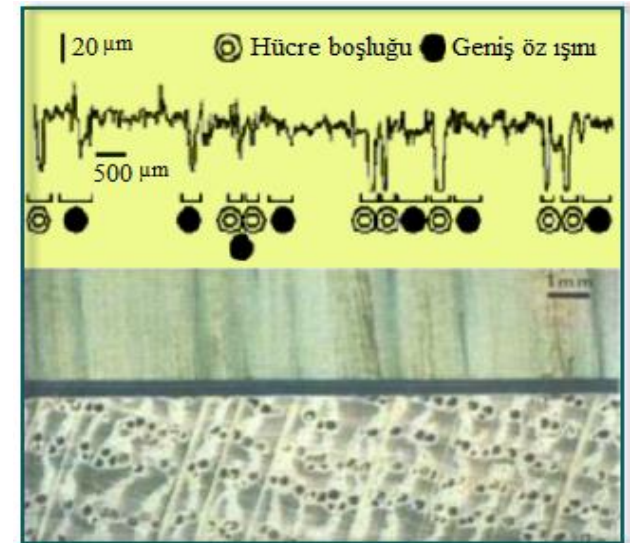
Odun yüzeyinin düzgünleştirilmesi için uygulanan işlemler biçme, rendeleme, zımparalama vb. olarak belirtilebilir. Bu işleme yöntemleri ve işlemler sırasında uygulanan koşullar yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin; farklı odun türlerinin çeşitli koşullar

altında planyalanması konusunda yapılan bir araştırmada, en iyi işleme sonuçları düşük kesme açılarında elde edilmiştir (Malkoçoğlu ve Özdemir, 2006). Odunun işlenmesinde kesici sayısının, besleme hızının ve kesiş derinliğinin de yüzey kalitesi üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Genellikle, kesiş derinliği ve besleme hızı arttıkça yüzey kalitesini arttırdığı belirtilmiştir (Efe vd., 2003; Usta vd., 2007; Tiryaki, 2012; Tiryaki vd., 2014). Odunun planyalanmasında kesici sayısının yüzey kalitesine etkisi Şekil 3'de görülmektedir.

Ayrıca, Fujiwara vd. (2005) yapmış olduğu bir çalışmada besleme hızı gibi işlemede etkili olan değişkenlerin uygun bir şekilde seçilmediği takdirde arzulan yüzey kalitesinin elde edilemeyeceğini bildirmiştir. Bu nedenle, işlemede daha düzgün odun yüzeyleri elde edilmesi bakımından kesici sayısının artırılıp düşük besleme hızlarında işlemenin gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Mcmillin ve Lubkin, 1959; Stewart, 1976).



Şekil 1. Odun yüzeyinde kesiş izlerinin mikroskobik (a) ve makroskobik (b) görünümü (Malkoçoğlu, 2010)



Şekil 2. Odunun hüresel yapısı ile pürüzlülük profili ilişkisi (Duran, 2005)

Bıçme işleminde ise testere dış geometrisinin yüzey kalitesi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Örs vd., 1991). Demirci (1998) yüzey pürüzlülüğünün testerede dış sayısı arttıkça azaldığını bildirmiştir. Ayrıca, zımpara numarasının yüzey pürüzlülüğüne etkisi üzerine yapılan çalışmalarda zımpara numarası artışının pürüzlülüğü azalttığı bildirilmiştir (Örs ve Baykan, 1999; Örs ve Demirci 2003; Aslan vd., 2008; Sulaiman vd., 2009; Tiryaki vd., 2014). Zımparalama işleminin liflere paralel yönde yapılması durumunda liflere dik yönde yapılmasına kıyasla daha az pürüzlülüğün olduğu ortaya konulmuştur (Sieminski ve Skarzynska, 1987). İter vd. (2002) zımparalama işlemlerinde aşındırıcı madde boyutunun küçülmesi ve zımpara baskı kuvvetinin artırılması ile daha düzgün yüzeyler elde edilebileceğini bildirmiştir. Şekil 4’de odunun daire ve şerit testerelede işlenmesi ve farklı numara zımparalar ile zımparalanması sonucunda oluşan pürüzlülük profilleri verilmektedir.

Odunun yüzey pürüzlülüğü üzerine önemli olan bir başka parametre işleme veya pürüzlülük ölçümü sırasındaki odunun içerdiği rutubet miktarıdır. Kullanım yerine uygun olarak düşük rutubette işlenen odunların yüksek rutubette işlenenlere göre daha düzgün yüzeylerin elde edilmesine katkı sağlayacağı bildirilmiştir (Hızıroğlu ve Suchsland, 1993). Düşük odun rutubet miktarlarında daha düşük yüzey pürüzlülük değerlerinin elde edilebileceği Baykan (1996) tarafından da doğrulanmıştır.

Öte yandan, oduna uygulanan ısı muamelesi gibi işlemler yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde etkilemektedir. Örnek olarak; odunun ısı ile muamelesinin pürüzlülük miktarını azaltarak yüzey kalitesinde bir iyileşme sağladığı bildirilmiştir (Ünsal ve Ayrılmış, 2005; Ayrılmış ve Winandy, 2009). Korkut vd. (2009) bu durumun masif odunun birçok kullanım amacı için çok önemli olduğunu ve planyalama işleminde kayıpları azaltarak yüksek kaliteli yüzeyler sağlayacağını belirtmiştir. Ayrıca, sıcak pres kullanımı ile termal olarak muamele edilmiş odunun yüzey pürüzlülüğünün artan pres basıncı ve azalan pres sıcaklığı ile azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum uygulanan pres sıcaklığı ve basıncının bir sonucu olarak, odun yapısındaki lignin bileşeninin termoplastik bir dönüşüme uğrayarak yüzey tabakasının yoğunluğunun artışına yol açmasından kaynaklanmaktadır (Ünsal vd., 2011). Sonuç olarak, odunun yüzey pürüzlülüğünde sağlanan azalma planyalama ve zımparalama gibi temel odun işleme süreçlerinin daha düşük maliyetlerle gerçekleştirilmesine katkı sağlayabileceği söylenebilir.

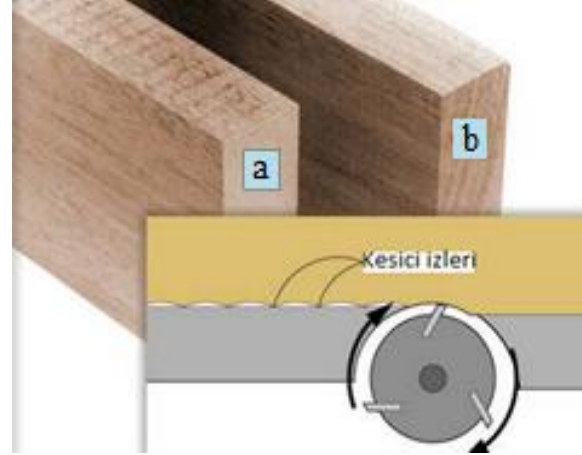
3. Yüzey pürüzlülük parametreleri

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili parametreler; profil ortalama çizgisine göre yüzeyin iki boyutlu profilini veren, profil yükseklik yönünde veya yüzey düzlemine dik girinti çıkıntılarının oluşturduğu düzensizlikler olarak belirtilebilir. Bunlardan yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede, genellikle ortalama pürüzlülük (R_a), on nokta yüksekliği (R_z) ve en büyük pürüzlülük R_y (R_{max}) ölçüt alınır (TS 6956, 2004).

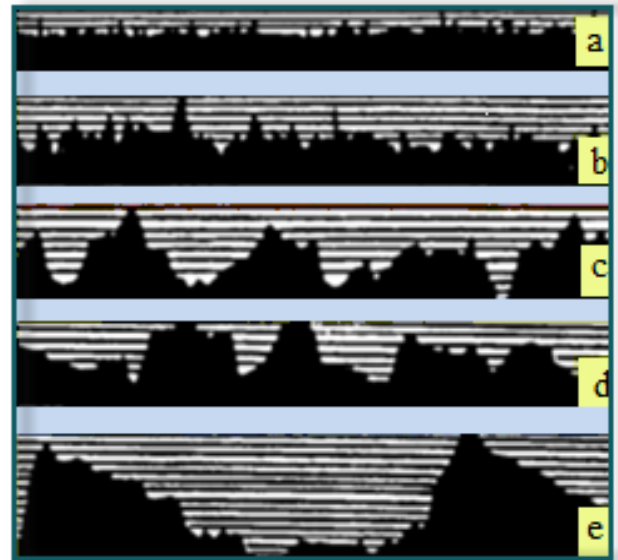
3.1. Ortalama pürüzlülük değeri (R_a)

Ortalama pürüzlülük (R_a), pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara (Y_i) ilişkin tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır (Mitutoyo, SJ-301, 2001). Ortalama pürüzlülük değeri (R_a) Şekil 5’de gösterilmekte ve

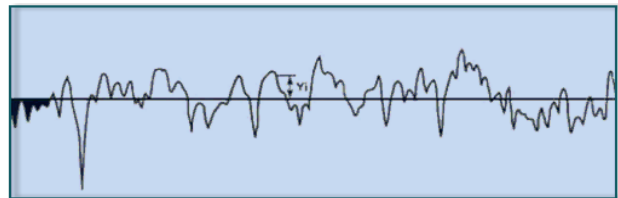
eşitlik 1 ile hesaplanmaktadır. Ortalama pürüzlülük parametresi, odunun yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ve elde edilen pürüzlülük verilerinin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan pürüzlülük parametresi olarak ifade edilebilir.



Şekil 3. Planya işleminde kesici sayısının yüzey kalitesine etkisi (a- 1 kesici ile odunun planyalanması, b- 4 kesici ile odunun planyalanması) (Davis, 1962)



Şekil 4. Doğru kayını’nda farklı işleme süreçleri sonucunda oluşan pürüzlülük profilleri (a-120 no’ lu, b- 80 no’ lu, c- 60 no’ lu zımpara ile zımparalanmış, d- daire testere, e- şerit testere ile işlenmiş) (Gürleyen, 1998)



Şekil 5. Ortalama pürüzlülük değeri (Mitutoyo, SJ-301, 2001)

$$R_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y_i| \quad (1)$$

Ancak, bununla birlikte ortalama pürüzlülük parametresi, pürüzlülüğü ölçülen yüzeyin yapısı hakkında tam bir bilgi vermek için yeterli değildir. Örneğin; Şekil 6'da verilmiş olan üç farklı yüzeyin ortalama pürüzlülük değeri aynı olmasına rağmen, pürüzlülük ölçümü gerçekleştirilen bu üç yüzey aslında farklı özelliklere sahip yüzeylerdir (Aydın ve Çolakoğlu, 2003). Bu nedenle, odunun yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için yalnızca ortalama pürüzlülük değerini (R_a) dikkate almak çok doğru bir yaklaşım değildir.

3.2. On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (R_z)

R_z pürüzlülük parametresi, pürüzlülük profili boyunca yer alan en yüksek beş çıkıntı ve en derin beş girintinin ortalama değerleri toplamıdır (Mitutoyo, SJ-301, 2001). On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (R_z) Şekil 7'de gösterilmekte ve eşitlik 2 ile hesaplanmaktadır.

$$R_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{pi} + \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{vi} \quad (2)$$

3.3. En büyük pürüzlülük değeri (R_y)

R_y (R_{max}) pürüzlülük parametresi, pürüzlülük profili boyunca, ortalama profil çizgisine göre en yüksek çıkıntı (Y_p) ile en derin girintinin (Y_v) toplamını ifade etmektedir (Mitutoyo, SJ-301, 2001). En büyük pürüzlülük değeri (R_y) Şekil 8'de gösterilmekte ve eşitlik 3 ile hesaplanmaktadır.

$$R_y(R_{max}) = Y_p + Y_v \quad (3)$$

3.4. Profil ortalama çizgisi

Her iki tarafındaki görünüş alanları toplamını birbirine eşitleyen ve nominal profil genel doğrultusuna paralel olacak şekilde gerçek profili örneklem uzunluğu boyunca kesen doğrudur (Mitutoyo, SJ-301, 2001).

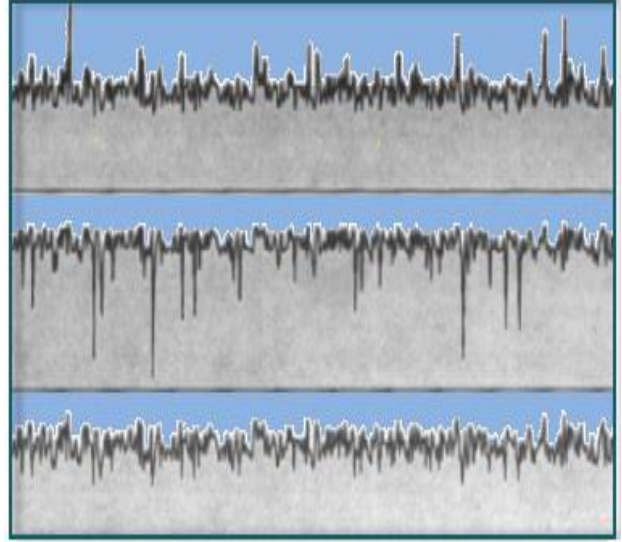
4. Pürüzlülük belirleme yöntemleri

Odunun yüzey kalitesi, yapışma direnci ve yüzey işlemleri gibi üretim süreçlerini etkileyen en önemli özellik ve en belirgin müşteri isteğidir. Bu nedenle, yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için birçok yaklaşım ortaya konmuştur (Kılıç vd., 2006; Bajic vd., 2008). İlk yüzey pürüzlülük ölçümleri duysal (elle dokunma ve gözle gözlemlenme) gözlemlerle yapılmıştır. Ancak, bu yöntemler çok subjektif olduğu için farklı ölçme yöntemleri ve aletleri geliştirilmiştir (Karagöz, 2010). Pürüzlülük ölçümlerinde kullanılan araçlar iki kategoride toplanabilir. Bunlar; dokunmalı ve dokunmasız yöntemlerdir (Aydın ve Çolakoğlu, 2003). Şekil 9'da bazı pürüzlülük ölçüm yöntemleri gösterilmiştir.

