

ISSN: 2149-2174
e-ISSN: 2149-3898



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



Year: 2015
Yıl: 2015

Volume: 16
Cilt: 16

Issue: 2
Sayı: 2



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY
TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ

ISSN: 2149-2174
e-ISSN: 2149-3898

A peer reviewed journal, published biannually (February & September)
Published by Süleyman Demirel University Faculty of Forestry

Editorial board

Editor-in-chief

Mehmet Korkmaz, Assoc.Prof.Dr.

Subject editors

Halil Turgut Şahin, Prof.Dr.
Halil Özgüner, Assoc.Prof.Dr.
H. Oğuz Çoban, Assoc.Prof.Dr.
Oğuzhan Sarıkaya, Assoc.Prof.Dr.
Yılmaz Çatal, Assoc.Prof.Dr.
A. Alper Babalık, Asst.Prof.Dr.
Nevzat Gürlevik, Asst.Prof.Dr.

Layout editor

Süleyman Uysal, Expert

Secretary

Esra Bayar, Res.Asst.
Tuğba Yılmaz Aydın, Res.Asst.
Zeynep Akgül Gök, Res.Asst.

Press

SDÜ Basımevi – Isparta

Contact information

SDÜ Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Phone : +90 246 211 3833
Fax : +90 246 211 3948
Web : <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/sduofd>
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 Tüfekçiöğlü, 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 Gökbülak, Prof.Dr., İstanbul University, Turkey
Fikret Işık, Assoc.Prof.Dr., North Carolina State University, USA
Gökhan Abay, Prof.Dr., Recep Tayyip Erdoğan 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
Nilgöl Karadeniz, Prof.Dr., Ankara University, Turkey
Osman Karagüzel, Prof.Dr., Akdeniz University, Turkey
Sadık Artunç, Prof.Dr., Mississippi State University, USA
Veli Ortaçşme, Prof.Dr., Akdeniz University, Turkey

Turkish Journal of Forestry 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. Papers in both English and Turkish can be accepted. 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 Life Sciences Database, CAB Abstracts and Zoological Records.

Turkish Journal of Forestry is the official journal of Faculty of Forestry, Süleyman Demirel University. This journal was previously published under the title "Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi" between 2000 and 2014.



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY
TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ

ISSN: 2149-2174
e-ISSN: 2149-3898

Yılda iki sayı olarak (Şubat & Eylül) yayınlanan hakemli bir dergidir
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi tarafından yayınlanmaktadır

Dergi yayın kurulu

Editör

Mehmet Korkmaz, Doç.Dr.

Bölüm editörleri

Halil Turgut Şahin, Prof.Dr.

Halil Özgüner, Doç.Dr.

H. Oğuz Çoban, Doç.Dr.

Oğuzhan Sarıkaya, Doç.Dr.

Yılmaz Çatal, Doç.Dr.

A. Alper Babalık, Yrd.Doç.Dr.

Nevzat Gürlevik, Yrd.Doç.Dr.

Dizgi editörü

Süleyman Uysal, Uzman

Sekreteryası

Esra Bayar, Arş.Gör.

Tuğba Yılmaz Aydın, Arş.Gör.

Zeynep Akgül Gök, Arş.Gör.

Baskı

SDÜ Basımevi – Isparta

İletişim

SDÜ Orman Fakültesi, 32260, Isparta

Telefon : 0246 211 3833

Fax : 0246 211 3948

Ağ adresi : <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/sduofd>

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 Tüfekçioğlu, Prof.Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye

Aynur Aydın Coşkun, Prof.Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Bahar Türkyılmaz, Prof.Dr., Ege Üniversitesi, Türkiye

Cemil Ata, Prof.Dr., Yeditepe Üniversitesi, Türkiye

Emin Zeki Başkent, Prof.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye

Ertuğrul Bilgili, Prof.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye

Ferhat Gökbülak, Prof.Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Fikret Işık, Doç.Dr., North Carolina State Üniversitesi, ABD

Gökhan Abay, Prof.Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Türkiye

H. Hulusi Acar, Prof.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye

H. Şebnem Düzgün, Prof.Dr., Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Türkiye

Hakkı Alma, Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

Kani Işık, Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Kenan Ok, Prof.Dr., İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Nihat Sami Çetin, Prof.Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

Nilgöl Karadeniz, Prof.Dr., Ankara Üniversitesi, Türkiye

Osman Karagüzel, Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Sadık Artunç, Prof.Dr., Mississippi State Üniversitesi, ABD

Veli Ortaçesme, Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Türkiye Ormancılık 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. Derginin yayın dili İngilizce ve Türkçe'dir. Dergimiz ülkemizde elektronik dergicilik yaparak geniş kitlelere ulaşan ilk ormancılık dergisi olmanın ve TÜBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veritabanı, CAB Abstracts ve Zoological Records gibi ulusal ve uluslararası veri tabanlarına ilk üye olan dergiler arasında yer almasını gururunu yaşamaktadır.

Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesinin resmi yayını olan Türkiye Ormancılık Dergisi, 2000-2014 yılları arasında "Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi" adıyla yayınlanmıştır.

CONTENTS

Research

- Development of stem diameter model for Bornmullerian fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmulleriana* (Mattf.)) stands in Ayancık District using mixed effects modeling approach
Ramazan Özçelik, Ümit Yaşar..... 86-95
- A research on the hay yield and botanical composition of the Zengi Rangeland in Isparta
Ahmet Alper Babalık, Hilmi Sarıkaya96-101
- Effect of clear cutting on birds in brutian pine forests in the Western Mediterranean Region
Doğan Akdemir, İbrahim Özdemir..... 102-110
- Poplar pest insects and their predators in Isparta province
Ayşenur Gümüş, Mustafa Avcı 111-129
- Fire problem, distribution of fires and factors effecting fires in Muğla-Fethiye forests
Serdar Göktepe, Mustafa Avcı 130-140
- The role of women in community life in forest villages: The example of Isparta Forest District
Sibel Korkmaz, Hasan Alkan..... 141-151
- Effects of water-soluble varnishes on red color tone in wood material colored with water-soluble wood stains
Ahmet Cihangir Yalınkılıç, Abdullah Sönmez 152-158
- Determination of pulp production paramemeters from common hazelnut (*Corylus avellana* L.) wood using soda method
Ayhan Gençer, Ufuk Özgül 159-163
- Determination of the most convenient ecotourism activity by using analytic hierarchy process
Hasan Yılmaz, Hilal Surat..... 164-176
- Effects of roads on intra-city traffic noise: The case of Ordu Province
Murat Yeşil, Ömer Atabeyoğlu, Pervin Yeşil 177-182

Review

- Precision forestry in forest harvesting: Conceptual framework
Mehmet Eker, Davut Özer..... 183-194
- Evaluation of work health and safety under legal scope in forest harvesting
Metin Tunay, Tuna Emir 195-202
- Nanocellulose production technology
Ayhan Tozluoğlu, Yalçın Çöpür, Ömer Özyürek, Sema Çıtlak.....203-219

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Sinop Yöresi Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) meşcereleri için gövde çapı modelinin karışık etkili modelleme tekniği ile geliştirilmesi
Ramazan Özçelik, Ümit Yaşar 86-95
- Isparta ili Zengi Merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma
Ahmet Alper Babalık, Hilmi Sarıkaya 96-101
- Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki kızılçam ormanlarında uygulanan tıraşlama kesimlerinin kuşlar üzerindeki etkileri
Doğan Akdemir, İbrahim Özdemir 102-110
- Isparta ilinde kavak zararlısı böcekler ve avcıları
Ayşenur Gümüüş, Mustafa Avcı 111-129
- Muğla-Fethiye ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve yangınlar üzerinde etkili olan faktörler
Serdar Göktepe, Mustafa Avcı 130-140
- Orman köylerinde kadının toplumsal yaşamdaki rolü: Isparta Orman İşletme Şefliği örneği
Sibel Korkmaz, Hasan Alkan 141-151
- Suda çözünen ağaç boyaları ile renklendirilen ağaç malzemedeki su bazlı verniklerin kırmızı renk tonuna etkisi
Ahmet Cihangir Yalınkılıç, Abdullah Sönmez 152-158
- Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.) odunundan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretim parametrelerinin belirlenmesi
Ayhan Gençer, Ufuk Özgül 159-163
- Analitik hiyerarşi süreci kullanılarak en uygun ekoturizm etkinliğinin belirlenmesi
Hasan Yılmaz, Hilal Surat 164-176
- Karayollarının kent içi trafik gürültüsü düzeyine etkisi: Ordu kent merkezi örneği
Murat Yeşil, Ömer Atabeyoğlu, Pervin Yeşil 177-182

Derleme

- Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı: Kavramsal çerçeve
Mehmet Eker, Davut Özer 183-194
- Ormancılık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin yasal çerçevede değerlendirilmesi
Metin Tunay, Tuna Emir 195-202
- Nanoselüloz üretim teknolojisi
Ayhan Tozluoğlu, Yalçın Çöpür, Ömer Özyürek, Sema Çıtlak 203-219

Sinop Yöresi Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) meşcereleri için gövde çapı modelinin karışık etkili modelleme tekniği ile geliştirilmesi

Ramazan Özçelik^{a,*}, Ümit Yaşar^b

Özet: Sinop-Ayancık Yöresi Uludağ göknarı [*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)] meşcereleri için doğrusal olmayan karışık etkili modelleme kullanılarak gövde profili modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla ölçümü yapılan ağaçların %87'si model geliştirmek, geri kalan %13'lük kısmı ise geliştirilen modeli test etmek amacıyla kullanılmıştır. Ölçüt değerleri temel alındığında, en uygun model yapısının modelin bütün parametrelerinin tesadüfi değişken içermesi durumunda ortaya çıktığı görülmüştür. Model, homojen bir varyans yapısı göstermiş ve veriler arası otokorelasyonu azaltmıştır. Tesadüfi değişken eklenen model, ağaç gövdesi üzerinde değişik noktalarındaki çap tahminlerinde önemli iyileşmeler sağlamıştır. Karışık etkili modeller, eğer ekstra çap ölçümleri mevcut ise, tesadüfi değişkenler yardımı ile yeni bir yer ya da birey için modelin kalibrasyonuna imkân sağlamaktadır. Bu amaçla ağaç gövdesi üzerindeki farklı yerlerdeki çap ölçümleri ve uygun Bayesian yaklaşımı kullanılarak kalibrasyon alternatifleri değerlendirilmiştir. Çap tahminleri için en uygun kalibrasyon seçeneğinin 8.3 m'de ölçülen çap değeri olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları, çap tahminleri amacıyla gövde çapı modelinin etkinliğini ve esnekliğini arttırmak amacıyla karışık etkili modelleme yaklaşımının kullanımını desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Gövde çapı, Karışık-etkili model, Uludağ göknarı, Model kalibrasyonu

Development of stem diameter model for Bornmullerian fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmulleriana* (Mattf.)) stands in Ayancık District using mixed effects modeling approach

Abstract: A nonlinear mixed-effect modeling approach was used to model for Turkish fir [*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)] stands in Sinop-Ayancık District of Turkey. About 87% of the trees were randomly selected for model development and the remainder used for model validation. Based on goodness-of-fit criteria, the model including random-effects in all parameters was the best. The selected mixed-effects model showed homogeneous residual variance and autocorrelation was reduced with the inclusion of random-effects. Measures of bias and precision indicated that estimates of random-effects improved significantly the predictive capability of the taper equation when predicting upper stem diameters. Mixed models allow calibration of the model for new locations, by predicting random coefficients if additional stem form measurements are available. Diameter measurements from various stem locations were evaluated for tree-specific calibrations by predicting random-effects parameters using an approximate Bayesian estimator. It was found that an upper stem diameter at 8.3 m above ground was best suited for calibrating tree-specific predictions of diameter outside bark. The results of this study support previous findings indicating that the use of mixed-effects modeling approach increases flexibility and efficiency of taper equations for upper stem diameter prediction.