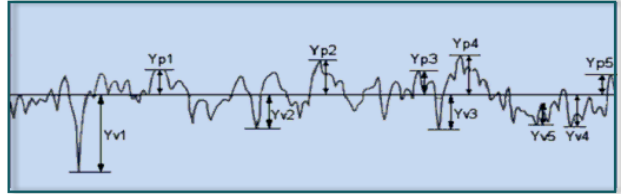
Dokunmalı iğne tarama yöntemi halen kullanılmakta olan ve genel kabul görmüş en etkili pürüzlülük ölçüm yöntemlerinden birisidir (Lemaster ve Beall, 1993; Hızıroğlu, 1996). Ancak, odunun yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için genel olarak kabul görmüş standart bir metod yoktur (Zhong vd., 2013). Bunun yanı sıra her metodun faydaları ve sakıncalı yönleri bulunmaktadır. Örneğin; dokunmalı iğne tarama yöntemi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında çalıştırılması basittir. Yöntemde hassas uçlu bir iğne ile tarama yapıldığı için pürüzlülük

ölçümlerine uygun tarama iğnesinin kullanılması gerekmektedir.

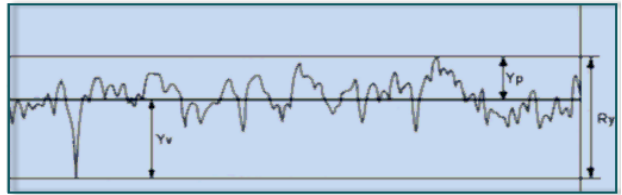
Bununla birlikte yüzey profillerini tam bir duyarlılıkta elde etmek için çok sayıda ölçüm yapmak gerekmektedir. Hem ölçümlerin yapılması hem de sonuçların değerlendirilmesi oldukça fazla zaman kaybına neden olabilmektedir. Yöntemde tarama işlemi iğne ile liflere dik olarak yapılmaktadır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003; Malkoçoğlu ve Özdemir, 1999; Bonac, 1979).



Şekil 6. Aynı pürüzlülük değerine (R_a) sahip üç farklı yüzey (Aydın ve Çolakoğlu, 2003)



Şekil 7. On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (Mitutoyo, SJ-301, 2001)



Şekil 8. En büyük pürüzlülük değeri (Mitutoyo, SJ-301, 2001)

	Tahrif edici testler	Dokunmalı	Dokunmasız
Dokunsal / Görsel		Elle dokunma	Gözlem
Profil üretmeyen	Mürekkeple dokunma	Prümatik	Yansıma
Profil üreten	Mikrotenak kesim	İğne tarama	Lazer

Şekil 9. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde kullanılan bazı yöntemler (Jakub and Martino, 2005)

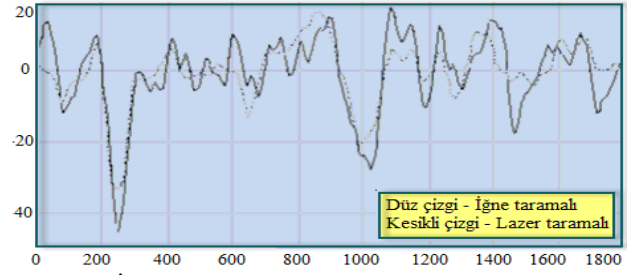
Dokunmasız yüzey pürüzlülük ölçüm yöntemlerinden olan optik yöntemler ise, hızlı alan ölçümü yaptığı için yüzey tekstürü ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ölçüm yöntemlerinin en büyük avantajları dokunmasız olması ve yüzeyleri tahrip etmemesidir. Ayrıca, bu yöntem görüntü ve mikroskobik tabanlı olduğu için dokunmalı yöntemlere göre daha hızlıdır (Vorbürger vd., 2007).

Gurau vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, odun yüzeylerinin pürüzlülük ölçümlerinde en yaygın kullanılmakta olan iğne taramalı ve lazer taramalı yöntemler ile elde edilen pürüzlülük sonuçları karşılaştırılmıştır. Meşe odun örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiş olan çalışmada örnek yüzeyleri önce lazer, sonra da iğne taramalı yöntem ile taranmıştır. İğne taramalı yöntem ile düzenli zımpara izleri daha iyi ortaya konmuş ve odun yüzeyinin topografyası hakkında daha detaylı bilgiler elde edilmiştir (Şekil 10).

Bununla birlikte iğne taramalı ölçüm yöntemi, lazer taramalı yöntem ile kıyaslandığında daha uzun bir ölçüm zamanı gerektirmektedir. Sonuç olarak, iğne taramalı yöntem ile odun yüzeyindeki düzensizlikler lazer tarama yöntemine göre daha ayrıntılı olarak tespit edilebilmekte, ancak iğne tarama yönteminde ihmal edilebilen bazı pikler lazer tarama ile daha net ortaya konulabilmektedir (Gurau vd., 2001).

Gurau (2010) iğne tarama ve lazer taramalı pürüzlülük ölçüm yöntemlerini kullanarak odunun anatomik düzensizliklerinden kaynaklanan pürüzlülük ile işleme sırasında oluşan pürüzlülüğü ayıran bir metod geliştirmiştir. Sonuç olarak, anatomik düzensizlikler ve işleme sırasında oluşan düzensizlikleri ayırmada iğne taramalı yöntemin lazer taramalı yöntemine göre daha güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Son yıllarda diğer yöntemlerin yanı sıra; ultrasonik, video kamera ve taramalı elektron mikroskop yöntemleri ile pürüzlülük ölçümleri üzerinde durulmaktadır. Bu ölçüm yöntemlerinden taramalı elektron mikroskop yönteminde kullanılan örnek boyutları çok küçük olduğundan pürüzlülük değerlendirmeleri için yetersiz olduğu belirtilmiştir (Malakoğlu ve Özdemir, 1999). Ayrıca, odun poröz, özgül ağırlığı değişken ve farklı anatomik özelliklere sahip farklı bölgeleri bulunan heterojen bir malzemedir (Faust, 1987). Bu faktörler dokunmasız yüzey tarama yöntemlerinin ölçüm sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bununla birlikte odun yumuşak bir malzeme olduğu için dokunmalı tarama yöntemleri ile tarama işlemi esnasında, tarayıcı dedektör odunun yüzeyini değiştirebilmektedir (Lemaster ve Beall, 1993). Yüzey pürüzlülük ölçüm yöntemlerinin bu sakıncalarından dolayı odun yüzey kalitesini hassas bir şekilde ölçebilecek daha gelişmiş bir yöntem ihtiyacı vardır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003).

Odunun yüzey pürüzlülüğü ile ilgili yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan ortak görüş işlenmiş odun yüzeyinin pürüzlülük derecesinin daha iyi değerlendirilebilmesi için pürüzlülük profilinde odunun anatomik yapısı ile ilgili düzensizlikleri uzaklaştırmayı ve işleme ile ilgili pürüzlülükten ayırmayı sağlayan uygun bir filtreleme yöntemine ihtiyaç olduğudur. Bu amaçla, son yıllarda, birçok araştırmacı odunun yüzey pürüzlülüğünü karakterize etmek için polinom regresyon, Gauss regresyon ve robust (güçlü) Gauss regresyon gibi çeşitli yöntemler kullanmıştır (Raja vd., 2002; Fujiwara vd., 2004; Gurau vd., 2006; Hendarto vd., 2006).



Şekil 10. İğne taramalı ve lazer taramalı yöntemlerle elde edilen yüzey profilleri (µm) (Gurau vd., 2001)

Raja vd. (2002) güçlü Gauss filtreleme yönteminin Gauss regresyon filtreleme yöntemine göre daha büyük örnek yüzeyinin pürüzlülüğünün değerlendirilmesine imkan sağladığını ve daha iyi bir profil ortalama çizgisi verdiğini belirtmiştir. Filho vd. (2012) polinom regresyon ve güçlü Gauss regresyon filtreleme yöntemlerini içeren bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu yöntem, işleme süreci sonrasında odunun anatomik yapısıyla ilgili oluşan büyük boyuttaki düzensizlikleri elimine etme avantajına sahiptir. Ayrıca, Gurau vd. (2014) güçlü Gauss regresyon yönteminin odun yüzeyine uygulanmasıyla bozulmamış pürüzlülük profilinin elde edilebileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte, uygun tekniğin kullanılması odun işlemenin gerçek performansını anlamak için son derece önemlidir. Ancak, bu avantajlarına rağmen, karmaşık hesaplamaların yapılması ve çeşitli algoritmalar gerektirmesi bu yöntemlerin yoğun bir şekilde kullanılmalarını sınırlamaktadır (Raja vd., 2002).

5. Sonuç

Odunun yüzey karakteristikleri üretilen son ürünün kullanım yerinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle mobilya ve dekorasyon elemanları, ahşap yer döşemeleri ve ahşap ürünlerin yüzey nitelikleri açısından elde edilen yüzey kalitesi daha da önem taşımaktadır. Odunun yüzey karakteristiklerinden biriside gerek işlenmesi sırasında ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğüdür. Ağaç malzemelerin alet ve makinelerle planalama, frezeleme, tormalama, zımparalama vb. gibi işlenmesi sonucunda, oluşacak yüzeylerinin düzgünlüğüne göre parça yüzey kalitesi belirlenerek, görülebilecek olumsuz etkenler giderilmek suretiyle kalite artırılabilir. Ayrıca, ağaç malzemenin işlenmesi sırasında en uygun kesici geometrisinin kullanımı da odun yüzeylerinin daha pürüzsüz olmasına yardımcı olabilecektir. Aksi takdirde, yüzey pürüzlülüğünü azaltmak amacıyla yapılacak ek işlemler ürünün üretim maliyetinde bir artışa yol açacaktır. Bu bakımdan yapılacak çalışmalarla optimum kesici geometrisinin elde edilmesi ve daha kaliteli ürünlerin üretilmesinin sağlanması amaçlanmalıdır.

Kaynaklar

- Akbulut, T., Ayrılmis, N., 2006. Effect of compression wood on surface roughness and surface absorption of medium density fiberboard. *Silva Fennica*, 40(1): 161-167.
- Aslan, S., Coşkun, H., Kılıç, M., 2008. The Effect of the cutting direction, number of blades and grain size of the abrasives on surface roughness of Toros cedar (*Cedrus*

- Libani A. Rich.) woods. Building and Environment, 43: 696-701.
- Aydın, İ., Çolakoğlu, G., 2003. Odun yüzeylerinde pürüzlülük ve pürüzlülük ölçüm yöntemleri. Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2): 92-102.
- Ayrılmış, N., Winandy, J.E., 2009. Effects of post heat-treatment on surface characteristics and adhesive bonding performance of medium density fiberboard. Materials and Manufacturing Processes, 24: 594-599.
- Bajic, D., Lela, B., Zivkovic, D., 2008. Modeling of machined surface roughness and optimization of cutting parameters in face milling. Metalurgija, 47(4): 331-334.
- Baykan, İ., 1996. Rendelenmiş ve zımparalanmış masif ağaç malzeme yüzeylerinde yüzey pürüzlülüklerine ilişkin araştırmalar. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bonac, T., 1979. Wood roughness volume and depth estimated from pneumatic surface measurements. Wood Science, 11(4): 227-232.
- Davis, E.M., 1962. Machining and related characteristics of United States hardwoods. U.S. Department of Agriculture-Forest Service Technical Bulletin No.1267, Washington.
- Demirci, S., 1998. Daire testere kesicilerinin ağaç malzemelerde yüzey düzgünlüğüne etkilerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duran, V., 2005. Ağaç malzemedeki rendeleme faktörlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri. Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Efe, H., Demirci, S., Kılıç, S., 2003. Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky) odunun rendelenmesinde kesiş yönü, bıçak sayısı, besleme hızı ve kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1: 77-87.
- Efe, H., Gürleyen, L., 2003. Bazı ağaç malzemelerde kesiş yönü, kesici adeti ve devir sayısının yüzey düzgünlüğüne etkileri. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(12): 34-44.
- Efe, H., Gürleyen, L., Budakçı, M., 2007. Akasya odununda kesiş yönü ve kesici sayısının yüzey düzgünlüğü ve yapışma direncine etkisi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7(1): 13-32.
- Faust, T.D., 1987. Real time measurement of veneer surface roughness by image analysis. Forest Products Journal, 37(6): 34-40.
- Filho, A.P., Sternadt, G.H., Arencibia, R.V., 2012. Removing deep valleys in roughness measurement of soft and natural materials with mathematical filtering. Science & Engineering Journal, 21 (2): 29-34.
- Fujiwara, Y., Fujii, Y., Okumura, S., 2005. Relationship between roughness parameters based on material ratio curve and tactile roughness for sanded of two hardwoods. Journal of Wood Science, 51: 274-277.
- Fujiwara, Y., Fujii, Y., Sawada, Y., Okumura, S., 2004. Assessment of wood surface roughness: comparison of tactile roughness and three-dimensional parameters derived using a robust Gaussian regression filter. Journal of Wood Science, 50: 35-40.
- Gurau, L., 2004. The roughness of sanded wood surfaces. PhD Dissertation, Forest Products Research Centre, Brunel University, United Kingdom.
- Gurau, L., 2010. An objective method to measure and evaluate the quality of sanded wood surfaces. The Future of Quality Control for Wood & Wood Products, 4-7th May, Edinburgh.
- Gurau, L., Mansfield-Williams, H., Irle, M., 2001. A Comparison of laser triangulation and stylus scanning for measuring the roughness of sanded wood surfaces. Proceedings of the 5th International Conference on the Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry, 5th-7th September, Ljubljana, Slovenia.
- Gurau, L., Mansfield-Williams, H., Irle, M., 2006. Filtering the roughness of a sanded wood surface. Holz als Roh und Werkstoff, 64: 363-371.
- Gurau, L., Mansfield-Williams, H., Irle, M., 2014. Convergence of the robust Gaussian regression filter applied to sanded wood surfaces. Wood Science and Technology, 48: 1139-1154.
- Gürleyen, L., 1998. Mobilyada kullanılan masif ağaç malzemelerde yüzey düzgünlüğünün karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hendarto, B., Shayan, E., Ozarska, B., Carr, R., 2006. Analysis of roughness of a sanded wood surface. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28: 775-780.
- Hızıroğlu, S., 1996. Surface roughness analysis of wood composites: A Stylus Method. Forest Products Journal, 46 (7/8): 67-72.
- Hızıroğlu, S., Suchsland, O., 1993. Linear expansion and surface stability of particleboard. Forest Products Journal, 43(4): 31-34.
- İlter, E., Çamlıyurt, C., Balkız, Ö.D., 2002. Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) odununun yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 281, Kardelen Matbaacılık, Ankara.
- Jakub, S., Martino, N., 2005. Wood surface roughness-what is it?, Rosenheim Workshop, BOKU University of Natural Sources and Applied Life Sciences, 29-30 September, Vienna, Austria.
- Karagöz, Ü., 2010. Ahşap malzemenin CNC ile işlenmesinde yüzey kalitesini etkileyen işleme parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kılıç, M., Hızıroğlu, S., Burdurlu E., 2006. Effect of machining on surface roughness of wood. Building and Environment, 41: 1074-1078.
- Korkut, S., Alma, M.H., Elyıldırım, Y.K., 2009. The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) wood. African Journal of Biotechnology, 8(20): 5316-5327.
- Lemaster, R.L., Beall, F.C., 1993. The Use of dual sensors to measure surface roughness of wood-based composites. Proceedings of the 9th Inter. Symp. on Nondestructive testing of wood. Forest Products Society, 123-130, Madison.
- Malkaçoğlu, A., Özdemir, T., 2006. The machining properties of some hardwoods and softwoods naturally grown in eastern Black Sea Region of Turkey. Journal of Materials Processing Technology, 173 (3): 315-320.