Keywords: Stem diameter, Mixed-effects model, Bornmullerian fir, Model calibration

1. Giriş

Ağaç ve meşcerelere ilişkin hacmin ve bu hacim miktarının farklı ticari sınıflara dağılımının doğru hesaplanması, orman amenajman planlarının düzenlenmesi ve orman ürünleri sanayisinin geleceğine ilişkin projeksiyonlarının yapılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Ağaç hacimlerinin doğru tahmini için var olan farklı yöntemler arasında en etkin ve çok yönlü yaklaşım tarzı gövde çapı modelleridir (Jiang vd., 2005). Gövde çapı

modellerinin ormancılık uygulamaları için diğer bir önemi de, büyüme ve hasılat modellerine entegre edilebilmesi, farklı yetiştirme ortamları ve farklı planlama alternatiflerinden elde edilecek ürün sınıflarının ve miktarlarının tahminine imkan sağlamasıdır (de-Miguel vd., 2012).

Gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla genellikle doğrusal olmayan en küçük kareler (ONLS) yöntemi kullanılmaktadır. Ancak, gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde kullanılan veriler, aynı ağaç üzerinde düzenli ya da düzensiz aralıklarla ölçülen çap değerlerinden

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

^b Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü, Sinop

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ramazanozcelik@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.08.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.09.2015



Citation (Atıf): Özçelik, R., Yaşar, Ü., 2015. Sinop Yöresi Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) meşcereleri için gövde çapı modelinin karışık etkili modelleme tekniği ile geliştirilmesi, Turkish Journal of Forestry, 16(2): 86-95. DOI: [10.18182/tjf.94103](https://doi.org/10.18182/tjf.94103)

elde edilmektedir. Bunun sonucu olarak da, ardışık ölçüm değerleri birbiri ile ilişkili olmaktadır. Bu ilişki regresyondaki kovaryans matrisinin yansız tahmini için gerekli olan hataların bağımsız olma kuralını ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, araştırma çalışmaları hem yeni model formlarının geliştirilmesine, hem de gövde formundaki ağaçlar arası değişkenliğin hesaplanmasına ilişkin yeni yaklaşımlara odaklanmıştır.

Bu amaçla son yıllarda gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde doğrusal olmayan karışık etkili modelleme (NLME) yaklaşımı kullanılmaya başlamıştır (Gregoire ve Schabenberger, 1996; Fang ve Bailey, 2001). Bu yaklaşım ile çoklu hiyerarşik yapı gösteren veri seti içerisindeki bireylerin kendi içindeki ve bireyler arası ilişkisi hesaplanabilmekte ve model esnekliği sağlanabilmektedir. Yine bu modelleme yaklaşımıyla, sabit (fixed) ve tesadüfi (random) etkili parametreler eş zamanlı tahmin edilebilmektedir. Bu özellik, karışık etkili modellemeyi yeni bir birey için tahmin yapılması gerekli olduğunda ve bu bireyle ilgili bir ön bilginin bulunması durumunda diğer modellere göre daha etkili yapmaktadır. Bu durumda, ön bilgi, yeni birey için tesadüfi değişkenin tahmin edilmesi için kullanılmakta ve modelin kalibrasyonu mümkün kılmaktadır. Bu özellikler karışık etkili modellemeyi, diğer modelleme tekniklerine göre daha avantajlı duruma getirmektedir. Burkhart ve Tome (2012) tarafından da belirtildiği gibi, karışık etkili modelleme tekniğinin geleneksel regresyon denklemlerine üstünlüğü; modelin yapısında sabit ve tesadüfi etkili parametreleri birlikte bulundurma ve ilişkili verilerin varyans-kovaryans matrislerinin modellenmesine izin vermesidir. Bu nedenle karışık etkili modelleme yaklaşımı, ağaçlar arası ve ağaçlar içi varyasyonu daha iyi açıklayabilmekte ve modelin sabit etkili parametrelerinin yansız ve doğru tahminine imkân sağlamaktadır. Bunun yanında karışık etkili modelleme yaklaşımı şayet örneklenmemiş bir yer için tesadüfi parametreleri tahmini yapılacaksa, modelin tahmin yeteneğini iyileştirebilmektedir (Calama ve Montero, 2005; Jiang vd., 2007).

Bir ağacın gövde formunun ve dolayısı ile gövde üzerindeki herhangi bir noktadaki çap değerinin tahmin edilmesi amacıyla değişik ülkelerde, çok farklı matematiksel formlarda modeller geliştirilmiş olmasına rağmen (Kozak, 1988; Figueiredo-Filho vd., 1996; Fang vd., 2000; Sharma ve Oderwald, 2001; Sharma ve Burkhart, 2003; Lee vd., 2003; Jiang vd., 2005; Kozak, 2004; Trincado ve Burkhart, 2006; Jiang vd., 2007) ülkemizde, ağaç türleri ve meşcere yapılarına bağlı olarak elde edilebilecek odun çeşitlerinin tahmin edilmesinde kullanılan temel altlıklardan biri olan gövde çapı modelleri ile ilgili yeterli bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Ülkemizde gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla yöresel bazda farklı model yapıları kullanılarak bazı çalışmalar yapılmıştır (Yavuz, 1995; Yavuz ve Saraçoğlu, 1999; Sakıcı, 2002; Meydan-Aktürk, 2006; Sakıcı vd., 2008; Brooks vd., 2008; Özçelik ve Brooks 2012; Özçelik ve Bal 2013). Karışık etkili modelleme yaklaşımı ile gövde çapı modellerinin geliştirilmesi ile ilgili olarak ise, ülkemizdeki çalışmaların sayısı oldukça azdır (Özçelik vd. 2011; Şenyurt vd., 2014; Ercanlı, 2015).

Bu çalışmada, Sinop-Ayancık Yöresi doğal Uludağ göknarı meşcereleri için karışık etkili modelleme yaklaşımı kullanılarak gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla

farklı tesadüfi etkili parametre kombinasyonları test edilmiş ve en başarılı tesadüfi değişken kombinasyonu kullanılarak yeni bir birey veya yetiştirme ortamı için modelin kalibrasyonu yapılarak geliştirilen model test edilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan veriler, Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü Kepez Orman İşletme Şefliği'ndeki doğal Uludağ göknarı meşcerelerinden toplanmıştır. Bu amaçla toplam 319 adet örnek ağaç ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu örnek ağaçlardan 278 adedi (%87) gövde çapı modelinin geliştirilmesi, geri kalan 41 adet (%13) ağaç ise geliştirilen modelin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde, ağaçların meşcere kuruluşlarını ve dolayısıyla çap ve boy sınıflarını en iyi şekilde temsil etmesini sağlamak amacıyla, tüm çap ve boy sınıflarına mümkün olduğu kadar eşit dağılımının sağlanmasına çalışılmıştır. Bu nedenle, örnek ağaçlar hem galip hem de müşterek galip ağaçlar arasından seçilmiştir. Örnek ağaçların seçiminde gövdelerin çatalı ve eğri, tepelerin kırık olmamasına ve ağaçların yetiştirme ortamı şartlarını en iyi biçimde yansıtmasına dikkat edilmiştir. Örnek ağaçlar kesildikten sonra her ağaç üzerinde sırasıyla şerit metre yardımı ile ağaç boyları ölçülmüş ve daha sonra her ağaç üzerinde birer metre aralıkla çaplar ölçülmüştür. Çap ölçümleri için elektronik çap ölçer kullanılmıştır. Ölçümü yapılan örnek ağaçlara ilişkin nitelendirici istatistiksel bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Gövde çapı modelleri

Ormancılık çalışmalarında iki grup gövde çapı modelinin başarı ile kullanıldığı belirtilmektedir. Bunlardan ilki, değişken şekil çap modelleridir. Bu modellerde bir ağaç gövdesinin, dipten tepeye doğru nayloid, paraboloid ve konik parçalardan oluştuğu düşünülmektedir (Newnham, 1988; Kozak, 1988; Perez vd., 1990). Ancak bu model formunun bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; gövde üzerindeki farklı şekillerin hacim hesaplamalarında birleştirilememesi ve en yüksekteki çap değeri için ticari boyun doğrudan hesaplanamayıp, bir iterasyon ile hesaplanmasının gerekli olmasıdır. İkinci grup ise; parçalı-gövde çapı (Segmented-polynomial) modelleridir. Bu modeller farklı ağaç bölümlerinin çap düşüşlerini farklı denklem formları kullanarak tanımlamaktadır (Martin, 1981; Parresol vd., 1987; Clark vd., 1991; Figueiredo-Filho vd., 1996; Fang vd., 2000; Jiang, 2004). Yapılan çalışmalar, gövde çapı tahminlerinde, değişken şekil gövde çapı modellerinin, parçalı gövde çapı modelleri kadar başarılı olduklarını göstermiştir (Sharma ve Parton, 2009; Yang vd., 2009b; Li vd., 2012; Gomez-Garcia vd., 2013). Bu nedenle çalışmada, Sharma ve Parton (2009) tarafından geliştirilen değişken şekil gövde çapı modeli kullanılmıştır. Bu model, Sharma ve Oderwald (2001) modelini temel alan ve Sharma ve Zhang (2004) tarafından geliştirilen gövde çapı modelinin değiştirilmiş bir şeklidir.

Çizelge 1. Uludağ göknarı için gövde çap modeli geliştirmek ve geliştirilen modelin test edilmesi amacıyla ölçülen parametrelerine ilişkin nitelendirici istatistikler.

Veri	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maximum
Model Geliştirme Verisi (n = 278 ağaç)				
Göğüs Çapı (cm)	37.70	11.08	10.20	73.00
Toplam Boy (m)	27.02	7.58	6.91	51.30
Disk Çapı (cm)	22.64	11.92	1.00	75.00
Disk Yüksekliği (m)	13.05	9.00	0.30	50.00
Disk Sayısı	12.35	7.96	1.00	40.00
Model Test Verisi (n = 41 ağaç)				
Göğüs Çapı (cm)	38.93	11.12	12.30	58.90
Toplam Boy (m)	27.49	7.73	9.52	41.80
Disk Çapı (cm)	23.29	11.69	1.00	60.10
Disk Yüksekliği (m)	13.39	9.12	0.30	40.00
Disk Sayısı	13.22	8.49	1.00	38.00

2.2.2. Karışık-etkili modelleme ile gövde çapı modelinin geliştirilmesi

Regresyon modelleri, genellikle toplum temelli ve birey temelli modeller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Geleneksel regresyon modelleri en küçük kareler yöntemiyle toplum ortalamalarına ilişkin parametreleri tahmin etmekte iken, birey temelli modeller ise, bir toplum içindeki bireylere özel tahminler için kullanılmakta ve daha yüksek doğruluk ortaya koymaktadırlar. Doğrusal olmayan karışık etkili modelleme (NLME) yaklaşımı sabit ve tesadüfi etkili parametreleri yardımı ile bu iki özelliği birleştirebilmekte ve hem toplum temelli hem de birey temelli tahminler yapılabilmesine imkan sağlamaktadır. NLME modelleme yaklaşımı ile ilgili teori ve hesaplama metotlarına ilişkin detaylar Pinheiro ve Bates (2000) tarafından açıklanmıştır. Pinheiro ve Bates (2000) tarafından kullanılan metodoloji ise Lindstrom ve Bates (1990)'in çalışmalarını temel almaktadır. NLME yaklaşımı, ağaçlar içi ve ağaçlar arasındaki varyasyonu açıklayabilmek için iki aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada da, daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırma olanağı sağlamak ve tutarlığı sağlamak için Davidian ve Giltinan (1995) tarafından önerilen iki aşamalı yaklaşım kullanılarak gövde çapı modeli geliştirilmiştir.

I. aşama: Bireyler içi varyasyon

i. bireyin ölçümleri ile ilişkili tesadüfi ve sistematik varyasyonu temsil eden NLME modelin genel ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilmektedir.

$$y_{ij} = f(\beta_i, x_{ij}) + \varepsilon_{ij} \quad (3.1)$$

$$i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, n_i$$

Burada; y_{ij} i. örnek ağaçtaki j. gözlemin değerini, x_{ij} i. örnek ağaçtaki j. gözlem için tahmin vektörünü, $f(\cdot)$; parametre ve tahmin vektörlerinin doğrusal olmayan fonksiyonunu ve ε_{ij} normal dağılım gösteren hata terimini ifade etmektedir. Bir gövde çapı modeli kavramı içerisinde n ve n_i sırasıyla; toplam ağaç sayısını ve bir ağaç gövdesi boyunca ölçülen çap değerlerini ifade etmektedir. Bu formül, bir ağaç üzerinde gövde boyunca aşamalı düzensiz

tekrarlı ölçüm verilerinin bir durumunu ifade etmektedir. Özel bir birey veya i. küme için y_{ij} yanıtları $[y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in}]^T$ vektörü ile birleştirilebilir ve genel ifadesi aşağıdaki gibi yazılabılır.

$$y_i = f(\beta_i, x_i) + e_i \quad (3.2)$$

$$e_i | \beta_i \sim N(0, R_i(\beta_i, \xi)), \quad \xi = [\sigma, \theta', \rho']^T \quad (3.3)$$

Burada; $R_i(\beta_i, \xi)$ varyans-kovaryans yapısını; ξ ise bütün bireyler için $[\sigma, \theta', \rho']^T$ bilinmeyen parametreler vektörünü ifade etmektedir. Birey içi sistematik varyasyon hata terimlerinin tesadüfi dağılımı ile ilgili varsayım ve doğrusal olmayan fonksiyon yardımı ile yukarıdaki formül ile karakterize edilebilmektedir.

Hata terimlerinin varyans-kovaryans matrisi birey içi varyans ve birey içi korelasyonu hesaplamak için daha genel bir form aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$R_i(\beta_i, \xi) = \sigma^2 G_i^{1/2}(\beta_i, \theta) \Gamma_i(\rho) G_i^{1/2} \quad (3.4)$$

Burada; $G_i^{1/2}(\beta_i, \theta)$ birey içi varyansı karakterize eden $(n_i \times n_i)$ boyutlarındaki bir çapraz matrisi, $\Gamma_i(\rho)$ ise; i. bireyin ölçümleri içindeki korelasyon kalıbını tanımlayan $(n_i \times n_i)$ boyutundaki bir matrisi ifade etmektedir. σ^2 ise modelin artıklara ilişkin varyansıdır.

Şayet ağaç içi varyans homojen ve hatalar ilişkili değil ise, varyans-kovaryans matrisi aşağıdaki gibi basitleştirilebilmektedir.

$$R_i = \sigma^2 \Gamma_i(\rho) \quad (3.5)$$

II. aşama: Bireyler arası varyasyon

Bireyler arası varyasyon için parametre β_i 'in hesabı bireyden bireye değişmektedir. Parametre vektörü β_i , sistematik ve tesadüfi varyasyon düşünülerek aşağıdaki gibi genel bir formda ifade edilebilir.

$$\beta_i = A_i \beta + B_i b_i \quad (3.6)$$

$$b_i \sim N(0, D)$$

Burada; A_i ve B_i sabit ve rasgele etkili parametreler için tasarım parametreleridir. β (rxp) büyüklüğünde sabit etkili parametre vektörü; b_i ise ($qx1$) büyüklüğünde i. ağaç için tesadüfi etkili parametre vektörüdür. D tesadüfi etkili parametreler için varyans-kovaryans matrisidir. p, q ise sırasıyla, modeldeki sabit ve tesadüfi etkili parametrelerin sayısını göstermektedir. Bu tasarım matrisleri sabit ve tesadüfi etkili parametreler için sıfır ve bir değerlerini içermektedir.

Bu çalışmada gövde çapı modeli olarak Sharma ve Parton (2009) tarafından geliştirilen model seçilmiştir. Bu amaçla NLME yaklaşımı ile gövde çapı modelinin geliştirilmesi için SAS yazılımında bulunan NLMIXED yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile sırasıyla tüm parametrelerin sabit etkili olduğu durum ve farklı tesadüfi parametre kombinasyonları test edilmiştir. Bu çalışmada; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ parametrelerinin bir, iki, üç ve dörtlü tesadüfi etkili parametre kombinasyonları test edilmiştir. Bu

çerçevede toplam 16 farklı kombinasyon test edilmiştir. En uygun tesadüfi etkili parametre kombinasyonunun belirlenmesi için ölçüt değerleri olarak, Akaike'nin bilgi kriteri (AIC, Akaike, 1974) ve iki kez negatif logaritmik olabilirlik ($-2\ln(L)$) kriterleri kullanılmıştır. En uygun parametre kombinasyonuna karar verildikten sonra, geliştirilen modellerin bağımsız bir veri seti ile testi de gerçekleştirilmiştir. Yukarıda belirtilen açıklamalar ışığında, Sharma ve Parton (2009) gövde çapı modelinin karışık etkili model formu aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir.

$$y_{ij} = \beta_{0i} \left(\frac{H_i - h_{ij}}{H_i - h_D} \right) \left(\frac{h_{ij}}{h_D} \right)^{\beta_{1i} + \beta_{2i}x_{ij} + \beta_{3i}x_{ij}^2} + e_{ij} \quad (3.7)$$

Burada;

$$y_{ij} = d_{ij} / D_i ; x_{ij} = h_{ij} / H_i$$

h_{ij} = i. birey için j. ölçümün yerden yüksekliği (m),

H_i = ith birey için toplam ağaç boyu (m),

h_D = Göğüs yüksekliği (1.3m)

$\beta_{0i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$ = tahmin edilen parametreler,

e_{ij} = hata terimini ifade etmektedir.

III. aşama: Yeni bir gözlem için tahmin (Kalibrasyon)

Karışık etkili modellemede, değerlendirilmesi ve çözümlenmesi gereken önemli bir konu da; modelin "Kalibrasyon Yanıtlarının" ortaya konulmasıdır. Kalibre edilen modeller, daha doğru, tutarlı ve güvenilir tahminler elde edilmesi imkanlarını sağlamaktadır (Calama ve Montero, 2006; Trincado ve Burkhart, 2006; Yang vd., 2009a; Cao ve Wang, 2011). Bir gövde çapı modelinin temel amacı ölçülmemiş bir ağaç için gövde üzerindeki farklı çap değerlerinin tahminidir. Karışık etkili modelleme tekniğinin geleneksel regresyon modellerine olan üstünlüğü, karışık etkili modellemenin hem tüm popülasyona (ortalama yanıt) ilişkin hem de bireye özel (Kalibrasyon yanıtı) yanıtlara izin vermesidir. Bu özellikler karışık etkili modelleme yaklaşımını yeni bir ağaç için ön bilgilerin bulunması durumunda tahmin için daha etkili kılmaktadır. Trincado ve Burkhart (2006) tarafından belirtildiği gibi, kalibrasyon işlemi bir gövde çapı modelinin tahmin kapasitesini artırmakta ve tahmin için ekstra değişkenlere olan ihtiyacı azaltmaktadır.

Durum 1: Ortalama yanıt tahmini

Şayet bir ağaca ilişkin ön bilgilere sahip değil isek, o ağaç için tesadüfi etkili parametreleri tahmin edemeyiz. Tesadüfi etkiler ($E(b_k) = 0$) için beklenen tahminlerin kullanımı tek seçimdir. Sabit etkili parametre tahminlerini kullanarak bir ağaç gövdesi üzerindeki ortalama çap değerlerini tahmin edebiliriz.

Durum 2: Kalibrasyon yanıtı tahmini

Kalibrasyon yanıtı bir ağaç gövdesi üzerinde daha önceden ölçülmüş çap değerlerine ilişkin bilgileri gerektirir. Bu ilave bilgiler kullanılarak tesadüfi etkiler vektörü b_k tahmin edilebilir. Hesaplamalar aşağıda verilen b_k 'nin uygun Bayesian tahmincisi kullanılarak yapılabilir (Vonesh ve Chinchilli, 1997):

$$\hat{b}_k \approx \hat{D}\hat{Z}_k^T (\hat{Z}_k \hat{D}\hat{Z}_k^T + \hat{R}_k)^{-1} \hat{e}_k \quad (3.8)$$

Burada:

\hat{D} = tesadüfi etkiler için $q \times q$ boyutlarındaki varyans-kovaryans matrisi,

\hat{R}_k = birey içi değişkenlik için $k \times k$ boyutlarındaki varyans-kovaryans matrisi,

$$\hat{e}_k = y_k - f(A_k \beta, x_k) \quad (3.9)$$

$$\hat{Z}_k = \left. \frac{\partial f(A_k \beta, x_k)}{\partial \beta_k^T} \right|_{\beta_k = \hat{\beta}_k} \cdot B_k \quad (3.10)$$

Tesadüfi etkili parametrelerin tahminine ilişkin detaylar Fang ve Bailey (2001) ve Trincado ve Burkhart (2006) tarafından açıklanmıştır. Bu çalışmada; karışık etkili modellerin kalibrasyon yanıtlarının belirlenmesinde; Trincado ve Burkhart (2006), Yang vd., (2009a); Yang vd., (2009b) ve Sharma ve Parton (2009)'un çalışmalarında önerdiği farklı senaryolar değerlendirilmiştir.

2.2.4. Model performanslarının değerlendirmesinde kullanılan ölçütler

Tesadüfi değişken içeren ve içermeyen modellerin doğruluğunun ve tutarlılığının karşılaştırılmasında Arabatzis ve Burkhart (1992) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla en uygun tesadüfi değişken kombinasyonunun belirlenmesi amacıyla Akaike'nin bilgi kriteri (AIC, Akaike, 1974) ve iki kez logaritmik olabilirlik fonksiyonunu ($-2\ln(L)$) kriterleri kullanılmıştır. Akaike'nin bilgi kriteri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$AIC = n \log \left(\sum_{i=1}^{i=n} (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n \right) + 2p \quad (3.11)$$

Burada L = likelihood fonksiyonu ve k = parametre sayısını ifade etmektedir. AIC farklı modellerin güvenilirliğinin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir ölçüt değeridir. AIC ve ($-2\ln(L)$) ölçütlerine göre, en küçük değerlere sahip model iyi model olarak düşünülmüştür.

En uygun tesadüfi değişken kombinasyonuna sahip model ile tüm parametreleri sabit etkili modelin gövde çapı tahminlerindeki başarı durumları farklı nisbi boy değerleri için karşılaştırılmıştır. Bu amaçla ağaç gövdesi on parçaya ayrılmış ve modellerin bu gövde parçalarındaki başarı durumları ortalama hata (E), hata kareler ortalaması (MSE) ve hata kareler ortalamasını karekökü (RMSE) ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Bu kriterlere ilişkin formüller aşağıda vermiştir.

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (3.12)$$

$$MSE_i = \bar{e}_i^2 + v_i \quad (3.13)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}} \quad (3.14)$$

Burada; y_i ölçülen değerleri, \hat{y}_i model ile tahmin edilen değerleri, \bar{y} ölçülen değerlerin ortalamasını, \bar{e}_i ortalama hatayı, n model geliştirmek için kullanılan toplam gözlem sayısını ve p ise tahmin edilen parametre sayısını göstermektedir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Karışık-etkili değişken şekil gövde çapı modeli

Çalışmada öncelikli olarak, sadece sabit etkili parametrelere sahip model (Fixed model) ile, farklı tesadüfi değişken kombinasyonlarına sahip karışık etkili model (Mixed effects model) karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde, bu iki durum arasında önemli farklılıkların olduğu ortaya konmuştur. Buna ilişkin sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Bütün durumlarda, tesadüfi değişken eklenen modeller daha başarılıdır.