- Malkoçoğlu, A., 2010. Ağaç malzeme işleme teknolojisi ders notları (Yayınlanmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Malkoçoğlu, A., Özdemir, T., 1999. Yüzey pürüzlülüğü araştırmalarının tarihi gelişimi. Mobilya Dekorasyon Dergisi, 32: 60-68.
- Mcmillin, C.W., Lubkin, J.C., 1959. Circular sawing experiments. Forest Products Journal, 10: 361-367.
- Mitutoyo, SJ-301. 2001. Surface roughness tester, user's manual, Mitutoyo Corporation, Japan.
- Ohashi, Y., Sahri, M.H., Yoshizawa, N., Itoh, T., 2001. Annual rhythm of xylem growth in rubberwood (*Hevea brasiliensis*) trees grown in Malaysia. Holzforschung, 55(2): 151-154.
- Örs, Y., Baykan, İ., 1999. Masif ağaç malzemedeki rendeleme ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(3): 557-582.
- Örs, Y., Demirci, S., 2003. Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarında yüzey düzgünlüğüne kesiş yönü ve zımparalamanın etkisi. Politeknik Dergisi, 6(2): 491-495.
- Örs, Y., Kalaycıoğlu, H., Çolakoğlu, G., 1991. Testelerde dış geometrisinin kereste yüzey kalitesine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15: 777-784.
- Peters, C., Cumming, D.S., 1970. Measuring wood surface smoothness: A Review. Forest Products Journal, 20(12): 40-43.
- Raja, J., Muralikrishnam, B., Fu, S., 2002. Recent advances in separation of roughness, waviness and form. Precision Engineering, 26: 222-235.
- Richter, K., Feist, W.C., Knaebe, M.T., 1995. The Effect of surface roughness on the performance of finishes. Forest Products Journal, 45(7): 91-97.
- Sieminski, R., Skarzynska, A., 1987. Surface roughness of different species of wood after sanding. Przemysl-Drzewny, 38(9): 23-25.
- Sofuoğlu, S.D., 2008. Bazı yerli ağaç türü odunlarının işleme özelliklerinin yüzey kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Söğütü, C., 2004. Bazı yerli ağaç türlerinin kündekâri yapımında kullanım imkânları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Söğütü, C., 2005. Bazı faktörlerin zımparalanmış ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi. Politeknik Dergisi, 8(4): 345-350.
- Stewart, H.A., 1976. Abrasive planing across the grain with higher grit numbers can reduce finish. Forest Products Journal, 20(4): 49-51.
- Stumbo, D.A., 1963. Surface texture measurement methods. Forest Products Journal, 13: 299-304.
- Sulaiman, O., Rashim, R., Subari, K., Liang, C.K., 2009. Effect of sanding on surface roughness of rubberwood. Journal of Materials Processing Technology, 209: 3949-3955.
- Tiryaki, S., 2012. Bazı ağaç türü odunlarının işlenmesinde güç tüketiminin ve yüzey pürüzlülüğünün araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tiryaki, S., Malkoçoğlu, A., Özşahin, Ş., 2014. Using artificial neural networks for modeling surface roughness of wood in machining process. Construction and Building Materials, 66: 329-335.
- TS 6956 EN ISO 4287, 2004. Geometrik mamul özellikleri (GMÖ), Yüzey Yapısı: Profil Metodu-Terimler. Tarifler ve Yüzey Yapısı Parametreleri, TSE, Ankara.
- Ulusoy, H., 2011. Bazı ağaç türü odunlarının anatomik yapıları ve işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünsal, Ö., Ayrılmış, N., 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood. Journal of Wood Science, 51: 405-409.
- Ünsal, Ö., Candan, Z., Korkut, S., 2011. Wettability and roughness characteristics of modified wood boards using a hot-press. Industrial Crops and Products, 34: 1455-1457.
- Usta, İ., Demirci, S., Kılıç, Y., 2007. Comparison of surface roughness of Locust Acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) and European Oak (*Quercus petraea* (Matt.) Lieble.) in terms of the preparative process by planing. Building and Environment, 42: 2988-2992.
- Vorbürger, T.V., Rhee, H.G., Renegar, T.B., Song, J.F., Zheng, A., 2007. Comparison of optical and stylus methods for measurement of surface texture. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 33: 110-118.
- Zhong, Z.W., Hiziroglu, S., Chan, C.T.M., 2013. Measurement of the surface roughness of wood based materials used in furniture manufacture. Measurement, 46(4): 1482-1487.

Geri kazanılmış sekonder liflerin yeniden kullanılması üzerine bir inceleme

H. Turgut Şahin*

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

* İletişim yazarı/Corresponding author: halilsahin@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received:22.05.2014, Kabul tarihi/Accepted: 25.08.2014

Özet: Kağıt yapısının ana iskelet elemanı selülozdur. Kullanımın tamamlayarak atık durumuna gelmiş kağıtların yapısında bulunan selülozun geri kazanılmasıyla yeniden kağıt üretiminde değerlendirilmesi mümkündür. Geri kazanılmış selüloz liflerinden (sekonder lif) yeniden kağıt üretimi esnasında, geleneksel odun hamurundan kağıt üretimine göre bazı farklı uygulamalar gereklidir. Zira daha önce kurumuş ve yeniden kağıt üretilen selülozun yapısı modifiye olmuştur. Sekonder liflerden yeniden üretilen kağıtların kalite ve direnç özellikleri odun hamurundan üretilenlere göre belirgin seviyede düşmektedir. Geri dönüşüm işlemleriyle selülozun yapısında meydana gelen değişikliklerin bilinmesi, kağıt fabrikasyonu esnasında bazı ilave işlemlerle fiziksel ve optik kalite düşmeleri belli sınırlar içerisinde tutulabilir.

Anahtar kelimeler: Selüloz, Kağıt geri dönüşüm, Kağıt özellikleri, Stok hazırlama, Optik özellikler

A study on recovered secondary fiber for reuse

Abstract: Cellulose is the main structural elements of paper. However, cellulose from waste paper products can be recover and reuse for papermaking. Moreover, paper manufacturing from recovered cellulose fibers have some differences compare to conventional paper production from pulp. Because cellulose has already dry and rewetted in that secondary pulp compared to wood pulp, so the paper strength and physical properties have decreased considerably compared to wood pulp. For improving this situation, it is important to know cellulose properties during recycling. Hence further treatments should be done to improve these quality decreases some level.

Keywords: Cellulose, Paper recycling, Paper properties, Stock preparation, Optical properties

1. Giriş

Son yıllarda dünya genelinde giderek önem kazanan ve değişik birçok kağıt türünün imalinde kullanılması mümkün olan atık kağıt (selüloz) hammaddesinin özellikleri ve geri dönüşüm esnasında uğradığı değişimler üzerine literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Zira dünya genelinde atık kağıtlardan yılda milyonlarca ton selüloz geri kazanılarak (sekonder lif) çok değişik kağıt türlerinin yeniden imalinde kullanılmaya başlanmıştır (Biermann, 1993; Reese, 1991; Şahin, 2007).

Tipik olarak, geri kazanılmış sekonder liflerden yeniden üretilmiş kağıtların fiziksel direnç özellikleri odun hamurundan üretilenlere göre daha düşük olmaktadır. Bu durumun oluşmasında özellikle selülozun yapısında kuruma sonucu meydana gelen değişimler önemlidir. Bu olumsuz durumun belli derecede düzenlenmesi amacıyla stok hazırlama ve kağıt fabrikasyonu esnasında selüloz üzerine etkisi bilinen bazı kimyasallar ilave edilmesi veya hassas rafinasyon işlemleri uygulanması önerilmektedir (Gurnagul, 1995; Şahin, 2009 ve 2013; Wistara ve Young, 1999).

Teorik olarak uzun liflerden kısa liflere göre daha yüksek direnç özelliklerine sahip kağıtların üretildiği bilinmektedir. Ayrıca, lifler arasındaki bağlanma derecesi de, liflerin şişme/plastikleşme ve hidrojen bağ yapma özelliği ile yakından ilişkilidir. Fakat geri kazanılmış sekonder lifler tipik olarak orijinal lif boylarına göre daha kısa (lifler kısalmakta) ve sert (rijit) özelliktedirler. Benzer şekilde liflerin yüzey alanları daralmış olduğundan bağ

yapma potansiyelleri daha düşüktür. Atık kağıtlardan selüloz liflerinin geri kazanılması esnasında uğradığı fizikokimyasal değişimler ve kalite özellikleri üzerine bazı önemli hususlar değişik kaynaklardan sağlanabilir (Biermann, 1993; Clark, 1978; McKee, 1971; Minor, 1994; Üner ve Şahin, 2004).

Atık kağıt geri dönüşüm işlemlerinin geneli atmosferik şartlarda çalışacak şekilde dizayn edilmektedir. Fakat bazı özel durumlarda örneğin yoğun ıslak direnç maddeleri içeren (melamin/üre-formaldehit) kağıtların lif açma/hamurlaştırma işlemlerinde basınçlı bazı işlem basamakları kullanılabilir. Zira termo-set özellikteki sayfa direnç artırıcı maddelerin uzaklaştırılmaları genel olarak diğer maddelerin uzaklaştırılmasına göre oldukça zor işlemleri gerektirmektedir (Kleinau, 1990a).

Atık kağıtlarda bulunan lif dışı istenmeyen maddelerin önemli kısmı (kirler, yapıştırıcılar, dolgu ve fonksiyonel maddeler, vb.) daha geri dönüşümün ilk aşaması olan lif açma/hamurlaştırma ünitesinde, devamında eleme ve yıkama aşamasında uzaklaşmaya başlar. Lif süspansiyonda bulunabilecek kum, cam, kil ve metal kalıntıları gibi daha ağır maddeler ise santrifüjlü temizleyicilerle çöktürme ile uzaklaştırılabilir. Özgül ağırlığı daha düşük olan ve 'stickies' olarak isimlendirilen yüzey kaplama kalıntıları, plastikler, filmler, lastik benzeri partiküller ve mükrekler ise çoğunlukla lif süspansiyonunun üzerinde yüzdüklerinden, yüzey aktif maddeleri kullanılarak veya süspansiyonun alkali derecesi ayarlanarak büyük oranda ortamdan uzaklaştırılabilir. Fakat en gelişmiş işlemlerde

dahi lif dışı istenmeyen maddelerin bir kısmı selüloz lifleriyle birlikte süspansiyonda çözünmüş veya partikül şeklinde bulunabilir. Bu maddelere örnek olarak nişasta, inorganik mükrek maddeleri, silikatlar ve tutkalların yapısındaki proteinler verilebilir. Bu nedenle geri kazanılmış sekonder selüloz liflerinden hazırlanan kağıt stoğunun makineye verilmesiyle lif dışı istenmeyen katı maddeler cetvel ağzında, eleklerde ve yaş bitim (wet end) kısmında önemli sorunlar yaratabilirler (Biermann, 1993; Kleinau, 1990a ve b; Smook, 1994).

Ayrıca geri dönüşümle selüloz gibi hidrofilik olan ve liflerin şişmesine yardım eden hemiselülozlar da uzaklaşmaktadır. Hemiselülozların hücre çeperinden uzaklaştırılması liflerin şişme özelliğini negatif yönde etkilediği açıklanmıştır (Biermann, 1993; Üner ve Şahin, 2004).

2. Geri kazanılmış sekonder liflerden kağıt stoğunun hazırlanması

Geri kazanılmış sekonder selüloz lifleri tipik olarak daha az şişme/plastikleşme özelliği ve daha düşük bireysel lif direncine sahip olduğu birçok araştırmada açıklanmıştır (Scott ve Abbott, 1995; Smook, 1994; Şahin, 2013). Bu nedenle, yeniden kağıt üretimi esnasında kağıt makinesinde oluşabilecek bazı olumsuz etkilerin örneğin; lif süspansiyonun elekler üzerindeki geç süzülme ve köpüklenmesinin, artan mikrobiyolojik aktiviteler ile kağıtların makinede sık kopma durumu vb., en aza indirilmesi amacıyla kağıt stoğunun hazırlanması esnasında lifsel olmayan bazı fonksiyonel ve proses kolaylaştırıcı ilave işlemlerin uygulanması gerekmektedir. Bu amaçla liflerin şişmesi ve bağ yapma potansiyelinin düzenlenmesi için çoğunlukla alkali kimyasalların (NaOH) ilave edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, daha uzun liflere ve bireysel lif direncine sahip odun hamuru belli oranda kağıt stoğuna katılması yanında hassas ve ilave rafinasyon işlemlerinin uygulanması da tavsiye edilmektedir (Bhat vd., 1991; Clark, 1978; Gurnagul, 1995; Paavilainen, 1990; Wistara and Young, 1999; Wistara vd., 1999).

Özellikle, kağıt makinesinde sayfa yapısının oluşması esnasında presleme ve yaş bitim bölümünde küçük lifler boşluklarını tıkadığından elekten suyun uzaklaşması belli derecede azalır. Bu durum suyun uzaklaşmasını geciktirdiği gibi kağıt makinesinin hızının yavaşlamasına, makinede sayfaların daha sık kopmasına neden olur.