-2LL ve AIC ölçüt değerleri ve σ^2 değeri dikkate alındığında tüm parametreleri tesadüfi etkili model en başarılı olarak ortaya çıkan karışık etkili modelin parametre tahminleri ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Sharma ve Parton (2009) modelinin farklı tesadüfi değişken kombinasyonları için istatistiksel sonuçları

Tesadüfi Değişkenler	Parametre sayısı	σ^2	-2LL	AIC
Hiçbiri ^a	5	0.01674	-2764	-2754
β_0	6	0.00329	-5878	-5866
β_1	6	0.01158	-3334	-3322
β_2	6	0.01132	-3374	-3362
β_3	6	0.01292	-3125	-3113
β_0, β_1	8	0.00190	-6800	-6784
β_0, β_2	8	0.00104	-7895	-7879
β_0, β_3	8	0.00117	-7670	-7654
β_1, β_2	8	0.01033	-3476	-3460
β_1, β_3	8	0.01061	-3428	-3412
β_2, β_3	8	0.00911	-3721	-3705
$\beta_0, \beta_1, \beta_2$	11	0.00074	-8397	-8375
$\beta_0, \beta_1, \beta_3$	11	0.00076	-8360	-8338
$\beta_0, \beta_2, \beta_3$	11	0.00070	-8495	-8473
$\beta_1, \beta_2, \beta_3$	11	0.00051	-8885	-8855
$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$	15	0.00046	-20315	-20285

σ^2 tahminlerin standart hatasını, -2LL iki kez logaritmik olabilirlik fonksiyonunu ve AIC Akaike'nin bilgi kriterini, ^aSabit etkili modeli ifade etmektedir.

Çizelge 3. Sharma ve Parton (2009)'un karışık etkili değişken şekil gövde çapı modeli için parametre tahminleri

	Tahmin	Standart Hata (σ^2)
<i>Sabit etkili parametreler</i>		
β_0	0.9939	0.00136
β_1	-0.04286	0.00190
β_2	0.03461	0.01284
β_3	0.3120	0.01686
<i>Varyans bileşenleri</i>		
σ^2	0.000524	0.000011
Var(b_0)	0.000365	0.000044
Var(b_1)	0.000815	0.000088
Var(b_2)	0.039030	0.003971
Var(b_3)	0.070220	0.006826
Cov(b_0, b_1)	0.000077	0.000044
Cov(b_0, b_2)	0.000811	0.000293
Cov(b_0, b_3)	-0.00059	0.000387
Cov(b_1, b_2)	-0.00396	0.000515
Cov(b_1, b_3)	0.005459	0.000669
Cov(b_2, b_3)	-0.04538	0.004898

^a standard hata

Ağaçlar arası varyasyon için, k . yeni bir ağaç için parametre vektörü β_k aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir:

$$\beta_k = \mathbf{A}_k \beta + \mathbf{B}_k \mathbf{b}_k = \begin{bmatrix} 0.99390 + b_{0k} \\ -0.04286 + b_{1k} \\ 0.03461 + b_{2k} \\ 0.31200 + b_{3k} \end{bmatrix} \quad \mathbf{b}_k \sim N(0, \mathbf{D})$$

Burada, sırasıyla, β ; sabit etkili parametre vektörünü $[0.99390, -0.04286, 0.03461, 0.31200]^T$, \mathbf{b}_k tesadüfi etkili parametre vektörünü $[\mathbf{b}_{0k}, \mathbf{b}_{1k}, \mathbf{b}_{2k}, \mathbf{b}_{3k}]^T$, $\mathbf{A}_k = \mathbf{B}_k = \mathbf{I}_4$ ise (4x4) boyutundaki tanım matrisini $[\mathbf{1000}, \mathbf{0100}, \mathbf{0010}, \mathbf{0001}]^T$ veya sabit ve tesadüfi etkili dizayn matrisini ifade etmektedir. \mathbf{b}_k tesadüfi etkiler vektörü, $E[\mathbf{b}_k] = 0$ ve varyans-kovaryans matrisi \mathbf{D} ile çok değişkenli normal dağılmış olarak düşünülmektedir (Çizelge 4.2).

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} 0.000365 & 0.000077 & 0.000811 & -0.000590 \\ 0.000077 & 0.000815 & -0.003960 & 0.005459 \\ 0.000811 & -0.003960 & 0.039030 & -0.044538 \\ -0.000590 & -0.005459 & -0.045380 & 0.070220 \end{bmatrix}$$

Sharma ve Parton (2009) tarafından belirtildiği gibi, Formül (3.7) uygulanarak gövde üzerinde ekstra çap ölçümleri kullanılarak ($j=1, \dots, n_k$) yeni bir ağaç veya yer için tesadüfi etkili parametreler vektörü tahmin edilebilir.

3.2. Hata varyansı ve otokorelasyon için elde edilen sonuçlar

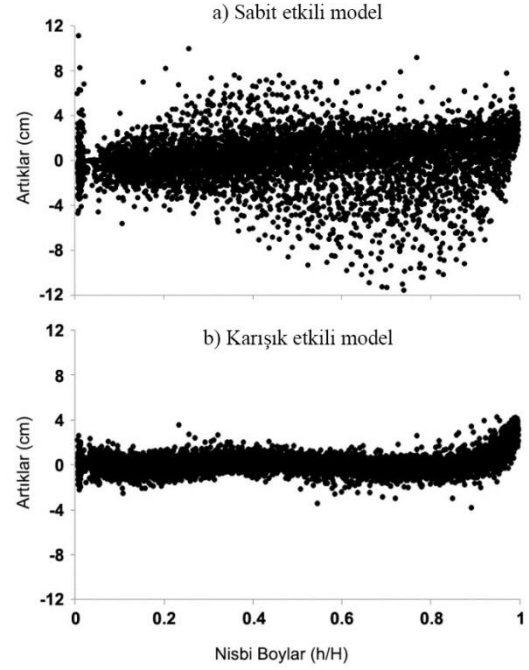
Sabit etkili ve karışık etkili modellere ilişkin hata analizleri, tesadüfi etkili parametrelere sahip karışık-etkili modelin, sabit etkili modele kıyasla daha homojen bir hata varyansı yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum Şekil 1'de de açık bir şekilde görülebilmektedir. Tüm nisbi boy değerleri için tesadüfi etkili parametrelere sahip model, tüm parametreleri sabit etkili model göre daha homojen bir hata varyansı yapısına sahiptir. Yine şekilden de açıkça görülebileceği gibi tüm parametreleri sabit etkili modelde, hata varyansı değerleri nisbi boy değerlerinin artmasına paralel olarak artış göstermektedir.

Modele tesadüfi etkili parametrelerin eklenmesinden sonra, hata ile ilişkili otokorelasyon problemi de hemen hemen ortadan kalkmıştır. İlk üç laglar için hata otokorelasyonu Şekil 2'de verilmiştir. Burada, sabit etkili modelde önemli ve pozitif bir korelasyon gözlenmektedir. Ancak, ilgili grafikten de görüleceği gibi, hata korelasyonu, modele, tesadüfi etkili parametrelerin eklenmesi ile hemen hemen ortadan kaldırılmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tasissa ve Burkhart, 1998; Trincado ve Burkhart, 2006; Sharma ve Parton, 2009; Gomez-Garcia vd., 2013). Ağaç içi varyans-kovaryans matrisi 4 nolu denklem yardımı ile modellenmiştir. Bu formülde σ^2 (standart hata) değeri Çizelge 3'ten de görüleceği gibi 0.000524'dür.

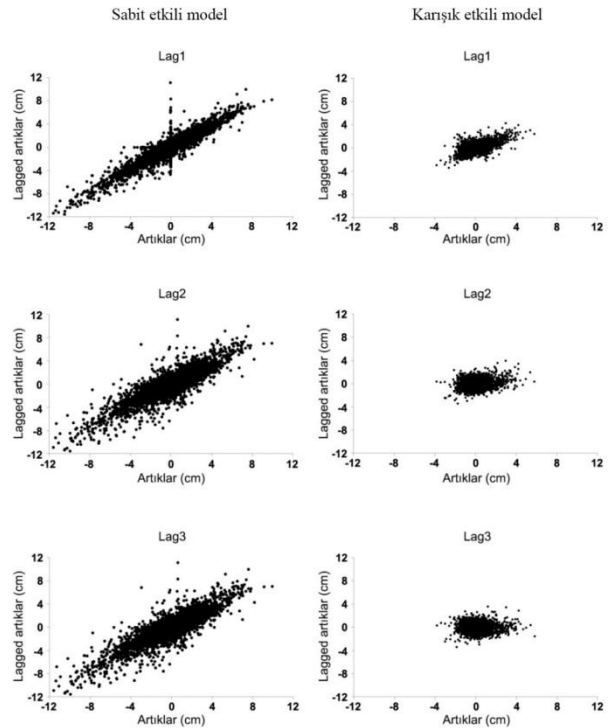
Sabit etkili parametreler ve tesadüfi etkili parametreler kullanılarak çap tahminlerine örnek olması amacıyla orta ve büyük çap sınıflarından iki ağaç için çap tahminlerine ilişkin grafiksel sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir. Şekilden de açıkça görülebileceği gibi, sadece sabit etkili parametrelere sahip model hem sabit hem de tesadüfi parametrelere sahip modele göre gövde şeklini tanımlamakta daha başarısız olmuştur. Karışık etkili model Uludağ göknarı ağaçlarının gövde şeklini tanımlamakta daha başarılıdır. Karışık etkili model, sabit etkili modele göre, özellikle ağaçların alt ve orta bölümlerini tanımlamada daha başarılıdır.

3.3. Gövde çapı tahminlerinin değerlendirilmesi

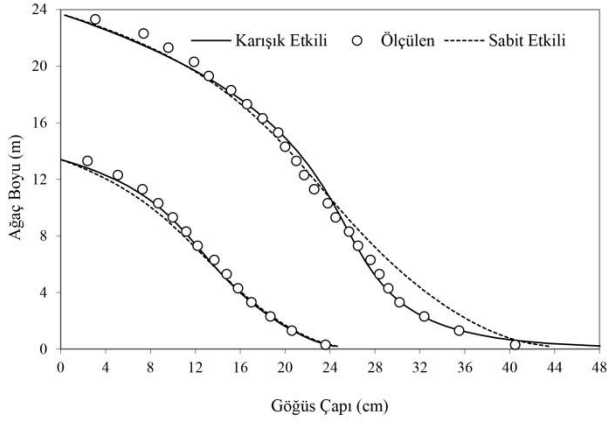
Karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak geliştirilen gövde çapı modelinin gövde üzerindeki farklı nisbi boy gruplarındaki çap tahminlerindeki başarısı ortalama ve kalibre edilmiş yanıtlar için ortalama hata ve hataların standart sapması bakımından karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmelere ilişkin sonuçlar Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği gibi, bütün nisbi boy grupları birlikte değerlendirildiğinde ortalama hata bakımından ve hata kareler ortalaması değerleri bakımından kalibre edilmiş yanıtlar, ortalama yanıtlardan daha başarılı olmuştur. Ortalama hata ve hata kareler ortalaması değerlerinin özellikle gövdenin alt kısımlarında kalibre edilmiş yanıtlar için daha küçük elde edilmesi daha önemlidir.



Şekil 1. Nisbi boylar itibariyle a) sabit etkili ve b) karışık etkili modeller için hata varyansı



Şekil 2. Sabit etkili ve karışık etkili modeller için Lag-hata Otokorelasyonu grafikği



Şekil 3. Sabit etkili ve tesadüfi etkili parametrelere sahip modeller kullanılarak iki ağaç için gövde şekli eğrileri

Kalibre edilmiş yanıtlar bakımından bir değerlendirme yapılacak olursa; farklı kalibrasyon alternatifleri denenmiş bu amaçla gövde üzerinde farklı noktalarda ekstra bir çap

ölçümü yapılmıştır. Ancak tüm nisbi boy sınıflarının ortalaması bakımından değerlendirildiğinde; 8.3 m'de ölçülen ekstra çap değeriyle elde edilen kalibrasyon yanıtlarının doğruya daha yakın sonuçlar ürettiği görülmüştür. Aynı nisbi boy değeri için hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Farklı nisbi boy grupları için en doğru sonuçların 8.3 m'de ölçülen ekstra tek çap değeri kullanılarak elde edilen kalibrasyon yanıtları ile elde edildiği görülmektedir. Ağaç gövdesinin %0-70'lik kısmındaki çap tahminleri için bu kalibrasyon yanıtlarının hem ortalama (Sabit etkili) hem de iki ekstra çap ölçümü ile elde edilen kalibrasyon yanıtlarından daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, Sinop yöresi Uludağ göknarı meşcerelerindeki ağaçlara ilişkin çap tahminleri yapılması durumunda, en başarılı tahminler için kalibre edilmiş gövde çapı modellerinin kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur. Ancak, uygulamada dikili haldeki ağaçların çap ölçümlerine ihtiyaç olduğu da unutulmamalıdır.

Çizelge 4. Farklı nisbi boy değerlerindeki gövde çapı tahminleri için ortalama ve kalibre edilmiş cevaplar için ortalama hata (E) ve hata kareler ortalaması (MSE) değerleri

Nisbi boylar (h/H)	n	Ortalama yanıtlar (cm)	Kalibre edilmiş yanıtlar (cm)				
			3.3 m	5.3 m	6.3 m	7.3 m	8.3 m
<i>Ortalama Hata (cm)</i>							
0.0 < h/H ≤ 0.1	113	0.4181	0.2644	0.3393	0.3339	0.3520	0.3612
0.1 < h/H ≤ 0.2	91	0.3099	-0.0300	0.1233	0.1352	0.2254	0.2698
0.2 < h/H ≤ 0.3	91	-0.0371	-0.3236	-0.1277	-0.1218	-0.0200	0.0372
0.3 < h/H ≤ 0.4	98	-0.1642	-0.4680	-0.2070	-0.1912	-0.1031	-0.0239
0.4 < h/H ≤ 0.5	91	-0.2878	-0.6540	-0.4429	-0.5051	-0.3887	-0.3006
0.5 < h/H ≤ 0.6	97	-0.0760	-0.3192	-0.0275	-0.0262	0.0714	0.1422
0.6 < h/H ≤ 0.7	94	-0.0985	-0.5614	-0.2631	-0.2604	-0.1132	0.0026
0.7 < h/H ≤ 0.8	89	-0.6054	-0.9237	-0.5625	-0.5688	-0.4801	-0.4248
0.8 < h/H ≤ 0.9	95	-0.9139	-1.1257	-0.8734	-0.8535	-0.7346	-0.6675
0.9 < h/H ≤ 1.0	88	-1.5277	-1.6880	-1.5743	-1.5729	-1.5426	-1.5193
<i>Toplam</i>	947	-0.2766	-0.5587	-0.3396	-0.3410	-0.2524	-0.1920
<i>RMSE (cm)</i>							
0.0 < h/H ≤ 0.1	113	1.6483	1.5433	1.4639	1.4397	1.4378	1.4398
0.1 < h/H ≤ 0.2	91	2.8363	0.4150	0.4178	0.7146	1.0322	1.2659
0.2 < h/H ≤ 0.3	91	3.0360	1.9520	1.1121	0.8950	0.5380	0.5596
0.3 < h/H ≤ 0.4	98	4.1347	4.0919	3.0453	2.6200	1.4857	1.0830
0.4 < h/H ≤ 0.5	91	5.0690	6.0415	5.7767	4.9399	3.0647	2.3928
0.5 < h/H ≤ 0.6	97	5.1179	6.2452	6.1275	5.9154	4.5078	3.8591
0.6 < h/H ≤ 0.7	94	5.4398	8.5283	7.8668	7.4692	5.8133	5.0275
0.7 < h/H ≤ 0.8	89	6.3995	9.5523	9.8383	9.7805	8.3235	7.4718
0.8 < h/H ≤ 0.9	95	5.9551	10.2266	9.4882	9.0532	7.3370	6.6061
0.9 < h/H ≤ 1.0	88	5.7943	7.5936	6.9330	6.7661	6.0526	5.6490
<i>Toplam</i>	947	4.2600	5.0450	4.6707	4.4466	3.5476	3.1675

Çizelge 5. Çap tahminleri için nisbi boylar itibarıyla ortalama ve kalibre edilmiş yanıtların RMSE değerleri.

Nisbi Boylar (h/H)	n	Ortalama Yanıtlar (cm)	Kalibre Edilmiş Yanıtlar (cm)				
			3.3 m	5.3 m	6.3 m	7.3 m	8.3 m
<i>RMSE (cm)</i>							
0.0 < h/H ≤ 0.1	113	1.2839	1.2423	1.2099	1.1999	1.1991	1.1919
0.1 < h/H ≤ 0.2	91	1.6841	0.6442	0.6464	0.8453	1.0160	1.1251
0.2 < h/H ≤ 0.3	91	1.7424	1.3972	1.0546	0.9460	0.7335	0.7481
0.3 < h/H ≤ 0.4	98	2.0334	2.0228	1.7451	1.6186	1.2189	1.0407
0.4 < h/H ≤ 0.5	91	2.2514	2.4579	2.4035	2.2226	1.7506	1.5292
0.5 < h/H ≤ 0.6	97	2.2623	2.4990	2.4754	2.4322	2.1232	1.9644
0.6 < h/H ≤ 0.7	94	2.3323	2.9203	2.8048	2.7330	2.4111	2.2422
0.7 < h/H ≤ 0.8	89	2.5297	3.0907	3.1366	3.1274	2.8850	2.7335
0.8 < h/H ≤ 0.9	95	2.4403	3.1979	3.0803	3.0089	2.7087	2.5702
0.9 < h/H ≤ 1.0	88	2.4071	2.7557	2.6331	2.6012	2.4602	2.3768
<i>Toplam</i>	947	2.0640	2.2461	2.1612	2.1087	1.8835	1.7797

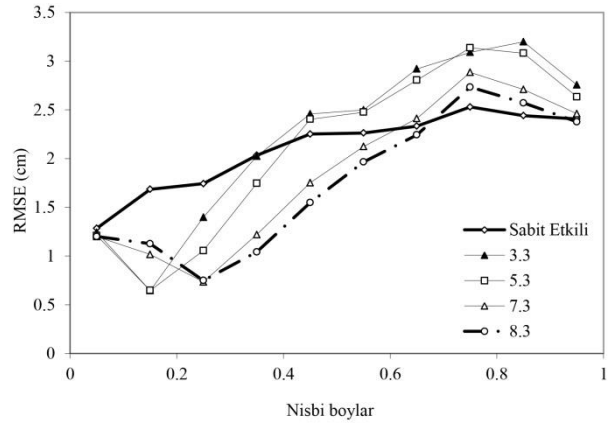
Aynı nisbi boy değeri için hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) değerlerinin grafik analizi de Şekil 4'te verilmiştir. İlk şekilde göğüs çapı ve toplam ağaç boyuna ilave olarak tek çap ölçümü kullanılarak elde edilen kalibrasyon yanıtları ile ortalama yanıtların karşılaştırmalı sonuçları verilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde sabit etkili modele göre en başarılı sonuçlar; 8.3 m'deki çap değerleri kullanılarak elde edilen kalibrasyon yanıtları ile elde edilmiştir. Bunu 7.3 m'deki çap değerleri kullanılarak elde edilen kalibrasyon yanıtları izlemiştir. Şekil 4'ten de görüleceği gibi bütün tek ekstra çap değeri kullanılarak gerçekleştirilen kalibrasyon yanıtları ağaç gövdesinin ilk yarısında ortalama yanıtlara göre daha doğru sonuçlar vermiştir.

4. Sonuçlar ve öneriler

Bu çalışmada, Sinop yöresi Uludağ göknarı meşcereleri için karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak değişken şekil gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla; Sharma ve Parton (2009) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli kullanılmıştır. Bu model orijinali Sharma ve Oderwald (2001) tarafından sunulan boyutsal gövde çapı modelini temel alan ve Sharma ve Zhang (2004) tarafından geliştirilmiş değişken şekil gövde çapı modelinin değiştirilmiş bir şeklidir. Sharma ve Zhang (2004) tarafından geliştirilen model Güney Kanada'da balsam göknarı için yapılan bir çalışmada; Max ve Burkhart (1976), Kozak (1988) ve Zakrzewski (1999) tarafından geliştirilen modellere göre çap tahminlerinde çok daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda; tesadüfi etkili parametrelere sahip gövde çapı modelinin, sadece sabit etkili parametrelere sahip modele göre daha iyi gövde çapı tahminlerine imkân sağladığı görülmektedir. Karışık etkili modelleme tekniğiyle gövde çapı modelinin geliştirilmesinde yapılması gereken önemli şeylerden birisi en uygun tesadüfi etkili parametre kombinasyonunun ortaya konmasıdır. Bu çalışmada, 15 farklı tesadüfi etkili parametre kombinasyonu denenmiş ve en uygun kombinasyon olarak bütün terimlerin tesadüfi etkili $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ olduğu durum bulunmuştur. Bu kombinasyon Sharma ve Parton (2009) tarafından yapılan çalışmada da en iyi kombinasyon olarak tanımlanmıştır.

Karışık etkili modelleme tekniğinin geleneksel regresyon modellerine karşı en önemli üstünlüğü veri yapısında bulunan otokorelasyon sorununun ortadan kaldırılmasına imkân sağlaması ve hata varyansı dağılımını homojen yapabilmesidir. Bu çalışmada da, karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak otokorelasyon problemi hemen hemen ortadan kaldırılmış ve hata varyansı dağılımı tüm nisbi boy sınıfları için homojen bir yapıya dönüştürülmüştür. Benzer konuda başka araştırmacılar (Garber ve Maguire, 2003; Trincado ve Burkhart 2006; Yang vd., 2009b; Li ve Weiskittel, 2010; Özçelik vd., 2011) tarafından yapılan çalışmalarda otokorelasyon probleminin tamamen ya da kısmen ortadan kaldırılabilmesi için modele otokorelasyon hata yapısı bileşeninin eklenmesi önerilmekte ise de bu çalışmada Sharma ve Parton (2009) ve Lejeune vd., (2009) tarafından yapılan çalışmalardakine benzer olarak buna ihtiyaç duyulmamıştır.



Şekil 4. Nisbi boy sınıfları itibarıyla tek ekstra çap kullanılarak yeni bir ağaç için ortalama ve kalibre edilmiş yanıtlar için RMSE değerleri

West vd., (1984) tarafından da belirtildiği gibi, otokorelasyonun hesaplanması modelin tahmin kapasitesini düzeltmemekte, fakat uygun istatistiksel yöntemler yardımı ile parametrelerin kovaryans matrisinin tahmininde yapılabilecek hataları önlemektedir. Diğer yandan Yang vd., (2009a) ve Gomez-Garcia vd., (2013) tarafından da belirtildiği gibi, otokorelasyon parametreleri aynı ağaç üzerinde farklı boyarlardaki birkaç çap değeri kullanılarak yapılan kalibrasyon işlemi uygulanmadıkça pratik amaçlarla ya da uygulamada kullanılmamaktadır.