Yapılan bir çalışmada, kraft odun hamurundan kağıt üretimi esnasında lif süspansiyonuna, %20 oranında sekonder selüloz liflerinin eklenmesinin biyolojik madde kullanımının maliyetini yaklaşık iki katına çıkardığı açıklanmıştır (Kleinau, 1990a; Spangenberg, 1993). Kağıt makinelerinde ortamın pH'ın 5-7 arasında, sıcaklığında 50 °C nin altında olması mantar aktivitesi için yeterli ortam oluşturmaktadır. Ayrıca, kağıt ve kartonların yüzeylerindeki nişasta esaslı kaplama malzemeleri bakteri gelişimi için uygun besin maddeleri yaratmaktadır. Bu bakımdan, geri kazanılmış lifler orta seviyede mikrop taşısa dahi ortamda uygun rutubet ve sıcaklık oluşmasından dolayı biyolojik ortam mikropların hızla üremesine yardımcı olmaktadır (Kleinau, 1990a ve b; Spangenberg, 1993).

Kağıt stoğuna partikül şeklinde katı halde eklenen maddeler, çoğunlukla termoplastik, termosetting veya bazı inorganik maddeler (çoğunlukla pigment) olabilir. Kullanılan bu değişik türdeki lifsel olmayan kimyasal

maddelerin selüloz lifleri üzerine olan olumsuz etkilerini en aza indirmek ve yukarıda kısaca açıklanan sorunların belli derecede düzenlenmesi ve daha uygun şartlarda kağıt fabrikasyonu için aşağıda Çizelge 1 de özet olarak açıklanan hususların göz önünde tutulması önerilmektedir (Atalla, 1992; Kleinau, 1990a ve b; Spangenberg, 1993).

Sekonder liflerden kağıt stoğunun hazırlanması esnasında, sayfaların yaş ve kuru direnç özelliklerinin artırılması amacıyla daha yüksek oranda direnç artırıcı maddelerin eklenmesi gerekir. Bu amaçla çoğunlukla katyonik özellikte nişasta kullanılmaktadır. Sayfaların direnç özelliklerinin artırılması için aşağıda kısaca açıklanan yollardan birisinin denenmesi tavsiye edilmektedir;

- Lif süspansiyonundaki küçük boyutlu lif ve partikül (kırıntı lif) oranının azaltılması,
- Liflerin yıkanması esnasında lifsel olmayan çok küçük boyutlu partiküllerin sistemden uzaklaştırılması,
- Hassas rafinasyon işlemleriyle liflerin yüzey alanlarının artırılarak birbirlerine daha uygun temas etmesinin (bağlanması) sağlanması,
- Direnç artırıcı maddelerin ilavesiyle lifler arasında hidrojen bağ yapma potansiyelinin artırılması,
- Lifleri şişirme özelliğindeki maddelerin (alkali) ilavesiyle liflerin birbirlerine göre temas alanlarının artırılması.

Yukarıda özet olarak açıklanan hususların dikkate alınması, sekonder selüloz liflerinden yeniden kağıt üretiminde karşılaşılan bir çok sorunun çözümünde katkı sağlayabileceği üzerine görüşler bulunmaktadır (Clark, 1978; Paavilainen, 1990; Scott ve Abbott, 1995; Spangenberg 1993).

3. Geri kazanılmış sekonder liflerden üretilen kağıtların genel özellikleri

Atık kağıtların geri kazanılmış sekonder selüloz liflerinden tek başına veya odun hamurları ile belli oranlarda karıştırılarak birçok kağıt ve karton ürünleri üretilebilir. Genel olarak, düşük veya orta kalitede kağıt mendil ve havlu, gazete kağıdı ve düşük kaliteli ucuz ambalaj kağıtları ile karton imalinde çoğunlukla yüksek oranda mekanik hamurla birlikte geri kazanılmış sekonder selüloz lifleri yoğun olarak kullanılabilir. Bu tip kağıtların sayfa yapıları genel olarak; Lifin orijinine (kısa/uzun lif, geri kazanılmış lif veya mekanik/kimyasal lif oranı), kağıt fabrikasyonu esnasında eklenen maddelere ve kullanılan teknolojiyle yakından ilişkilidir. Bu özelliğinden dolayı yeniden üretilmiş kağıtlar tipik olarak;

- Sayfa yapısında daha fazla kir (benek) ve boşluk oranına sahiptir,
- Kısa liflerin (kırıntı lif) bulunmasından dolayı direnç özellikleri daha düşüktür,
- Lifsel olmayan partiküllerin yüksek oranda bulunmasından dolayı fiziksel direnç özellikleri önemli derecede düşüktür,
- Daha kolay kabarmalı özelliktedirler,
- Kağıtların optik özellikleri (parlaklık, renk, vb.) önemli derecede düşüktür,
- Yüksek kül oranına sahiptirler,
- Daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahiptirler.

Çizelge 1. Kağıt üretimi esnasında karşılaşılan bazı problemler ve çözüm önerileri

Problem	Çözüm önerisi
Sekonder liflerin ve lifsel olmayan maddelerin reaksiyon kabiliyeti	Sekonder liflerin anyonik veya katyonik kimyasallara karşı reaksiyon kabiliyeti, <i>zeta potansiyeli</i> ölçülerek anlaşılır. Bazı düzenleyici maddeler ilave edilerek (dispers maddeler), lifsel olmayan partiküllerin iyonik yükleri artırılabilir ve bunların lif süspansiyonunda stabil durumda kalmaları sağlanabilir
Dolgu maddelerinin kullanılması	Alçı ve kireç gibi maddelerin kullanılması durumunda topaklanma ve ekipmanların yüzeylelerinde birikmelere dikkat edilmelidir. Ayrıca bunlar lif süspansiyonunda karbondioksit ve köpük oluşmasına sebep olabilirler. Köpüklenmenin önlenmesi için hamurlaştırma ve kağıt stoğu hazırlama esnasında lif süspansiyonunun pH'nın düşürülmesi, tercihen 6'nın altında olması ve karbondioksitin uzaklaştırılması gerekir.
İnorganik maddelerin bulunması/ kullanılması	Uzaklaştırılmamış mürekkep partiküllerinin pres ve yaş bitim kısmında elek yüzeylelerini tıkaabilecekleri göz önünde tutulmalıdır. Çözünmüş inorganik katı madde oranının artması, elek ve makine ekipmanlarında korozyonuna neden olabilir. Bu nedenle lif dışı istenmeyen maddelerin etkileri konsantrasyonlarına bağlı olduklarından lif süspansiyonunun konsantrasyonu düzenlenerek (azaltılarak) etkileri azaltılabilir.
Biyolojik aktiviteler	Sekonder lifler potansiyel olarak biyolojik ve mikrobik aktiviteler için uygun ortam sağlarlar. Stok hazırlamada uygun düzenlemelerin yapılmaması durumunda (fungusit kullanımı, vb.) makine hızı önemli derecede etkilenebilir.
Yüzey aktif maddeleri kullanılması	Geri dönüşüm basamaklarında çoğunlukla iyonik olmayan yüzey aktif maddeleri kullanılır. Fakat bu maddeler sistemde köpüklenmelere, ayrıca presleme ve suyun uzaklaşması (kuruma) esnasında lifler arasındaki hidrojen bağlarının etkisini azaltabilirler.
Nişasta kullanılması	Lif süspansiyonunda nişastanın küçük miktarda dahi bulunması, alkali pH ortamında titanyum dioksit'in lifler üzerine çökmesini engeller. Ayrıca nişasta lif süspansiyonundan suyun süzülmesini yavaşlatır. Nişastanın etkisinin düzenlenmesi için lif süspansiyonunda bazı enzimler ilave edilebilir.
Suyun kalitesi	Kağıt stoğu hazırlamada kullanılan suyun kalitesi çok dikkatli ve sürekli kontrol edilmelidir. Zira suyun yüzey gerilimi çok önemlidir ve %0,05 oranında yüzey aktif maddelerinin katılması bile ciddi sorunlar yaratabilir. Suyun yüzey geriliminin 50 dynes/cm nin altına düşmesi ile (saf suyun yüzey gerilimi 76 dynes/cm) kağıt sayfalarının maksimum dirence ulaşması mümkün olmadığı belirtilmektedir.

3.1. Geri kazanılmış sekonder liflerden üretilen kağıtların fiziksel özellikleri

Temel olarak selüloz liflerinden kağıt ve karton ürünlerinin üretiminde, kağıt sınıfının kalitesini ve kağıt direncini belirleyen önemli değişkenler olarak:

- Bireysel lif uzunluğu,
- Bireysel lif direnci,
- Liflerin şişme/plastikleşme özelliği,
- Liflerin bağ yapabilme potansiyeli,
- İnorganik madde içeriği (kül),
- Lifsel olmayan maddelerin bulunması (metaller, plastikler, dolgu maddeleri, yapıştırıcılar vb.) verilebilir.

Yukarıda kısaca belirtilen özelliklerin hepsi kalite ve direnç özellikleri üzerine etkili olmakla birlikte özellikle liflerin ortalama uzunlukları ve hidrojen bağ yapma potansiyeli çok önemlidir (Clark, 1978; Howard ve Bichard, 1992).

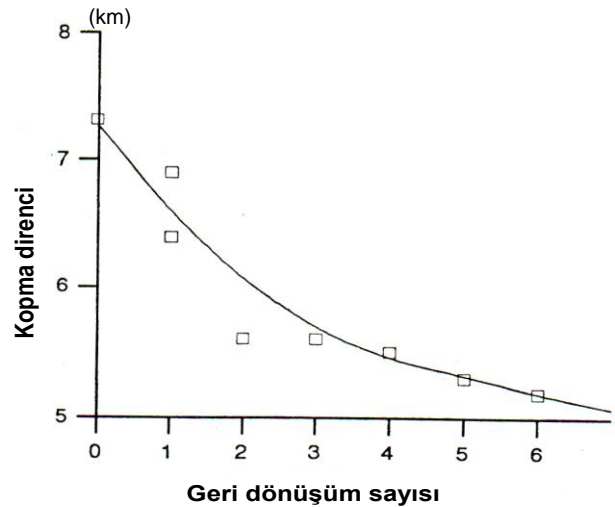
Geri dönüşümünden kazanılmış selüloz liflerinden üretilen kağıtların özelliklerinde meydana gelen değişimler ve dereceleri üzerine literatürde birçok farklı görüşe rastlamak mümkündür. Burada literatür bilgileri ışığında geri dönüşüm proseslerinin selüloza olan etkileri üzerine en genel olarak kabul görmüş bilgiler özet olarak açıklanmıştır.

Tüm geri kazanılmış sekonder liflerin boyları, odun hamuru liflerinden daha kısa, suda şişme özelliği karakteristik olarak daha azdır. Ayrıca bu liflerin hidrojen bağ yapma potansiyeli ve lif yüzey alanları geri dönüşümsüz olarak azalmaktadır (*hornifikasyon olayı*). Çok küçük boyutlardaki kırıntı lifler (fines) kâğıdın mekanik özelliklerine en büyük etki eden faktörlerin başında gelir. Bunlar özellikle lifler arası bağlanmada etkili olmaktadır (Ellis ve Sedlachek, 1993; Howard ve Bichard, 1992).

Bilindiği üzere, liflerin su ile dövülmesi (rafinasyon) işlemi ile birbirleriyle bağ yapma potansiyelleri belli

derecede iyileştirilebilir. Fakat, sekonder liflerin dövülmesi sonucu liflerin soyulması kolaylaştığından liflerin (kağıtların) geri dönüşüm potansiyelinin azaldığı ifade edilmiştir (Minor, 1994; Üner ve Şahin, 2004).

Literatürdeki en genel kanıya göre, aynı kağıdın 4. geri dönüşümüne kadar, liflerde dramatik değişimler (boy kısalması, direnç azalması vb.) oluşmakta, devam eden geri dönüşüm basamaklarında ise birçok fiziksel özellikler daha az değişim göstermektedir. Özellikle geri kazanılmış selüloz liflerinden yeniden üretilen kağıtların kopma, patlama ve katlama direnç ile yoğunluğu ve esnemesinin azaldığı; buna karşılık yırtılma direncinin, opaklık gibi özelliklerin belli derecede arttığı ifade edilmiştir (Cathie ve Guest, 1991; Wistara 1997; Üner ve Şahin 2004). Aşağıda Şekil 1 de geri dönüşüm sayısına bağlı olarak tipik olarak kağıtların kopma direncinde gözlemlenen azalma gösterilmiştir (McKee, 1971; Spangenberg, 1993).



Şekil 1. Geri dönüşüm sayısının kağıtların kopma direncine etkisi

Bir başka araştırmada ise kağıtların yırtılma dirençleri lif bağlanma özelliği ile ters orantılı olduğu yani geri dönüşüm sayısının artması ile aynı liflerden üretilmiş kağıtların yırtılma direncinin arttığı belirtilmiştir (Wistara vd., 1999).

Mekanik hamurdan imal edilmiş gazete kağıtlarında liflerin ortalama uzunluğu 0,7-1,0 mm, kırıntı lif (fines) miktarı ise %10 'un üzerindedir. Eğer bir atık kağıt hamurundaki liflerin ortalama uzunluğu 1,0 mm ($\pm 0,2$) ve kırıntı lif oranı (fines) %8 (± 2) civarında ise bu kağıdın bileşiminde yüksek oranda mekanik hamur liflerinin bulunduğunu belirtmektedir (Kırcı, 2009).

Özellikle sekonder kimyasal kağıt hamurlarından yeniden üretilen kağıtlar, mekanik hamurlardan üretilenlere göre daha yüksek oranda kalite ve direnç azalması gösterdiği belirtilmektedir. Benzer şekilde, sekonder sülfat veya sülfat hamurlarından yeniden üretilen kağıtların direnç ve kalite düşme dereceleri de farklıdır (Howard ve Bichard, 1992; Spangenberg 1993).

Yukarıda kısaca bahsedildiği üzere, geri kazanılmış kimyasal hamur liflerinden yeniden üretilen kağıtların direnç özellikleri önemli derecede azalmakla birlikte mekanik odun hamur liflerinden (geri dönüşüme uğramamış) üretilmiş kağıtlardan çoğunlukla daha yüksektir.

Aşağıda Çizelge 2 de, farklı atık kağıt türlerinden üretilmiş kağıtların direnç özellikleri gösterilmiştir (Cathie ve Guest, 1991).

Aşağıda Çizelge 3 de iğne yapraklı (uzun) ve yapraklı odunlardan (kısa) kraft metoduna göre üretilmiş aynı tür kağıtların 1. ve 5. geri dönüşüm aşamasında geri kazanılmış sekonder liflerden üretilmiş kağıtların bazı fiziksel özellikleri özellikleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir (Spangenberg, 1993).