Bu çalışmada bir ağaç gövde şeklinin kalibrasyonu için gövde üzerinde göğüs çapı ve ağaç boyu dışında ekstra çap değerleri kullanılarak tesadüfi etkili parametreler kullanılmıştır. Çalışmada farklı kalibrasyon alternatifleri denenmiş ve sonuçları sayısal ve grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 5 farklı kalibrasyon alternatifi denemiştir. Calama ve Montero (2006) tarafından da belirtildiği gibi, günümüzde, gövde çapı veya gövde hacmi denklemlerinde, açıklayıcı bir eş değişken olarak ilave çap değerlerinin kullanımı ormancılık çalışmalarında genel bir uygulama halini almıştır. Denenen kalibrasyon alternatifleri farklı nisbi boy sınıfları için ortalama hata (E), hata kareler ortalaması (MSE) ve hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) gibi kriterlere göre değerlendirilmiştir. Genel olarak bütün kalibrasyon alternatifleri her üç ölçüt değeri için de ortalama yanıtlardan daha başarılı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlar daha önce Trincado ve Burkhart (2006), Sharma ve Parton (2009), Lejeune vd., (2009) ve Yang vd., (2009a) tarafından yapılan çalışmalarda benzer ve tutarlıdır. Genel olarak değerlendirildiğinde ağaç çapı ve boyu yanında ekstra bir ya da iki çap değerinin kullanılması durumunda kalibrasyon alternatifleri arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Ancak tek çap ölçümlerinde ekstra çapın ağaç gövdesi üzerinde daha yüksekten ölçülmesiyle kalibrasyon değerleri daha doğru şekilde elde edilmiştir.

Ancak burada belirtmek gerekir ki, kalibrasyon işlemi ile ağaç gövde şeklinin tahminindeki en önemli kısıt, dikili ağaçlar üzerinde ekstra çap ölçümlerinin gerekli olmasıdır. Bu çap değerleri de yerden ölçülemeyecek kadar yüksekte olmasıdır. Örneğin bu çalışmada kalibrasyon yanıtları için en doğru sonuçlar yerden 8.3 m'deki çap ölçümünün kullanılmasıdır. Ancak bu çap değerinin ölçümü kolay değildir. Kozak (1998) tarafından da belirtildiği gibi ölçüm

hataları bir modelin çap ve hacim tahminlerindeki başarısını etkileyen en önemli kriterlerdir. Ancak günümüzde, Cao ve Wang (2011) ve Rodriguez vd., (2014) tarafından da belirtildiği gibi, laser teknolojisi sayesinde dikili haldeki ağaçlarda gövdenin üst kısımlarındaki çaplarının ölçülmesi oldukça kolaylaşmıştır.

Bütün bu değerlendirmeler sonucunda; Sinop Yöresi Uludağ göknarı meşcerelerinde, gövde çapı tahminleri için doğrusal olmayan karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak başarılı çap tahminleri yapılabileceği görülmüştür. Yeni bir ağaç ya da yer için modelin kalibrasyonu için ağaç çapı ve boyuna ilave olarak ekstra bir çap ya da iki çap ölçülmesinin çap tahminlerindeki doğruluğu çok fazla etkilemediği, ancak sadece sabit etkili parametrelere sahip modele göre tahmin başarısının daha yüksek olduğu görülmüştür. Kalibre edilmiş modeller özellikle gövdenin ilk %50'lik kısmında sabit etkili modellere göre çok daha başarılı sonuçlar üretmiştir. Bu durum özellikle gövde hacminin büyük miktarının bu bölgede yoğunlaşmış olması nedeniyle önemlidir. Çap tahminlerindeki başarı doğrudan hacim tahminlerini etkilemektedir. Çünkü pratik ormancılık çalışmalarında ağaçların göğüs çaplarının doğru tahmin edilmesinden daha ziyade hacminin doğru tahmin edilmesi önemlidir. Ancak, burada yine belirtmek gerekir ki, herhangi bir yöredeki bir ağaç türü için uygun modelin seçilmesinde benzer tahmin başarısına sahip modeller arasından tercih yapılması gerektiğinde, yöntemin pratik olarak uygulanabilmesi ve orman yöneticilerinin tercihleri de önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler, SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmekte olan BAP-3963-YL1-14 nolu "Sinop Yöresi Uludağ Göknarı [*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)] Meşcereleri İçin Gövde Çapı Modelinin Karışık Etkili Modelleme Tekniği Kullanılarak Geliştirilmesi" proje çalışmasında elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19(2):716-723.
- Arabatzi, A.A., Burkhart, H.E., 1992. An Evaluation of Sampling Methods and Model Forms for Estimating Height-Diameter Relationships in Loblolly-Pine Plantations. Forest Science, 38(1):192-198.
- Brooks, J.R., Jiang, L., Ozcelik, R., 2008. Compatible stem volume and taper equations for Brutian pine, Cedar of Lebanon, and Cilicica fir in Turkey. Forest Ecology and Management, 256(1-2):147-151.
- Burkhart, H.E., Tomé, M., 2012. Modeling forest trees and stands. Springer Science & Business Media.
- Calama, R., Montero, G., 2005. Multilevel linear mixed model for tree diameter increment in stone pine (*Pinus pinea*): a calibrating approach. Silva Fenn, 39(1): 37-54.
- Calama, R., Montero, G., 2006. Stand and tree-level variability on stem form and tree volume in *Pinus pinea* L.: a multilevel random components approach. Forest Systems, 15(1):24-41.

- Cao, Q.V., Wang, J., 2011. Calibrating fixed-and mixed-effects taper equations. Forest ecology and management, 262(4):671-673.
- Clark, A., Souter, R.A., Schlaegel, B.E., 1991. Stem Profile Equations for Southern Tree Species. Usda Forest Service Southeastern Forest Experiment Station Research Paper(Se-282):1-113.
- Davidian, M., Giltinan, D.M., 1995. Nonlinear models for repeated measurement data. (c. 62). CRC Press.
- De-Miguel, S., Mehtatalo, L., Shater, Z., Kraid, B., Pukkala, T., 2012. Evaluating marginal and conditional predictions of taper models in the absence of calibration data. Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere, 42(7): 1383-1394.
- Ercanli, İ., 2015. Nonlinear Mixed Effect Models For Predicting Relationships Between Total Height And Diameter Of Oriental Beech Trees In Kestel, Turkey.
- Fang, Z.X., Bailey, R.L., 2001. Nonlinear mixed effects modeling for slash pine dominant height growth following intensive silvicultural treatments. Forest Science, 47(3): 287-300.
- Fang, Z.X., Borders, B.E., Bailey, R.L., 2000. Compatible volume-taper models for loblolly and slash pine based on a system with segmented-stem form factors. Forest Science, 46(1): 1-12.
- Figueiredo-Filho, A., Borders, B.E., Hitch, K.L., 1996. Taper equations for *Pinus taeda* plantations in Southern Brazil. Forest Ecology and Management, 83(1): 39-46.
- Garber, S.M., Maguire, D.A., 2003. Modeling stem taper of three central Oregon species using nonlinear mixed effects models and autoregressive error structures. Forest Ecology and Management, 179(1-3): 507-522.
- Gomez-Garcia, E., Crecente-Campo, F., Dieguez-Aranda, U., 2013. Selection of mixed-effects parameters in a variable-exponent taper equation for birch trees in northwestern Spain. Annals of Forest Science, 70(7): 707-715.
- Gregoire, T.G., Schabenberger, O., 1996. A non-linear mixed-effects model to predict cumulative bole volume of standing trees. Journal of Applied Statistics, 23(2-3): 257-271.
- Jiang, L., 2004. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia., West Virginia University, Morgantown, WV.
- Jiang, L., Brooks, J.R., Hobbs, G.R., 2007. Using crown ratio in yellow-poplar compatible taper and volume equations. Northern Journal of Applied Forestry, 24(4): 271-275.
- Jiang, L., Brooks, J.R., Wang, J., 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. Forest ecology and management, 213(1): 399-409.
- Kozak, A., 1988. A Variable-Exponent Taper Equation. Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere, 18(11): 1363-1368.
- Kozak, A., 1998. Effects of upper stem measurements on the predictive ability of a variable-exponent taper equation. Canadian journal of forest research, 28(7): 1078-1083.
- Kozak, A., 2004. My last words on taper equations. The Forestry Chronicle, 80(4): 507-515.

- Lee, W.-K., Seo, J.-H., Son, Y.-M., Lee, K.-H., von Gadow, K., 2003. Modeling stem profiles for *Pinus densiflora* in Korea. *Forest Ecology and Management*, 172(1): 69-77.
- Lejeune, G., Ung, C.-H., Fortin, M., Guo, X.J., Lambert, M.-C., Ruel, J.-C., 2009. A simple stem taper model with mixed effects for boreal black spruce. *European journal of forest research*, 128(5): 505-513.
- Li, R., Weiskittel, A., Dick, A.R., Kershaw, J.A., Seymour, R.S., 2012. Regional stem taper equations for eleven conifer species in the Acadian region of North America: development and assessment. *Northern Journal of Applied Forestry*, 29(1): 5-14.
- Li, R., Weiskittel, A.R., 2010. Estimating and predicting bark thickness for seven conifer species in the Acadian Region of North America using a mixed-effects modeling approach: comparison of model forms and subsampling strategies. *European Journal of Forest Research*, 130(2): 219-233.
- Lindstrom, M.J., Bates, D.M., 1990. Nonlinear mixed effects models for repeated measures data. *Biometrics*: 673-687.
- Martin, A.J., 1981. Taper and volume equations for selected Appalachian hardwood species. (c. 490). US Department of Agriculture, Forest Service.
- Max, T.A., Burkhart, H.E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations. *Forest Science*, 22(3): 283-289.
- Meydan-Aktürk, G., 2006. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) için Trigonometrik Gövde Çapı Denklemine Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Newnham, R.M., 1988. A Variable form Taper Function. Information Report PI-X-83. Forestry, 33p. Canada.
- Ozcelik, R., Bal, C., 2013. Effects of adding crown variables in stem taper and volume predictions for black pine. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(2): 231-242.
- Ozcelik, R., Brooks, J.R., 2012. Compatible volume and taper models for economically important tree species of Turkey. *Annals of Forest Science*, 69(1): 105-118.
- Ozcelik, R., Brooks, J.R., Jiang, L.C., 2011. Modeling stem profile of Lebanon cedar, Brutian pine, and Cilicica fir in Southern Turkey using nonlinear mixed-effects models. *European Journal of Forest Research*, 130(4): 613-621.
- Parresol, B.R., Hotvedt, J.E., Cao, Q.V., 1987. A Volume and Taper Prediction System for Bald Cypress. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 17(3): 250-259.
- Perez, D.N., Burkhart, H.E., Stiff, C.T., 1990. A Variable-Form Taper Function for *Pinus-Oocarpa* Schiede in Central Honduras. *Forest Science*, 36(1): 186-191.
- Pinheiro, J.C., Bates, D.M., 2000. Mixed effects models in S and S-plus. Springer, Heidelberg, 528p. report. United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (International Co-operative Programme Forests), 23p.
- Rodriguez, F., Lizarralde, I., Fernandez-Landa, A., Condes, S., 2014. Non-destructive measurement techniques for taper equation development: a study case in the Spanish Northern Iberian Range. *European Journal of Forest Research*, 133(2): 213-223.
- Sakıcı, O.E., 2002. Kastamonu Yöresi Uludağ Gökarnı Meşcerelerinde Gövde Profili, Hacim, Hacim Oran Sistemlerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sakici, O.E., Misir, N., Yavuz, H., Misir, M., 2008. Stem taper functions for *Abies nordmanniana* subsp *bornmulleriana* in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(6): 522-533.
- Şenyurt, M., Ercanlı, İ., Saraçoğlu, Ö., 2014. Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam meşcereleri için uyumlu Gövde çapı ve Gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme ile Geliştirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Antalya, s. 601-607.
- Sharma, M., Burkhart, H.E., 2003. Selecting a level of conditioning for the segmented polynomial taper equation. *Forest science*, 49(2): 324-330.
- Sharma, M., Oderwald, R.G., 2001. Dimensionally compatible volume and taper equations. *Canadian Journal of Forest Research*, 31(5): 797-803.
- Sharma, M., Parton, J., 2009. Modeling stand density effects on taper for jack pine and black spruce plantations using dimensional analysis. *Forest Science*, 55(3): 268-282.
- Sharma, M., Zhang, S., 2004. Variable-exponent taper equations for jack pine, black spruce, and balsam fir in eastern Canada. *Forest ecology and management*, 198(1): 39-53.
- Tasissa, G., Burkhart, H.E., 1998. An application of mixed effects analysis to modeling thinning effects on stem profile of loblolly pine. *Forest ecology and management*, 103(1): 87-101.
- Trincado, G., Burkhart, H.E., 2006. A generalized approach for modeling and localizing stem profile curves. *Forest Science*, 52(6): 670-682.
- Vonesh, E., Chinchilli, V.M., 1997. Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements. Dekker Inc., New York. 560 p.
- West, P.W., Patkowsky, D.A., Davis, A.W., 1984. Problems of hypothesis testing of regressions with multiple measurements from individual sampling units. *Forest Ecology and Management*, 7:207-224.
- Yang, Y., Huang, S., Meng, S.X., 2009a. Development of a tree-specific stem profile model for white spruce: a nonlinear mixed model approach with a generalized covariance structure. *Forestry*, 82(5): 541-555.
- Yang, Y., Huang, S., Trincado, G., Meng, S.X., 2009b. Nonlinear mixed-effects modeling of variable-exponent taper equations for lodgepole pine in Alberta, Canada. *European Journal of Forest Research*, 128(4): 415-429.
- Yavuz, H., 1995. Taşköprü Orman İşletmesinde Sarıçam ve Karaçam İçin Uyumlu Gövde Çapı. Gövde Hacmi ve Hacim Oran Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi. Basılmamış Doçentlik Tezi. KTU Orman Mühendisliği Bölümü. Orman Amenajmanı Anabilim Dalı, Trabzon.
- Yavuz, H., Saraçoğlu, N., 1999. Compatible and non-compatible stem taper equations for Alder. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 1275-1282.
- Zakrzewski, W., 1999. A mathematically tractable stem profile model for jack pine in Ontario. *Northern Journal of Applied Forestry*, 16(3): 138-143.

Isparta ili Zengi Merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma

Ahmet Alper Babalık^{a,*}, Hilmi Sarıkaya^a

Özet: Bu araştırma, Isparta ili Sütçüler ilçesi sınırları içerisinde yer alan, 1280 metre ortalama yükseltiye ve % 5 eğime sahip olan Zengi merasında 2012 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Çalışmada bitki örtüsü özelliklerinden bitkiyle kaplı alan, botanik kompozisyon, topraküstü biomas, toprakaltı biomas ve mera durumu gibi konular incelenmiştir. Araştırma alanında mera vejetasyonunun özelliklerini saptamak amacıyla transekt ve kuadrat yöntemlerinden faydalanılmıştır. Araştırma alanının genel toprak özellikleri incelenmiş ve tekstür sınıfı “killi tekstür” olarak belirlenmiştir. pH miktarının 7.83 ile hafif alkali, kireç miktarının % 17.5 ile fazla kireçli, organik madde miktarının ise % 3.76 ile iyi seviyede oldukları tespit edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü merada 30 familyaya ait 122 takson belirlenmiştir. En çok taksona sahip familyalar sırasıyla Fabaceae, Asteraceae ve Lamiaceae familyası olarak belirlenmiş, bitkiyle kaplı alan da % 21.75 olarak tespit edilmiştir. Mera alanının botanik kompozisyonu % 63.51 buğdaygillerden, % 16.39 baklagillerden ve % 20.10 diğer familyalardan oluşmaktadır. Meranın topraküstü biomas miktarı 475.45 kg/da, toprakaltı biomas miktarı ise 700.40 kg/da bulunmuştur. Mera durumu fakir olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Isparta, Mera vejetasyonu, Botanik kompozisyon, Bitki ile kaplı alan, Ot verimi

A research on the hay yield and botanical composition of the Zengi Rangeland in Isparta

Abstract: This research was conducted in Zengi Rangeland, in the vegetation period of 2012. The Zengi Rangeland is located within Isparta/Sütçüler district boundaries and its average altitude about 1280 meters and slope is about 5%. During the research, while characteristics of the vegetation in the area that covered by plants, botanical composition, aboveground/underground biomass and rangeland condition have been handled have been examined. Transect and quadrat methods were used in order to determine the rangeland flora of the case study area. A general soil characteristic of the research area has been examined and texture class has been found as a clayey texture. It has been figured out that soil is in good level with the following features; slightly alkaline with the amount of pH 7.83, more chalky with the rate of 17.5%, with 3.76% of organic matter. In the research area 122 taxa belonging to 30 families have been detected. The families that have much taxa are as follows in order; Fabaceae, Asteraceae and Lamiaceae. The plant cover area was identified as 21.75% of total area. Additionally, the botanical composition of rangeland consists of 63.51% of Poaceae, 16.39% Fabaceae and other family 20.10%. The aboveground and underground biomass yields were calculated as 475.45 kg/da and 700.40 kg/da, respectively. The rangeland condition was established as poor.

Keywords: Isparta, Rangeland vegetation, Plant-covered area, Botanical composition, Hay yield

1. Giriş

Hayvanların ihtiyaç duyduğu çayır ve meralar, kaba yemin sağlandığı en önemli doğal yem kaynaklarıdır (Aydın ve Uzun, 2002). Bununla birlikte çayır-meraların kültür bitkileri için gen kaynağı olması, yaban hayvanlarına barınma alanı sağlaması, biyolojik çeşitlilik oluşturması ve toprağı koruyarak onu erozyona karşı koruması gibi çok önemli görevleri de bulunmaktadır (Carlier vd., 2005). Çayır-mera alanları hayvanların ihtiyaç duydukları kaba yemin % 30'unu karşılamaktadır (Gökkuş, 1994). Aynı zamanda ülkemizde hayvancılık % 70 oranında çayır-meralara bağlı olup, çayır-meralar; ülkemiz hayvan varlığının bir yılda tükettiği besinlerin ham protein olarak % 68'ini, nişasta değeri olarak da % 62'sini karşılamaktadır (Okatan ve Yüksek, 1997).

Çayır-meralar kendi kendini yenileyebilen doğal kaynaklar olmakla birlikte, kullanım prensiplerine uyulmadığı takdirde kısa zamanda verimsiz ve çorak alanlar haline gelmektedir. Bu durumda bitki örtüsünün zamanla kaybolması sonucu bu alanlar hem erozyona açık hale gelmekte hem de bu meralardan verim alınamamaktadır. Nitekim erken ve aşırı otlatma gibi yanlış uygulamalar nedeniyle meralarımızın büyük bir bölümü doğal bitki örtülerini kaybetmiş (Sayar vd., 2015) ve erozyon sorunu gün geçtikçe tehlikeli boyutlara ulaşmış olup, ülkemizde meralarımızın kapasitelerinin yaklaşık 2-3 katı üzerinde bir yoğunlukta otlatılmaları verimliliklerinin azalmasına yol açmış bulunmaktadır (Koç vd., 1994). Ülkemiz meralarında bitki ile kaplı alanların % 10-27 arasında olduğu ve meraların tahmini ot veriminin ise 45-120 kg/da arasında bulunduğu belirtilmektedir (Özudoğru, 2000). Ortalama 70

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 06.08.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.08.2015



Citation (Atıf): Babalık, A.A., Sarıkaya, H., 2015. Isparta ili Zengi Merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 96-101.

DOI: [10.18182/tjf.04456](https://doi.org/10.18182/tjf.04456)

kg/da olan ot verimi, dünya ortalamasının yaklaşık 1/3'ü düzeyindedir (Babalık, 2008). Bununla birlikte dünyada su ve besin kaynakları bakımından fakir durumda olan doğal mera alanlarında, botanik kompozisyon büyük oranda buğdaygiller familyasından oluşmaktadır (Knezevic vd., 2012; Naz vd., 2010).

Isparta'da kaliteli çayır ve mera alanı çok düşük olmasına rağmen, çayır-mera alanlarının toplamı 81.719 ha'dır. Çayır-mera alanlarının % 81'lik kısmı VII. sınıf araziler üzerinde bulunmaktadır (Anonim, 2006). Isparta meralarının verimlerinin düşük olmasının en önemli sebebi erken ve aşırı otlatmadır. Bu sebeple bazı meralar hayvanların yem ihtiyacını karşılayamaz duruma gelmiştir (Babalık, 2007).

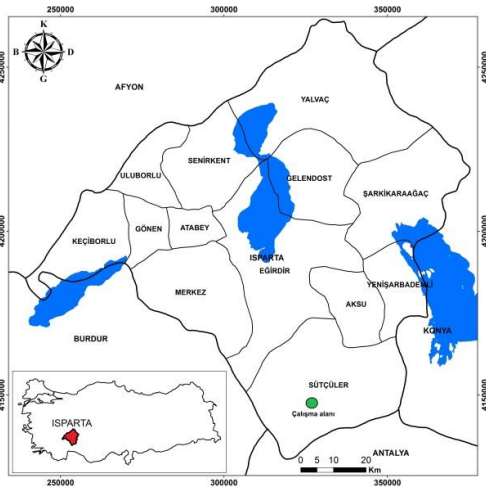
Meralarımız ile ilgili sorunların çözülebilmesi için, meralarımızın uygun ıslah yöntemleri ile ıslah edilerek, mera amenajmanı kurallarına uygun bir otlatmanın sağlanması ve yem bitkileri tarımının geliştirilmesi ile desteklenmesi gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Ancak, meralarımızın ıslahında kullanılacak uygun ıslah yöntemlerinin saptanabilmesi için, öncelikle ıslah edilecek mera üzerinde yapılacak vejetasyon araştırmaları ile mevcut durumunun ortaya konulması gerekmektedir (Çınar vd., 2014).

Bu çalışma ile Isparta yöresi doğal meralarından biri olan Zengi merasının vejetasyon yapısı ve botanik kompozisyonu ile mera bitkilerinin toprağı kaplama durumları, mera durumları, meranın topraküstü ve toprakaltı biomas miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırma, Isparta ili Sütçüler ilçesi sınırları içerisinde yer alan, 1280 metre ortalama yükseltiye ve yaklaşık % 5 eğime sahip olan Zengi merasında (37° 34' 43" K, 31° 00' 50" D) 2012 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışmada mera vejetasyonu özelliklerden bitkiyle kaplı alan, botanik kompozisyon, topraküstü biomas, toprakaltı biomas ve mera durumu gibi konular ele alınırken, genel toprak yapısını belirlemek amacıyla da bazı toprak özellikleri incelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

Zengi merasında devamlı otlatma yapılmakta olup, araştırma bölgesi Türkiye Florasında kullanılan karelej sistemine göre C3 karesine girmektedir (Davis, 1964-1985).