3.2. Geri karılmış liflerden üretilen kağıtların baskı kalitesi

Sekonder selüloz liflerinden yeniden üretilen kağıtların 3 önemli karakteristik özelliği son kullanım için önemlidir. Bunlar;

- Kağıtların baskı işlemleri esnasında mürekkep emme ve mürekkep partiküllerini yüzeyde tutma özelliği,
- Kağıtların dış görünüşünde renkli maddelerin, parlaklığın ve diğer kirlerin bulunması,
- Kağıt dönüştürme işlemlerinde örneğin; paketler, bardak-tabak üretimi vb, sayfa yapısının direncinin yeterli seviyede bulunması, katlama-kıvrılma ve boyutsal kararlılığının uygun olması.

Yukarıda kısaca açıklanan özelliklerden dolayı farklı tür kağıtların geri dönüşümlerinden yeniden üretilen kağıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri de farklıdır. Aşağıda bu farklı durumlar özet olarak açıklanmıştır.

1) Gazete ve mekanik hamur kalitesi: Mekanik kağıtlardan geri kazanılmış sekonder liflerden yeniden üretilen kağıt ürünlerinin sayfa yapıları çoğunlukla daha serttir ve bu nedenle kağıt fabrikasyonu esnasında bazı sorunlara neden olmaktadır. Bu kağıtların yoğunlukları tipik olarak azaldığından basım işlerinde daha az direnç gösterirler. Ayrıca kağıtların geçirgenlik özellikleri (poröz yapısı) azalmaktadır.

2) Yüzeyi kaplanmış—odun dışı kağıt kalitesi: Sekonder liflerden yeniden üretilen basım işlerine uygunluğunda özellikle yüzey pürüzlülüğü önemlidir. Genel olarak kraft kağıtlarının geri dönüşümünden elde edilen kağıtların yüzey pürüzlülüğü, liflerin bağ yapma potansiyelinin azalmasından dolayı artmaktadır. Kraft lifleri TMP liflerinden daha fazla şişebilir. Fakat TMP liflerin geri dönüşümü daha zordur ve geri dönüşümle liflerin özellikleri daha olumsuz değişim gösterebilir ve bu lifler kağıt üretiminde problem yaratabilir.

3) Küçük boyutlu lifler (kırıntı lif) ve mürekkep tutma: Yapılan bir çalışmaya göre geri dönüşüm liflerinden üretilmiş gazete kağıtlarının yağ esaslı mürekkeple basım işlerinde kullanılmasıyla, mürekkep moleküllerinin sayfa yüzeylerinde tutulması, kırıntı lif oranının artmasına bağlı olarak artmaktadır. Fakat mürekkebin tutulması oranı, liflerin morfolojik özellikleri ve orijini ile yakından ilişkilidir. Aslında küçük (kırıntı) ve uzun boyutlu lifler ayrılarak farklı işlemler uygulanması sonucunda, benzer özellikteki liflerin bir arada olduğu lif stoğundan daha homojen ve kalite özellikleri yüksek kağıtlar üretilebileceği açıklanmıştır (Brancato, 2008).

4) Optik özellikler: Genel bir kural olarak, yıkanmış ve mürekkep uzaklaştırma işlemi uygulanmış sekonder liflerden üretilen kağıtlar daha düşük beyazlık ve parlaklık özelliği göstermektedir. Benzer şekilde gazete kağıdı üretimi esnasında sekonder lif oranının artması parlaklığın azalmasına ve opaklığın artmasına neden olmaktadır. Kağıtların yüzey parlaklık özellikleri basımlık işler için oldukça önemlidir.

Çizelge 2. Sekonder liflerden üretilmiş kağıtların direnç özellikleri

Kağıt türü	Patlama direnci (kPam ² g ⁻¹)	Yırtılma direnci (mNm ² g ⁻¹)	Kopma direnci (Nm g ⁻¹)
Karışık ofis atık kağıdı	3,0	9,0	47
Sınıflandırılmış ofis atık kağıdı	3,0	8,3	40
Okoliptus Kraft kağıdı	2,1	5,2	39

Çizelge 3. Farklı kağıt türlerinden yeniden üretilmiş kağıtların direnç özellikleri

	Sert odunlar			İbrelili odunlar		
	0	1,0	5,0	0	1	5
Geri Dönüşüm Sayısı	0	1,0	5,0	0	1	5
Lif kalınlığı (1/100 mm)	8,1	10,0	10,6	7,8	8,7	9,3
Yoğunluk (g/cm ³)	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6
Kopma direnci (km)	6,4	2,5	1,1	8,6	4,4	3,7
Su tutma değeri (WRV)	131,0	114,0	106	132	113	106

Atık kağıtlarda çok küçük oranlarda mürekkep kullanılmış olsa dahi, mürekkepli kağıtların geri dönüşümünden yeniden üretilen kağıtların parlaklık değerleri geleneksel mürekkep kullanılmışlarda önemli derecede düşmektedir. Örneğin gazete kâğıtlarında %0,002 (ağırlık olarak) gibi çok az mineral yağ-esaslı mürekkep kullanılması durumunda dahi parlaklık değeri 20 birime yakın düştüğü açıklanmıştır. Hatta daha az geleneksel olarak kullanılan su-bazlı mürekkepler örneğin fleksografik basılı kağıtlarda, parlaklık değeri 30 birimin üzerinde azalış gösterdiği ifade edilmiştir (Cathie ve Guest, 1991; Scott ve Abbott, 1995; Spangenberg, 1993).

5) Geri dönüşümden üretilen kağıtların sıvı emme özellikleri: Çok renkli ofset basımlık işlerde, kağıtların gereğinden fazla ve homojen olmayan su emme özelliği göstermesi, önemli problemlere neden olmaktadır. Örneğin baskı işlemlerinde sayfaların kıvrılması, baskılarda kaymalar ve yüzeyde karışıklıkların oluşması bu duruma örnek olarak verilebilir (McKee, 1971).

Odun hamuru liflerinden üretilen gazete kağıtları yüzeylerinde sıvıların emilmesine karşı oluşan direnç doğal hidrofobik maddelerden gelmektedir. Bu hidrofobik materyalin geri dönüşüm esnasında (yıkama-mürekkep uzaklaştırma) uzaklaştırılması ile kağıtlar daha fazla sıvıyı emebilir. Genelde kağıt üreten tesisler odun hamuru liflerine alum (aliminyum) ekleyerek su emme özelliklerini düzenlemektedirler.

Flatasyonlu (yüzdürme) mürekkep uzaklaştırma işleminde hidrofobik materyal liflerden uzaklaşmayabilir ve bu liflerden üretilen gazete kağıtlarının yüzeylerinde su emilmesi azalır. Genel olarak özellikle mekanik hamur kağıtlarının geri dönüşümü sonrasında elde edilen kağıtların boyutsal dayanım özellikleri daha iyidir ve bu durum ofset basımlık işlerinde faydalıdır. Aşağıda Çizelge 4’de mekanik ve kimyasal kağıtlardan geri kazanılmış sekonder liflerden yeniden üretilmiş kâğıtların genel baskı özellikleri özet olarak verilmiştir (Cathie ve Guest, 1991; Spangenberg, 1993).

Çizelge 4. Farklı tür atık kağıtlardan yeniden üretilmiş kağıtların baskı özellikleri

Mekanik kağıtlar	Kimyasal kağıtlar
Kâğıtların yüzeyleri daha düzgün	Kâğıtların yüzeyleri daha düzensiz
Sayfa yapısı daha az geçirgen (daha az poröz)	Sayfa yapısı daha geçirgen (daha poröz)
Kâğıtlar tipik olarak daha düşük yoğunlukta	Kâğıtlar tipik olarak daha düşük yoğunlukta
Kâğıtlara karakteristik olarak daha az parlaklık değerine sahip (daha az beyaz)	Kâğıtlara karakteristik olarak daha az parlaklık değerine sahip (daha az beyaz)
Kâğıtların görünüşü daha fazla kir ve renk beneklerine sahip	Kâğıtların görünüşü daha fazla kir ve renk beneklerine sahip
Kâğıtlar daha sert	Kâğıtlar daha sert

4. Sonuç ve öneriler

Atık kağıtlardan yeniden kağıt üretimi, kullanılmış selüloz hammaddesinden katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesini sağlaması açısından önem arz etmektedir. Fakat bu üretim prosesi esnasında hammadde özelliklerinin (sekonder lif) bilinmesi başarılı üretimin gerçekleşmesi için gereklidir.

Atık kağıtlardan yeniden kağıt üretimi özellikle orman kaynakları kısıtlı bulunan bölge ve ülkeler için alternatif bir üretim modeli sunmaktadır. Selüloz özelliklerinin yakından bilinmesi, sekonder liflerden yeniden kaliteli kağıt üretimi için gereklidir.

Teşekkür

Yazar, sağladığı mali destek için (Proje no: 3924-D1-14) SDÜ-BAP Koordinasyon Birimi’ne teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Atalla, R.H. 1992. Structural Change in Cellulose during papermaking and Recycling. *In: Rowell, et.al. Eds. Material Interaction Relevant to recycling of Wood-Based Material: Proceeding of Materials Research Society Symposium; 1992 April 27-29, San Francisco, CA.*
- Bhat, G.R., Heitmann, J.A. and Joyce, T.W. 1991. Novel techniques for enhancing the strength properties of secondary fiber. *Tappi J.74(9), 151-157.*
- Brancato A. A. 2008. Effect of progressive recycling on cellulose fiber surface properties, Ph.D Theses, Georgia Institute of Technology, GA, USA 116 s.
- Biermann, C.J. 1993. *Essentials of Pulping and Papermaking.* Academic Press, Inc. San Diego, USA.
- Cathie, K., Guest, D. 1991. *Waste Paper*, Pira International, Antony Rore Ltd. England. 134 s.
- Clark, J. d'A. 1978. *Pulp Technology and Treatment of Paper.* Miller Freeman Publications, Inc. San Francisco, USA.
- Ellis, R.L., Sedlachek, K.M. 1993. Recycled-versus virgin-fiber characteristic: a comparison. *In : Secondary Fiber Recycling.* Spangenberg, R.J. Ed. Tappi Press. Atlanta, Georgia.
- Gurnagul, N. 1995. Sodium hydroxide addition during recycling; effects on fiber swelling and sheet strength. *Tappi Journal, 78(12); 119.*
- Howard, R.C., Bichard, W. 1992. The basic effects of recycling on pulp properties, *Journal of Pulp and Paper Sci.:* 18(4): J151.
- Kleinau, J.H. 1990a. Contaminants, *In: Secondary fibers and non wood pulping*, Kocurek, M.J. (Series editor), Tappi Press, Atlanta, GA.
- Kleinau, J.H. 1990b. Processes and their equipment, *In: Secondary fibers and non wood pulping*, Kocurek, M.J. (Series editor), Tappi Press, Atlanta, GA.
- Kırcı, H. 2009. *Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları*, KTU Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- McKee, R.C. 1971. Effect of repulping on sheet properties & fiber characteristics, *Paper Trade Journal: 155 (5): 34.*
- Minor, J. 1994. Hornification. its origin and meaning. *Progress in Paper Recycling: 3 (2): 93-95.*

- Paavilainen, L. 1990. Importance of particle size; fiber length and fines; for the characterization of softwood kraft pulp. *Paperi ja Puu*: 72(5): 516.
- Reese, A. R. 1991. OCC consumption expected to grow as cost of virgin fiber increases in paper recycling, strategies, economics, and technology, Ken L. Patrick, (Ed), s. 71-75, Miller Freeman Inc., San Francisco, USA.
- Scott, W.E., Abbott, J.E., 1995. Properties of Paper: an Introduction, (Eds.) Tappi Press, Atlanta, GA. 174 s.
- Smook, G.A., 1994. Handbook for Pulp and Paper Technologists. Angus Wilde Publications, Canada, 419 s.
- Spangenberg, R.J. 1993. Secondary Fiber Recycling, (Editor), Tappi Press, Atlanta, GA.
- Şahin, H.T. 2007. Kullanılmış atık Kâğıtların yeniden kağıt üretiminde kullanılması, *Orman Mühendisliği*, 44 (7-9): 18-21.
- Şahin, H.T. 2009. Atık kağıt Özelliklerinin geri dönüşüme etkisi. *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (2): 117-123.
- Şahin, H.T. 2013. Kağıt geri dönüşüm işlemlerinin selülozun yapısında meydana getirdiği değişimler üzerine bir inceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14:1, 74-80.
- Üner, B., Şahin, H.T. 2004. Geri dönüşümde yaş pres ve kurutmanın lif özelliklerine etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 1, 145-158.
- Wistara, N., Young, R.A. 1999. Properties and treatments of pulps from recycled paper. Part I. Physical and chemical properties of pulps, *Cellulose* 6 (4): 291-324
- Wistara, N., Zhang, X.J., Young, R.A. 1999. Properties and treatments of pulps from recycled paper. Part II. Surface properties and crystallinity of fibers and fines, *Cellulose* 6 (4): 325-348.

Peyzaj tasarımıda yeni bir süreç: GeoTasarım

Abdullah Akpınar*

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın

* İletişim yazarı/Corresponding author: abduallah.akpinar@email.wsu.edu , Geliş tarihi/Received:11.03.2014, Kabul tarihi/Accepted: 10.10.2014

Özet: Bilgisayar teknolojisinin hızlı bir şekilde ilerlemesi ve ArcGIS programının geliştirilmesi ile birlikte "GeoTasarım" olarak adlandırılan yeni bir süreç ortaya çıkmıştır. GeoTasarım, politikacıların ve yerel yöneticilerin bilinçli kararlar verip uygulayabilmeleri için tasarımcılar ve planlılar tarafından coğrafi mekân teknolojilerinin rolünün bir projenin analiz, tasarım ve aynı zamanda uygulama aşamaları boyunca daha doğru ve daha iyi çözümler üretip görselleştirmek için formüle edilerek genişletildiği süreçtir. GeoTasarım, peyzaj mimarlığı, coğrafya, şehir bölge planlama vb. farklı bilim dallarına hitap etmektedir. Bu nedenle, Türkiye’de daha doğru ve daha iyi tasarım önerileri ve çözümleri sunup uygulamak için GeoTasarım’ın tanıtılması, öğretilmesi ve uygulanması önemlidir. Bu çalışmanın amacı GeoTasarım kavramını açıklamak, tarihi gelişimini anlatmak, GeoTasarım’ın önemi ve peyzaj tasarımıda kullanımı hakkında bilgi vermektir.

Anahtar kelimeler: CBS, GeoTasarım, Peyzaj tasarımı, Doğa ile tasarım

A new process in landscape design: GeoDesign

Abstract: With rapid increases in computer processing power and the release of ArcGIS, a new process, named as “GeoDesign”, has emerged. GeoDesign formalizes and expands the role of geospatial technologies in design workflows, as well as across the entire life cycle of a project by designers and planners to analyze and visualize more accurate and better solutions to make informed policy decisions and implementations by policy makers. GeoDesign addresses landscape architecture, geography, urban planning, and many other disciplines. Hence, it is important emphasizing and applying GeoDesign in Turkey to have more accurate and better design suggestions and solutions. The purpose of this paper was to describe the concept of GeoDesign, to explain its historical development, to provide information about the importance of GeoDesign, and to define its use in landscape design.

Keywords: GIS, GeoDesign, Landscape design, Design with nature

1. Giriş

Tasarım ve planlamanın hızlı bir şekilde değişen temel yönlerinden biri tasarımın üretildiği ve geliştirildiği süreçtir (Vargas-Moreno, 2008). Bu bağlamda, bilgisayar destekli tasarım araçları ve yaklaşımları planlılara ve tasarımcılara kendi önermeleri üzerindeki potansiyel etkileri hakkında hızlı geri bildirim sağlayabilir. Bilgisayar destekli programları kullanarak planlama, tasarım, işletme ve kontrol gibi faaliyetlerin uygulanmasını sağlayan sistemlerden biri de Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)’dir. CBS farklı disiplinlerin ilgi alanına girdiği için “kavram”, “araç” ve “sistem” gibi farklı açılardan tanımlanmaktadır. CBS genel olarak karar verici, yönetici ve planlıların sorumluluk alanları içerisindeki planlama, tasarım, işletme ve kontrol gibi faaliyetleri destekleyen bir araç olarak karar, destek ve bilgi sistemidir (Tecim ve Kınca, 2004). CBS teknolojisi, ülkemizde her ne kadar 2000’li yıllardan sonra daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmış olsa da (Bensghir ve Akay, 2006), çevreyi anlama ve karar verme konusuna liderlik etmede dünyada uzun bir geçmişe sahiptir (Dangermond, 2010). Politikacılar ve yerel yöneticiler gibi karar vericiler, bilim insanları, peyzaj mimarları, planlılar ve diğer meslek disiplinleri dünyanın farklı bölgelerinde veri yönetimi ve bilimsel analiz için CBS’ye güvenmekte ve bunu kullanmaktadırlar. Ancak, doğal ortamların ve yaşam alanlarının karşı karşıya kaldığı zorlukların daha karmaşık hale geldiği günümüzde, yeni araçların geliştirilmesi

zorunlu hale gelmiştir (Esri, 2010). Bu amaçla, son yıllarda planlılar ve tasarımcılar CBS sistemini kullanarak GeoTasarım teorisi, kavramı ve araçlarının geliştirilmesine yönelik aktif bir çalışma sürdürmektedirler.

Peyzaj mimarı Ian McHarg’ın “Design with Nature” (Doğa ile Tasarım) kitabı ile geliştirmiş olduğu bölgesel planlama ve tasarıma yeni bir fikir ve tarz getiren ekolojik planlama konsepti üzerine kurulmuş olan GeoTasarım, bugün coğrafi bilim ile tasarımı birbirine bağlayan ve bunun sonucunda da coğrafi planlama ve karar verme konusunda sistematik bir yöntem geliştiren bir süreç haline almıştır (Esri, 2010). GeoTasarım, mekânın coğrafi analizini tasarım sürecinin içerisine taşıyarak, tasarımların doğaya en uygun ve en az zarar verecek şekilde uygulanmasını sağlamaktadır. Çevresel ve toplumsal konuları dikkate alarak yapılan tasarım ve planlama, kaynakların doğru ve sorumlu bir şekilde kullanılmasını sağlayacağı gibi daha iyi bir geleceğe doğru ilerlememize de yardımcı olur. Bu da insanlara ve doğaya en faydalı yaşam birlikteliğinin oluşmasına katkı sağlamaktadır. McHarg’ın öncü çalışmaları sadece çevre planlamasının üzerinde önemli bir etki oluşturmakla kalmamış, aynı zamanda yeni uygulanmaya başlanan CBS destek ve bilgi sisteminin gelişmesine de katkı sağlamıştır (Dangermond, 2010).

Bu makalenin amacı GeoTasarım kavramını açıklamak, tarihi gelişimini anlatmak, bu yaklaşımın önemi ve peyzaj tasarımıda kullanımı hakkında bilgi vermektir.

2. Geotasarım

2.1. GeoTasarım nedir?

GeoTasarım “Geo” ve “Tasarım” terimlerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. “Geo” kelimesi İngilizce kökenli bir kelime olan “geographic”in kısaltılmasıyla oluşturulmuştur ve kısaca yeryüzü üzerindeki coğrafi referanslı alanları ifade eden “coğrafi alan” olarak tanımlanabilir (Miller, 2012). Genel olarak coğrafi alanlar düşünüldüğünde akla iki boyutlu (2D) yüzeyler gelmektedir. Biraz daha ileri boyutta düşünüldüğünde ise üç boyutlu (3D) coğrafi alanlar gelir. Bu coğrafi referanslı iki ve üç boyutlu alanların altında, üstünde ve çevresinde, fiziksel, biyolojik, sosyal ve ekonomik sistem ve olgular bulunmaktadır. GeoTasarım’da bulunan “Geo” terimi yeryüzündeki tüm yaşamı ve buna bağlı sistemleri (toprak, su, hava, yerin altı ve üstü, 2, 3 ve 4 boyutu, kırsal ve kentsel alanı ve yaşamları, objeleri, olayları, kavramları, ilişkileri vb.) kapsamaktadır (Miller, 2012). GeoTasarım’ın bir diğer bileşenini tasarım oluşturmaktadır. “Tasarım” kelimesi isim olarak bir objeyi ifade ederken, fiil olarak bir kısım aşama ve seri olayı ifade etmektedir. Eğer tasarım genel olarak tanımlanırsa, bir şeyi zihinde biçimlendirmek, kurmak ve o şeyi biçim, varlık ya da plan olarak ortaya çıkarmak için yapılan aşamaların bütünü olarak ifade edilebilir.

GeoTasarım yeni gelişen bir süreç olduğu ve farklı dalları kapsadığı için değişik tanımlar mevcuttur. Örneğin, GeoTasarım peyzajı değiştiren eylemler tasarlamak; herhangi bir zaman diliminde peyzaj tasarımı ve planlama yaparken tekrar edilerek geliştirilen (a) haritanın üzerine çizim (ilk örnek ya da görselleştirme) yapmak, (b) taslak çizimin gerçek zamanlı olarak sonuçlarını analiz edebilme becerisine sahip olmak ve (c) çizimi geliştirmek için gerçek zamanlı geribildirim sağlamaktır (Manone, 2011). Miller (2012) ise GeoTasarım’ı basitçe “coğrafi alan içerisinde tasarım yapmak” olarak tanımlar. Bu tanımın en önemli yönü doğal ya da insan yapımı çevreyi tasarım (oluşturma veya değiştirme) aşamasının bir kısmı ve bir yönünün coğrafi alan kapsamında gerçekleşiyor olmasıdır.

Bir peyzaj mimarı gözüyle GeoTasarım “politikacıların ve yerel yöneticilerin bilinçli kararlar verip uygulayabilmeleri için tasarımcılar ve plancılar tarafından coğrafi mekân teknolojilerinin rolünün bir projenin, analiz, tasarım ve aynı zamanda uygulama safhaları boyunca daha doğru ve daha iyi çözümler üretip görselleştirmek için formüle edilerek genişletildiği süreçtir” şeklinde tanımlanabilir.

2.2. GeoTasarım’ın tarihçesi

GeoTasarım’ın tarihçesi GeoTasarım’ın bir aktivite olarak ortaya çıkması ya da bir terim olarak ortaya çıkması şeklinde tarif edilebilir.

2.2.1. Bir aktivite olarak GeoTasarım

İnsanoğlunun yaşadığı coğrafi alanı kendine uyarlamak ve ona adapte olmak için onu nasıl ve hangi şekilde tasarlaması gerektiği olgusunun ilk zamandan beri insanlıkla birlikte olmuş olması GeoTasarım süreci altında yatan ana fikirdir. Bir kabilenin nerede yaşayacağına karar vermesi; barınak ya da ev inşa etmek için gerekli malzemenin

seçilmesi; yaban av hayvanlarını avlamak için strateji geliştirilmesi; nereye sebze ve meyve ekilip dikileceğine karar verilmesi; istilacılara karşı savunma hattı geliştirilerek yerleşim yerinin korunması GeoTasarım ile ilgili faaliyetlerdir (Miller, 2012). Bu sayılanların iyi bir tasarımla başarılı olması, yapılmak istenilen yerin coğrafi alan koşullarının yeterince iyi tanınmasına, o coğrafi koşullarda çalışabilecek yeteneğe, karşılaşılabilecek zorluklar ve kısıtlamalara karşı bilinçli olup, saygılı olmaya ve bu koşullardan en iyi şekilde yararlanmasına bağlıdır. Şekil 1’de görüldüğü gibi Mısırlıların Nil Nehri’nin taşkın zamanını hesaplayarak yerleşim yerlerini ve tarım arazilerini o taşkınlara göre oluşturmaları GeoTasarım’a iyi bir örnek teşkil etmektedir (Esri, 2010).

Frank Lloyd Wright (1867–1959), yapıyı ve doğayı bir bütün olarak değerlendirme anlamına gelen Organik Mimari (örneğin pencerelerin kenar kullanımlarından yararlanarak dış mekânı içeriye; kayar cam kapı kullanımı ile de iç mekânı dışarı taşımak) fikrini geliştirirken, GeoTasarım fikrini -her ne kadar GeoTasarım’ı isim olarak kullanmasa da- ilk çağrıştıran kişi olarak kabul edilmektedir. Wright tasarım yaparken, topoğrafya, dere ve şelalenin konumu, evin temelinin sağlayacak olan kayaların yerleştirilmesi, evin dışardan ve dışarıya evden görünüşü, evin bulunduğu alana bağlı olarak çevresel şartlarla uyumu (örneğin kışın evin ısınması için güneş ışığına erişim ve yazın serinlemek için soğuk hava akımına erişim) gibi coğrafi şartları dikkate almıştır. Wright’ın yaptığı, adı konulmamış bir GeoTasarım olarak kabul edilmektedir (Şekil 2) (Miller, 2012).

GeoTasarım sürecinin önemli temsilcilerinden biri de 1920’li yıllarda Frank Lloyd Wright ile birlikte çalışmış ve doğayla birlikte tasarlanmanın önemine dikkat çeken en önemli kitaplardan biri olan *Survival through Design*’ın (Tasarım Aracılığıyla Hayatta Kalma) yazarı Richard Neutra’dır (1892–1970). Neutra, tasarım sürecinde müşterinin isteklerinin ve ihtiyaçlarının en üst seviyede karşılanırken, tasarım yapılan alanın ve alanı çevreleyen doğanın da kesinlikle göz önünde bulundurulması gerektiğini savunmuştur (Miller, 2012). İskoçyalı bir peyzaj mimarı ve eğitmen olan Ian McHarg (1920-2001), her ne kadar GeoTasarım terimini hiç kullanmamış olsa da, GeoTasarım’ın ana kurucularından biri olarak kabul edilmektedir.



Şekil 1: Tarihte GeoTasarım uygulamasının Nil Nehri Örneği (Esri, 2010).

McHarg 1969 yılında yazdığı *Design with Nature* (Doğa ile Tasarım) kitabıyla sadece doğa ile birlikte tasarlanmanın (öncelikle peyzaj mimarlığı ve bölgesel planlama disiplinleriyle ilgili) önemine değinmemiş, aynı zamanda coğrafi temelli bir teknik geliştirmiştir. Bu teknik belli bir özellikteki arazi kullanımı için en iyi ve en kötü sonucu bulmak adına coğrafi bilgilerin tematik katmanlarının görüntülenip, üst üste bindirilerek değerlendirilmesi tekniği temeline dayanmaktadır (McHarg, 1969). Ian McHarg'ın yapmış olduğu çalışmalar aynı zamanda CBS kavramı gelişimine büyük katkı sağlamıştır.

Carl Steinitz (1938–) 30 yıla yakın bir zamandır meslektaşları ve öğrencileri ile birlikte bölgesel peyzaj planlamada GeoTasarım'ı uygulamak üzere kavramsal bir taslak (kavramsal çerçeve, tasarım stratejileri ve prosedür teknikleri) geliştirmiştir. İlk olarak "A Framework for Landscape Planning" (Peyzaj Planlama İçin Bir Çerçeve) (Steinitz, 1995) şeklinde adlandırdığı modeli "The Steinitz Framework for GeoDesign" (GeoTasarım İçin Steinitz Çerçevesi) olarak geliştirmiştir (Steinitz, 2012). Bu çerçeve, tüm peyzaj planlama sürecinde 6 adet modelin uygulanması temeline dayanmaktadır (Şekil 3). Steinitz'in GeoTasarım çerçevesini incelediğimizde; ilk 3 model var olan coğrafi şartlara bakılarak değerlendirme sürecini içermektedir. Sonraki 3 model ise müdahale sürecini içermektedir; başka bir deyişle bu modellerde belirlenen içeriğin nasıl değiştirilebileceği, bu değişimlerin ne gibi potansiyel sonuçlar doğurabileceği ve o içeriğin değiştirilmesinin gerekip gerekmeyeceği gibi hususlar yer almaktadır (Miller, 2012).

GeoTasarım'a katkıda bulunan bir diğer bilim adamı da Howard Fisher'dir (1903–1979). The Laboratory for Computer Graphics'in (Bilgisayar Grafikleri Laboratuvarı) kurucusu olan Fisher, SYMAP programını geliştirmiş ve bu da sonuçta CBS teknolojisinin geliştirilmesi yolunu açmıştır (Chrisman, 2006). Esri şirketinin kurucusu, başkanı ve aynı zamanda Carl Steinitz'in Harvard Üniversitesi'nden öğrencisi olan Jack Dangermond (1945–) SYMAP programı ile başladığı Esri şirketi ile CBS teknolojisinde dünyada lider konuma gelmiştir ve GeoTasarım'ın uygulamasında da Esri şirketi öncülük etmektedir (Miller, 2012).

Yukardaki bilgiler ışığında; GeoTasarım fikrinin yeni olmadığı açıkça görülmektedir. McHarg'ın öncülük ettiği, Steinitz'in geliştirdiği, Fisher, Dangermond ve diğer bilim insanları tarafından başka çalışmalar ile ilişkilendirilerek CBS kullanımı ile güçlendirilen GeoTasarım fikri aktivite olarak uzun bir geçmişe sahiptir.

2.2.2. GeoTasarım teriminin ortaya çıkması

GeoTasarım terimi, GeoTasarım aktivitesinin tam aksine yeni bir terimdir. GeoTasarım ilk defa Kunzmann (1993) tarafından özel bir senaryo için kullanılmıştır. O zamandan sonra da coğrafya ile ilgili bazı küçük işletmeler, GeoTasarım'ı kendi isimlerinin bir kısmı olarak kullanmışlardır (Miller, 2012). 2005 yılında, Esri'nin bir demo sürümü olan ArcSketch programını kullanıcıların peyzaj planlamada nasıl kullanabileceklerini Dangermond ve arkadaşları incelerken, gruptan bir kişinin noktalar, çizgiler ve poligonlar çizdiği anda William Miller'ın Jack Dangermond'a "artık coğrafi alanlar içerisinde tasarım yapabiliyorsun" sözü üzerine Dangermond'un "GeoTasarım" demesiyle GeoTasarım terimi Esri

gündemine alınmış ve artık literatürde kullanılmaya başlanmıştır (Miller, 2012).

2.3. GeoTasarım'ın önemi ve faydaları

Design with Nature kitabının yazıldığı günden beri, daha iyi ve yaşanabilir bir dünya herkes için ortak bir hedef olmuştur. Ian McHarg'ın üzerinde durduğu gibi insanoğlu üstünlüğünü kullanarak, yaşadığı çevreyi ve dünyayı sorumsuzca kullanmak yerine, onu geliştirmeyi ve daha iyi hale getirmeyi kendine hedef haline getirmesi gerekmektedir. Bu yüzden ki McHarg klasik ekoloji çalışmalarından farklı olarak, minimum insan etkisi olan ekolojik alanlar yerine, insan etkisinin belirgin ve büyük olduğu alanları seçmiştir. Öyle ki, şu an içerisinde bulunduğumuz zaman dilimi insanların çevre ve doğa üzerindeki tahrip edici etkisini gözler önüne sermektedir ve bu yüzden tasarımcılara, planlılara, mühendislere ve diğer disiplinlere insan etkisinin neler olabileceğini gösterebilecek, tasarlayabilecek ve yönetebilecek bir araç ve taslak sunulmalıdır. İnsanlar böyle sağlıklı yarar-zarar, etki-sonuç gibi normatif değerlendirmeler yapmak için yeterli veri ve analitik taslaklara sahip değilken, bugün ArcGIS programı yardımıyla GeoTasarım bizlere bu gibi analizleri yaparak gelecekteki çevresel sorunlara karşı daha yararlı politika ve yöntemler izlememize olanak sağlamaktadır (Dangermond, 2010).



Şekil 2: Wright'ın tasarlamış olduğu ev (Miller, 2012)



Şekil 3: Steinitz'in GeoTasarım çerçevesi (Steinitz, 2012)

Abukhater ve Walker'a (2010) göre GeoTasarım ile hazırlanmış planlar ve tasarımlar daha faydalı ve başarılıdır; çünkü daha doğru ve eksiksiz bilgilere dayanmaktadır. Planlama aşamasında planlar hala taslak ve fikir halindeyken bile plan ve tasarımın uygulaması hakkında GeoTasarım bilgi sağlar. GeoTasarım, yapılan tasarım ya da planın en akıllı ve mantıklı yöne doğru ilerlemesine öncülük eder. GeoTasarım'da süreç daha şeffaf ve kapsayıcı olduğu için daha iyidir. GeoTasarım farklı kitlelerin fikirlerini ve görüşlerini bir araya getirdiği için daha kapsayıcıdır. GeoTasarım'ın şeffaflığı bilgi ve dengeleri açık şekilde belirtmesi ve herkesin taslakların neyle sonuçlanacağını anlayabiliyor olmasından kaynaklanmaktadır.

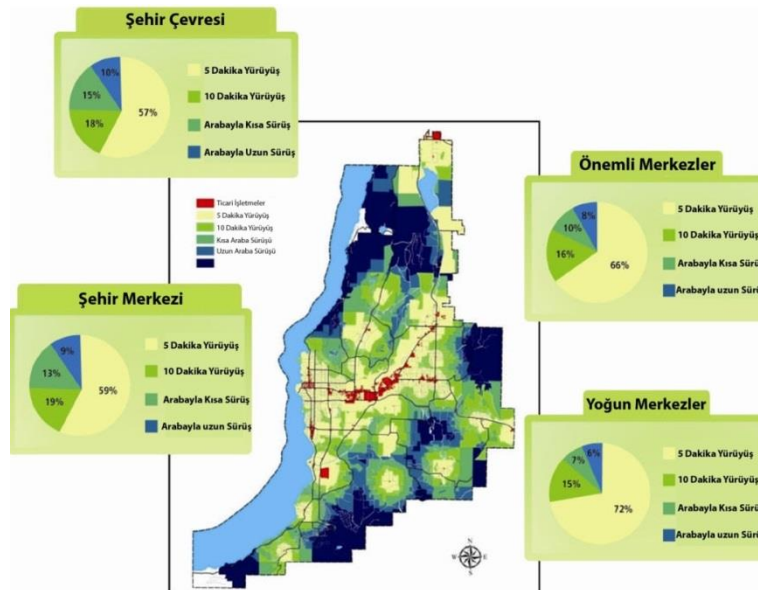
İnsan kaynaklı olayların ve sorunların analizinin ve yönetiminin yapılabilmesine imkân tanıyan GeoTasarım, kullanıcılara geniş, anlaşılması kolay, sadeleştirilmiş özel veriler sunarak daha reel ve daha doğru kararlar verilmesine yardımcı olur. Şekil 4'te görüldüğü gibi GeoTasarım ile hazırlanmış projeler belediyeler ve diğer kamu kurumlarının verecekleri kararlarda daha doğru ve isabetli kararlar verebilmeleri için önemli rol oynayabilir (Abukhater ve Walker, 2010). Ayrıca GeoTasarım bizlere farklı faktörler arasındaki potansiyel etkileşimleri analiz etmemize, yaşadığımız çevrenin ve mekânın ilerleyen yıllarda nasıl değişebileceğini daha iyi anlayabilmemize olanak sağlar ve farklı grupların birlikte çalışmasına imkân sağlayarak çevreyle daha uyumlu plan ve tasarımların ortaya çıkmasını yardımcı olur (Artz, 2010).

3. GeoTasarım'ın peyzaj tasarımda kullanımı

ArcGIS programı güçlendirilen GeoTasarım süreci, günümüzde farklı meslek disiplinlerine bağlı bilim insanları ve araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Bu bilim insanları ve araştırmacıların başında da CBS destek ve bilgi sisteminin gelişmesine ve ilerletilmesine büyük katkıları olmuş Ian McHarg, Carl Steinitz, Jack Dangermond gibi peyzaj mimarları gelmektedir. Peyzaj mimarlığı meslek disiplini içerisindeki peyzaj tasarımı ana bilim dalı, peyzaj planlama ana bilim dalı gibi GeoTasarım sürecinden yararlanmaktadır.

Peyzaj tasarımı, tasarım fikirlerini ve kavramlarını oluşturmak için sezgi ve yaratıcılığa dayanır. Tasarım süreci de tekrar edilen doğrusal olmayan süreçte bilgi ve sezginin birleşimidir. Peyzaj tasarımı, uygulanan ve devam eden bir süreçte keşif ve araştırma, analiz, tasarım, uygulama ve değerlendirmeyi içerir (Stokman ve von Haaren, 2010). Peyzaj tasarım sürecinde ilk aşama keşif ve araştırma ile başlar. Mevcut durumu belirlemeye yönelik yapılan keşif ve araştırmada alanın doğal ve kültürel envanteri çıkarılır. Alanın bulunduğu bölgenin ve yakın çevrenin iklim, toprak, flora, fauna, jeoloji, topoğrafya, hidrolojik yapısı ile mevcut bina ve yerleşimler araştırılır (Kader ve Kupık, 2008). Keşif ve araştırma sonrasında peyzaj tasarımı bir sonraki aşama analiz aşamasıdır. GeoTasarım sürecinin peyzaj tasarımına sağlamış olduğu en büyük faydalardan biri kuşkusuz analiz safhasında görülmektedir (Jombach vd., 2012). Başarılı bir peyzaj tasarımı için, içinde bulunulan coğrafyayı iyi tanımak, o coğrafyadaki şartların, güçlü yanların, sınırlandırmaların, fırsat ve avantajlar ile tehdit ve risklerin (SWOT) iyi anlaşılması, olasılıkların doğru şekilde hesaplanıp, kıyaslanmasının yapılarak analizlerin yapılması gereklidir ki bunu da GeoTasarım sağlayabilir.

Tasarım safhasında karmaşık bilgileri süzüp azaltarak, tutarlı tasarımlar haline getirme; bir tasarımcı tarafından ortaya konan tasarımın en önemli merkez noktasıdır. Taslak, fotomontajlar ve modelleme gibi görselleştirme araçları tasarım sürecinde sadece tasarımın ilerlemesinde önemli bir rol oynamaz; aynı zamanda tasarım önerilerinin müşterilere iletilmesini de kolaylaştırır. Böylece müşteriden gelen yorum ve öneriler tasarım süreci tamamlanmadan yeniden sürece eklenir. Peyzaj tasarımı, müşteri tarafından bir alanda beklenen yeni bir değişikliğin oluşturulması için özgürce tasarım yapılması ile şekillendirilir. Peyzaj tasarımcıları, rekreasyon alanları ve estetik unsurlar oluşturmak için peyzajı şekillendirip ilerisi adına hayal gücünü kullanırken ekonomik, sosyal ve teknik gereksinimleri dikkate alır. Ayrıca, tasarım sonucunun elle tutulup gözle görülebilen, estetik yönden zevk verici ve çoğunlukla halkın dikkatini celbeden tasarımların olması peyzaj tasarımının en önemli yanlarından biridir.



Şekil 4: GeoTasarım süreci ile hazırlanmış bir proje (Abukhater ve Walker, 2010).

Peyzaj tasarımında bir sonraki süreç, tasarım aşamasında projenin çeşitli tartışma ve düzeltme aşamalarından sonra olgunlaşmış ve onaylanmış halinin uygulanması sürecidir. GeoTasarım süreci, bu aşamada plan halinde olan projeni uygulama sonrası nasıl olacağı hakkında bizlere bilgi verir. Bu da peyzaj mimarlarına uygulama sonrası proje değerlendirmesini daha sağlıklı ve daha objektif yapabilmelerine olanak sağlar. Bu da politikacılar ve yerel yöneticilerin daha doğru ve isabetli kararlar verebilmeleri için önemli rol oynar.

Bir peyzaj mimarının görüş açısından GeoTasarım, dijital haritalardan fotoğraflara kadar farklı materyal ve malzemeyi bütünleştiren, ArcGIS'ten AutoCAD'e kadar bir dizi yazılım ve programın birleşimidir. Amacı, yerel yöneticilerden plancılara kadar farklı kesimlerin bilgilendirilmesi ve planlamadan uygulamaya kadar olan farklı aktivitelerin desteklenmesi için kullanılan bir süreçtir. GeoTasarım süreci göstermiştir ki peyzaj mimarları peyzajı daha iyi analiz edebilme, daha iyi değerlendirme ve daha iyi yönetme becerisine kavuşmuştur ve bu analiz, değerlendirme ve yönetme sürecini GeoTasarım'ın olmadığı bir başka yöntemden daha iyi yapabilmektedir (Jombach vd., 2012).

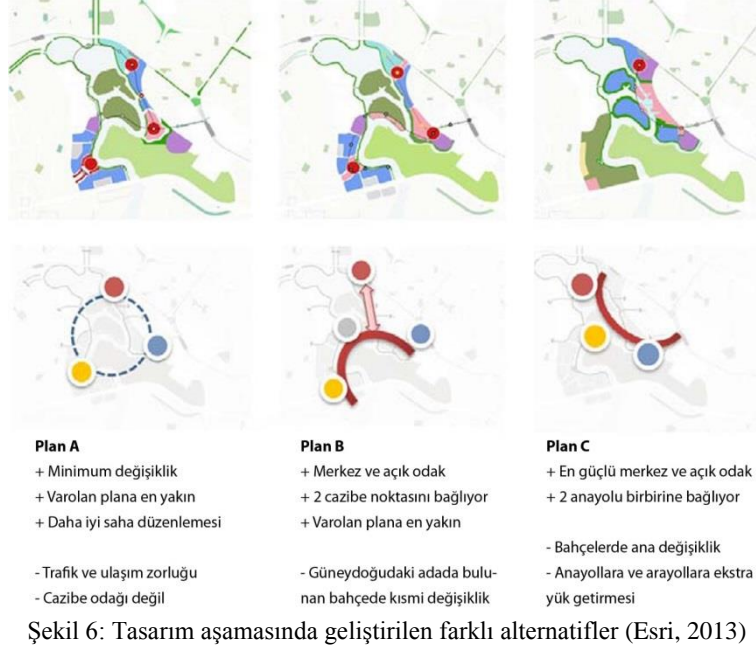
GeoTasarım sürecinin peyzaj tasarımında nasıl kullanılabileceğini bir örnekte inceleyelim: Bir belediye kendi sınırları içerisinde en az 4 dönümlük, hâlihazırda var olan bir parkın yakınında olmayan ve şehrin içinden geçen nehre mümkün olduğunca yakın boş bir araziye park yapmak istemektedir. Belediye aynı zamanda parkın yapılacağı alanın fazla sayıda çocuğun ve düşük gelirli insanların yaşadığı yoğun yerleşim bölgesinde olmasını ve

mümkün olduğunca çok sayıda kişiye hizmet etmesini istemektedir. Parkın yapılması için istenen ölçütlere bakıldığında, "en az 4 dönüm" olma net iken diğer istekler net değildir. Örneğin, "Var olan parka ve nehre hangi mesafe "yakın" ya da "uzak" kabul edilmektedir? Kaç çocuk "fazla" kabul edilmektedir? Hangi gelir seviyesi "düşük", hangisi "yüksek" gelir seviyesi kabul edilmektedir? Ya da "yoğun yerleşim birimi" için m²'ye kaç kişinin düşmesi gerekmektedir?" gibi örnekler verilebilir. Bu gibi durumlarda elde edilen verileri kullanarak net olmayan ölçütleri netleştirerek, belediyenin istemiş olduğu kriterlere göre uygun alan ya da alanları belirleyip, coğrafi ve çevre şartları göz önünde bulundurularak analiz yapmak başarılı bir peyzaj tasarımı için önemlidir (Şekil 5).

İstenilen özellikte alan ya da alanların belirlenmesi için yapılan analiz planı GeoTasarım'ın peyzaj tasarımında gerekli olduğunun bir göstergesidir. Nehrin etrafında oluşturulacak park için öncelikle nehre yakın bölgeleri belirlemek, bu nehre yakın bölgelerde hâlihazırda var olan park alanlarını belirleyip bu alanları çıkarmak, demografik verileri kullanarak bu verileri nehre yakın bölgelerle karşılaştırarak belediyenin istemiş olduğu düşük gelirli, çok çocuklu yoğun nüfusa sahip yerleşim alanlarını tespit etmek ve bu alanlardaki boş araziler belirlenerek istenilen minimum büyüklükteki alanları tespit edip park alanını belirlemek gibi faaliyetler, CBS destekli GeoTasarım ile daha kolay, daha doğru ve daha hızlı yapılabilmektedir. Park alanı tespitinden sonra parkın detay tasarımı sürecinde yine GeoTasarım uygulanarak CBS teknolojisi ile birlikte tasarım alternatifleri, senaryoları ve detay çalışmaları yapmak mümkün olabilmektedir (Şekil 6, 7 ve 8).



Şekil 5. ArcGIS programı kullanılarak Geotasarım süreciyle istenilen ölçütlere göre belirlenen ve park yapılabilecek alanlar (Akpınar, 2012)



4. Sonuç

Günümüzde ilerleyen teknolojik imkânlar sayesinde bugün yaşamış olduğumuz çevreyi doğaya en az zarar verebilecek şekilde tasarlama ve doğa ve çevremizden en üst seviyede faydalanma imkânı doğmuştur ki bu sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir. Ian McHarg'ın başlatmış olduğu tasarım yaparken çevre ve doğayla birlikte tasarım yapma fikri, CBS bilgi ve destek sisteminin gelişmesiyle daha yaygın hale gelmiştir. GeoTasarım olarak adlandırılan süreç ile yalnızca peyzaj planlaması değil aynı zamanda peyzaj tasarımı da yapılabilir hâle gelmiştir. GeoTasarım, hızlı modelleme tekniği sayesinde tasarım sürecinin başlangıcından bitimine kadar hızlı değerlendirme ile daha doğru ve daha başarılı tasarımların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bir başka deyişle, GeoTasarım gelişmiş ve verilere dayalı bilgilerle peyzaj tasarımını CBS'ye bağlamakta ve bu da tasarım işleminin daha hızlı ve daha doğru şekilde sonuçlanmasına katkı sunmaktadır.

Aynı zamanda peyzaj mimarları olarak bizler dünyamızdaki tasarım ve planlama zorluklarının üstesinden gelmek için yenilikçi çözümlere liderlik ederek o çözümleri uygulamamız Frederick Law Olmsted, Ian McHarg, Carl Steintz gibi peyzaj mimarlarının bizlere bıraktığı birer sorumluluktur. Mekânsal analiz, tasarım, uygulama ve karar verme gibi birçok farklı aşamaya coğrafi bilgileri katarak GeoTasarım sürecini kullanmak, peyzaj mimarlığı meslek disiplininin gelişerek büyümesine ve etki alanının daha da artmasına yardımcı olacaktır.

Ancak şurası bir gerçektir ki peyzaj tasarımında CBS teknolojisi ve GeoTasarım süreci tam anlamıyla etkin olarak kullanılamamaktadır. Özellikle ülkemizde GeoTasarım'ın tanıtılması ve öğretilmesi gerekliliği gelişen yüzyılda giderek önemli hale gelmektedir. Bu kapsamda sadece doktora ve yüksek lisans seviyesinde değil, aynı zamanda lisans seviyesinde de GeoTasarım programlarının oluşturulması ve öğretilmesi elzemdir. Bu nedenle workshop, Charrette (bir grup tasarımcının (peyzaj mimarı, mimar, şehir plancısı vb.) kısa bir sürede tasarım oluşturmak ya da sorunu çözmek için birlikte çalışmaları) gibi farklı çalıştaylar düzenlenmelidir. Bir diğer hususta, plancılar ve tasarımcılar tarafından kullanılan farklı yaklaşımlar hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır (Ervin; 2011).

Sonuç olarak, tasarımcılar elde bulunan farklı ve karmaşık bilgileri azaltıp bir şey oluşturma hisleri ve analitik bilgilerine dayanarak güçlü bir tasarım oluşturmayı hedeflemektedirler. Bu kapsamda, tasarım sürecine başlayıp süreç için modeller oluşturulduğunda, GeoTasarım sadece analitik süreci desteklemekle kalmaz aynı zamanda tasarımcının bir şeyi oluşturma yeteneğine de katkıda bulunur. GeoTasarım süreci, CBS'nin yararlı bir araç ve sistem olduğu konusunda tasarımcıları cesaretlendirir. Bu şekilde Ian McHarg'ın üzerinde durduğu GeoTasarım fikrinin temel yapıtaşını oluşturan doğa ile tasarım fikri, daha yaşanabilir ve daha sürdürülebilir bir çevre oluşturulması için peyzaj mimarlarına yardımcı olur.

Kaynaklar

- Abukhater, A., Walker, D., 2010. Making Smart Growth Smarter with GeoDesign. In: Esri (Ed.), *Changing Geography by Design: Selected Readings in GeoDesign*, Esri, Redlands, CA, pp. 24-32.
- Akpınar, A., 2012. LA 525 GIS Training Class. Washington State University, Spokane.
- Artz, M., 2010. *Changing Geography by Design*. In: Esri (Ed.), *Changing Geography by Design: Selected Readings in GeoDesign*, Esri, Redlands, CA, pp. 3-7.
- Bensghir, T. K., Akay, A., 2006. Bir Kamu Politika Aracı Olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri: Türkiye'de Belediyelerin CBS Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 15: 31-46.
- Chrisman, N., 2006. *Charting the Unknown: How Computer Mapping at Harvard Became GIS*. Esri Press.
- City of Los Angeles., 2007. *Los Angeles River Revitalization Master Plan*. Los Angeles: City of Los Angeles.
- Dangermond, J., 2010. *Designing Our Future*. In: Esri (Ed.), *Changing Geography by Design: Selected Readings in GeoDesign*, Esri, Redlands, CA, Redlands, CA: ESRI, pp. 9-19.
- Ervin, S., 2011. *Object Oriented GeoDesign*. Redlands, California: GeoDesign Summit. <http://video.esri.com/watch/195/object-oriented-geodesign>, Accessed: 10.02.2014
- Esri., 2010. *Changing Geography by Design: Selected Readings in GeoDesign*. Redlands, CA: ESRI.
- Esri, 2013. *Geodesign in Practice: Designing a Better World*. Redlands, CA: ESRI. <http://www.esri.com/library/ebooks/geodesign-in-practice.pdf>, Accessed: 10.02.2014.
- Jombach, S., Kollanyi, L., Molnar, J., L., Szabo, Á., Toth, T., D., 2012. *GeoDesign Approach in Vital Landscapes Project*. *Digital Landscape Architecture*, 211-218.
- Kader, Ş., Kupık, M., 2008. *Peyzaj Mimarisinde Tasarım ve Proje Uygulama*. İstanbul: İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş.
- Kunzmann, K., 1993. *GeoDesign Chance oder Gefahr?* In: B. f. Raumor (Ed.), *Planungskartographie und Geodesign*. Heft.
- Manone, M., 2011. *Defining GeoDesign*. *GeoDesign in the Curriculum: Promising Practices and Pedagogies in GeoDesign Education*: <http://geodesigneducation.com/2011/04/20/definitions-of-geodesign>. Accessed: 10.02.2014.
- McHarg, I., 1969. *Design with Nature*. New York: The Natural History Press.
- Miller, W.R., 2012. *Introducing Geodesign: The Concept*. Redlands, CA: Esri.
- Steinitz, C., 1995. *A Framework for Landscape Planning Practice and Education*. *Process Architecture*, 127.
- Steinitz, C., 2012. *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. Esri Press.
- Stokman, A., von Haaren, C., 2010. *Integrating Science and Creativity for Landscape Planning and Design of Urban Areas*. In: U. Weiland, & M. Richter (Ed.), *Urban Ecology – a global Framework*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Tecim, V., Kınca, C., 2004. *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Bölgesel Planlamada Etkin Bir Bilişim Teknolojisi*. 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul, s. 1-13.
- Vargas-Moreno, J., C., 2008. *Participatory landscape planning using portable geospatial information systems and technologies: the case of the Osa region of Costa Rica*. In: *Graduate School of Design (Ed.)*, Cambridge, MA, USA: Harvard University.

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, 12 punto Times New Roman yazı tipinde ve düz metin şeklinde hazırlanmalıdır. Zorunlu olmadıkça hiçbir özel format kullanılmamalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir. Diğer hususlar için lütfen aşağıdaki açıklamalara bakınız:

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri yer almalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalı, kısaca araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında kullanılabilir.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) uygun olmalıdır. Kısaltmalar ise metin içerisinde ilk geçtiği yerde parantez içinde açıklanmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Oliver vd., 1996; Boydak ve Çalikoğlu, 2008). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). Kaynaklar hakkında detaylar için Ek 1'e bakınız.

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller (grafik, fotoğraf, harita vb.) metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve metnin sonuna eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller mümkün olduğu kadar sade olmalı, içerilerindeki metin, rakam, sembol vb. unsurlar hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde ve 8,15 ya da 17 cm genişliğinde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde ve 8 punto büyüklüğünde olmalıdır.

Makalenin gönderilmesi: Dergimizin 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 "[giris](#)" yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte ve hakem önerilerini de içeren "[üst yazı ve telif devir](#)" formunu sisteme ek belge olarak yüklemelidirler.

Instructions for authors

Manuscript should be prepared in A4 page size, with Times New Roman font and 12 pt font size, as plain text. Unless necessary, no special formatting should be used. Page and line numbers should be included into the manuscript. Please check out the explanations below for other details:

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not exceed 250 words, and briefly explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be used below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units. Abbreviations should be explained briefly within a parenthesis where it appears first.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Oliver et al., 1996; Boydak and Çalikoğlu, 2008). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). See Appendix 1 for details on references.

Tables and figures: All tables and figures (graphs, photographs, maps etc.) should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be given at the end of the manuscript. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be simple, and their text, number and symbol components should be easily visible and understandable both in print and electronic versions. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution and 8.15 or 17 cm width. Characters within the figures should be in Times New Roman font type and 8 pt font size.

Submission of a manuscript: 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. Our registered members can "[log in](#)" to the system and then upload their manuscript and "[cover letter and copyright transfer form](#)" as an appendix, containing their suggested referees.

Ek 1. Kaynaklar

Genel kabul görmüş ilkelere uygun olarak, her bir yayının yazarı, yayın yılı, başlığı, yayıncısı, sayfa numarası ve gerekli diğer bilgileri verilmelidir.

Elektronik kaynaklar: Sıradan bir internet sitesi gibi güvenilirliği ve devamlılığı şüpheli olan elektronik kaynaklar tercih edilmemelidir. Eğer bir kaynağın hem elektronik hem de basılı hali mevcutsa, basılı olanı referans gösterilmelidir.

Eğer kullanılacaksa, elektronik kaynaklar da basılı kaynaklar gibi düşünülmesi; yazar, yayın yılı, makale veya internet sayfasının başlığı, yayıncı adı ve yeri verilmelidir. Sadece çevrimiçi yayın yapan dergilerde DOI numarası da kaynağın sonuna eklenmelidir.

Periyodik dergilerde makale / Article in periodical journals

Binkley, D., Stape, J.L., Ryan, M.G., 2004. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, 193: 5-16.

Acar, H.H., Ünver, S., 2012. Tomrukların oluk içerisinde traktör gücü ile kontrollü kaydırılması (TOKK-T) yönteminde iş verimliliği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2): 97-102.

Kitap / Book

Boydak, M., Çalikoğlu, M., 2008. Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayını, Lazer Ofset Matbaası, Ankara.

Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons, New York.

Kitapta bölüm / Reference to a chapter in an edited book

Little, C.H.A., Pharis, R.P., 1995. Hormonal control of tree stem growth. In: Gartner, B.L. (Ed.), *Plant Stems: Physiology and Functional Morphology*, Academic Press, New York, pp. 281-319.

Moore, S.E., Allen, H.L., 1999. Plantation forestry. In: Hunter, M.L. Jr., (Ed.), *Maintaining Biodiversity in Forested Ecosystems*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 400-433.

Tez / Thesis and dissertation

Gurlevik, N., 2002. Stand and soil responses of a loblolly pine plantation to midrotation fertilization and vegetation control. PhD Dissertation, North Carolina State University, NC, USA.

Işık, F., 1998. Kızılcıamın (*Pinus brutia* Ten.) genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Konferans bildirisi / Conference proceedings

Erdönmez, C., Ok, K., 2009. Özel ağaçlandırmaları etkileyen sosyo-ekonomik etkenler. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, s. 74-80.

Erkan, N., 2002. Growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) in natural forest and plantation in Turkey. Proceedings of IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations, 11-13 September 2002, Izmit, Turkey, pp. 67-74.

Elektronik kaynak / Electronic reference

FAO, 2011. Fact and figures: Forest cover. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/forestry/28808/en/>, Accessed: 22.12.2012.

OGM, 2009. Ormancılık istatistikleri 2009. Resmi istatistik programı kapsamındaki ormancılık istatistikleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, http://web.ogm.gov.tr/Dkmanlar/istatistikler/ormancilik_ist_2009.pdf, Erişim: 06.02.2013.

Adam, M.C., Kneeshaw, D., Beckley, T.M., 2012. Forestry and road development: direct and indirect impacts from an Aboriginal perspective. *Ecology and Society* 17(4):1, <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04976-170401>.

Appendix 1. References

In accordance with generally accepted principles; author, publication year, title, publisher, page numbers and other appropriate information should be given for each reference.

Electronic references: Ordinary internet sites sources with limited credibility and permanence should not be used as an electronic reference. If a publication exists in both print and electronic versions, the print version should be preferred as a reference.

If used, electronic sources should be treated as printed sources; author, year of publication, title of the article or web page, publisher's name and place should be given. DOI numbers should be included at the end if an online-only publication is used as reference.