Bölgenin iklimi, Akdeniz ve Karasal Orta Anadolu iklimleri arasında karakteristik bir geçiş teşkil etmektedir. Uzun yıllar ortalaması iklim verilerine göre yörede en yüksek sıcaklık 39.2 °C olurken, yıllık ortalama sıcaklık ise 12.2 °C'dir. En yüksek sıcaklık 42.3 °C ile temmuz ayında, en düşük sıcaklık ise -21 °C ile şubat ayında kaydedilmiştir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 534.3 kg/m²'dir. Araştırmanın yürütüldüğü 2012 yılında ise yıllık ortalama sıcaklık 12.7 °C, yıllık toplam yağış miktarı 622.9 kg/m² olarak kaydedilmiştir (DMİ, 2013).

2.2. Yöntem

Çalışmada mera alanının genel toprak yapısını belirlemek amacıyla toprak örnekleri alınarak laboratuvar ortamında bunların; tekstür sınıfları, organik madde miktarı, pH değerleri, kireç ve tuzluluk miktarları ile bazı bitki besin elementleri gibi değerler tespit edilmiştir.

Mera alanında devamlı otlatma yapıldığı için vejetasyon yapısını belirlemek amacıyla yapılan vejetasyon ölçümleri dikenli tel ile çevrilerek koruma altına alınan mera kesimlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerde bitkiyle kaplı alan değerleri, botanik kompozisyon, topraküstü biomas ve toprakaltı biomas miktarları belirlenmiştir.

Çalışma alanında bitki ile kaplı alan oranını belirlemek için Türkiye'de Kendir (1999), Bakoğlu ve Koç (2002), Tetik vd. (2002) ile Bilgen ve Özyiğit (2005) tarafından da tercih edilen transekt yöntemi kullanılmıştır. Botanik kompozisyonu belirlemek amacıyla vejetasyon çalışmalarında bitkilerin dip kaplama alanları dikkate alınarak yine transekt metodu kullanılmıştır. Topraküstü biomas ve toprakaltı biomas miktarlarını belirlemede ise kuadrat yönteminden faydalanılmıştır (Stohlgren vd., 1995; Avcioğlu, 1996; Bulut, 2008).

Arazide yapılan ölçümler ve laboratuvarda yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde istatistik yöntemlerden yararlanılmıştır. Çeşitli vejetasyon özelliklerinin yaz ve sonbahar mevsimlerine göre gösterdikleri farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olup olmadığı "Bağımsız örneklem t-testi" ile yapılmıştır. Parametrik testlerden t testini uygulamak için verilerin normal dağılımı "Kolmogorov-Simirrov testi" ile varyansların homojenliği ise "Levene testi" ile test edilmiştir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Toprak özellikleri

Araştırma alanı olan Zengi merasında kolüviyal toprak grubu ve kırmızı Akdeniz toprak grubu hakim durumdadır. Toprak örneklerinin analizleri sonucu elde edilen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprakların kil ve kum oranlarının birbirine yakın olduğu, toz oranının ise daha fazla olduğu ve mera topraklarının killi tekstür sınıfına girdiği belirlenmiştir. Yine mera topraklarının kireç miktarı % 17.5 ile fazla kireçli, organik madde oranının ise % 3.76 ile iyi olduğu tespit

edilmiştir. pH'sı 7.83 ile toprak hafif alkalın, EC'si 0.27 ile tuzsuz toprak olduğu saptanmıştır. Mera topraklarında makro besin elementlerinden potasyum, kalsiyum ve sodyum oranı fazla bulunurken, magnezyum oranının yeterli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

3.2. Bitki örtüsü özellikleri

3.2.1. Bitkiyle kaplı alan (BKA)

Mera alanında 2012 yılının haziran ve eylül aylarında vejetasyon ölçümleri yapılmış olup, bitkiyle kaplı alan değerleri haziran ayında % 23.7 iken, eylül ayında % 19.8 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bunun nedeninin alandaki aşırı otlama baskısı ve sonbaharda bitkilerin kurumaya başlamasıyla birlikte yaprak vb. organlarının kaybı sonucunda oluştuğu düşünülmektedir.

Araştırma alanındaki bitki türleri; buğdaygiller familyasından, baklagiller familyasından ve diğer familyalardan bitkiler olmak üzere üç grupta toplanarak incelenmiştir. Zengi merasında bitkiyle kaplı alan oranının haziran ayında % 16.1'ini buğdaygiller familyasından, % 3.1'ini baklagiller familyasından, % 4.5'ini de diğer familyalardan bitkiler oluştururken, eylül ayında oranın % 11.7'sini buğdaygiller familyasından, % 3.9'unu baklagiller familyasından ve % 4.2'sini ise diğer familyalardan bitkiler oluşturmaktadır (Çizelge 2). Her iki mevsimde de bitkiler oran olarak, sırasıyla buğdaygiller familyasından bitkiler, diğer familyalardan bitkiler ve baklagiller familyasından bitkilerden oluşmaktadır.

Erozyon ile toprağın bitkiyle kaplı alan oranı arasında önemli bir ilişki mevcuttur. Bitkiyle kaplı alan oranı % 30'un altında olduğu zaman erozyona karşı direnç zayıflamakta, bu oranın altında su erozyonu ve % 10'un altında da rüzgar erozyonu artmaktadır (Marshall, 1973). Mera alanında BKA değeri % 30'un altında olduğu için (% 21.75) toprakların erozyona karşı direncinin azalmış olduğunu söylemek mümkündür.

Mera alanında haziran ve eylül aylarında yapılan BKA ölçümleri arasında ($t= 4.292$) % 99.9 güven düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir.

Mera alanında belirlenen bitki ile kaplı alan değerlerine benzer sonuçlar, farklı yörelerde çalışan çok sayıda araştırmacı (Babalık, 2007; Bilgen ve Özyiğit, 2005; Gül ve Başbağ, 2005; Tetik vd., 2002; Alan ve Ekiz, 2001; Tükel vd., 1999; Reis, 1997; Koç ve Gökkuş, 1994) tarafından da ortaya konulmuş olup, çalışmanın bulgularıyla uyumludur.

3.2.2. Botanik kompozisyon

Mera alanındaki bitki türleri; buğdaygiller familyasından, baklagiller familyasından ve diğer familyalardan bitkiler olmak üzere üç grupta toplanarak incelenmiş ve BKA'ya göre botanik kompozisyonadaki oranları belirlenmiştir (Çizelge 3).

Botanik kompozisyon değerleri incelendiğinde; buğdaygillerin haziran ayında % 67.93 ile eylül ayındaki % 59.09'a göre fazla olduğu, baklagillerin haziran ayında % 13.08 ile eylül ayındaki % 19.70'ten az olduğu, diğer familyaların ise haziran ayında % 18.99 ile eylül ayındaki % 21.21'lik değerden daha az olduğu tespit edilmiştir. Genel ortalamaya göre ise botanik kompozisyonda buğdaygiller % 63.51, baklagiller % 16.39 ve diğer familyalar ise % 20.10

oranında yer almışlardır (Çizelge 3). Bu durum, vejetasyonda buğdaygillerin dominant bitki grubunu oluşturduğunu, baklagillerin ise vejetasyonda çok az oranda yer aldığını ortaya koymaktadır. Babalık (2008), Bakoğlu (1999), Koç ve Gökkuş (1994)'da yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçları tespit etmişlerdir.

3.2.3. Topraküstü biomas (TÜB)

Zengi merasının ortalama topraküstü biomas miktarı 475.45 kg/da olarak tespit edilmiştir. Bu değer haziran ayı ölçümlerinde 537.20 kg/da olurken, eylül ayı ölçümlerinde ise 413.70 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Topraküstü biomas miktarı üzerinde otlamanın yanı sıra bitkilerin kuruyarak dal ve yaprak gibi organlarını kaybetmeleri de etkili olmuştur.

TÜB bakımından merada yapılan yaz ve güz dönemi ölçümleri arasında ($t= 7.108$) % 99.9 güven düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir. TÜB botanik kompozisyonu oluşturan familyalar bazında değerlendirildiğinde, buğdaygiller familyasının yaz ve güz dönemi ölçümleri arasında ($t= 5.140$) % 99.9 güven düzeyinde önemli fark tespit edilirken, baklagiller familyası ($t= -1.610$) ve diğer familyaların ($t= 0.549$) yaz ve güz dönemi ölçümleri arasında önemli fark bulunmamıştır.

Çizelge 1. Zengi merası toprak analiz sonuçları

	Analiz	Sonuç	Açıklama
Tekstür	Kum	% 27	Killi
	Toz	% 45	
	Kil	% 28	
pH		7.83	Hafif Alkalın
EC		0.27 mS/cm	Tuzsuz
Kireç		% 17.5	Fazla Kireçli
Organik Madde		% 3.76	İyi
Potasyum (K)		291.0 ppm	Fazla
Kalsiyum (Ca)		7.08 ppm	Fazla
Magnezyum (Mg)		452.0 ppm	Yeterli
Sodyum (Na)		12.6 ppm	Fazla

Çizelge 2. Zengi merasına ait BKA değerleri (%)

	Familyalar	BKA (%)	Toplam (%)
Haziran	Buğdaygiller	16.10	23.70
	Baklagiller	3.10	
	Diğer Familyalar	4.50	
	Boş Alan	76.30	
	Toplam	100.0	
Eylül	Buğdaygiller	11.70	19.80
	Baklagiller	3.90	
	Diğer Familyalar	4.20	
	Boş Alan	80.20	
	Toplam	100.0	
Ortalama	Buğdaygiller	13.90	21.75
	Baklagiller	3.50	
	Diğer Familyalar	4.35	
	Boş Alan	78.25	
	Toplam	100.0	

Çizelge 3. BKA miktarına göre botanik kompozisyon değerleri (%)

Familyalar	Botanik Kompozisyon (%)		
	Haziran	Eylül	Ortalama
Buğdaygiller	67.93	59.09	63.51
Baklagiller	13.08	19.70	16.39
Diğer Familyalar	18.99	21.21	20.10
Toplam	100.00	100.00	100.00

3.2.4. Toprakaltı biomas (TAB)

Zengi merasının ortalama toprakaltı biomas miktarı 700.40 kg/da olarak tespit edilmiştir. Bu değer haziran ayı ölçümlerinde 742.70 kg/da olurken, eylül ayı ölçümlerinde ise 658.10 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

TAB bakımından merada yapılan yaz ve güz dönemi ölçümleri arasında ($t= 5.486$) % 99.9 güven düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir.

3.3. Mera durumu

Mera alanında yaz ve güz döneminde yapılan vejetasyon ölçümleri sonucunda elde edilen bitki ile kaplı alan değerlerine göre belirlenen mera durumu Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Araştırma alanında yıl içerisinde hem haziran ayında hem de eylül ayında mera durumu fakir olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6). Dolayısıyla meranın genel durumu da fakir olarak ortaya çıkmaktadır. Babalık (2007) tarafından Isparta'da yapılan diğer bir mera çalışmasında da mera durumu fakir olarak belirlenmiştir.

Bununla birlikte araştırma alanında 30 familyadan 101 cins ve 122 takson tespit edilmiştir. En fazla taksona sahip familyalar 18 taksonla Fabaceae, 16 taksonla Asteraceae, 12 taksonla Lamiaceae ve 11 taksonla Caryophyllaceae olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Erzurum'da yapılan çalışmada da Bakoğlu (1999) 90 bitki taksonuna, Isparta'da yapılan diğer bir çalışmada Babalık (2008) 242 bitki taksonuna rastlamıştır.

Mera alanında tespit edilen taksonların 30'u Akdeniz bölgesi elementi, 20'si İran-Turan bölgesi elementi, 8'i Avrupa-Sibirya bölgesi elementi, 64'ü de çok bölge veya

bölgesi bilinmeyen bitki taksonu olarak kaydedilmiştir. Bunlardan 33'ü bir yıllık, 6'sı iki yıllık ve 83'ü de çok yıllıktır. Toplam 122 bitki taksonundan 10 tanesi azalıcı tür, 16 tanesi çoğalıcı tür olarak belirlenirken, 96 tanesi de istilacı tür olarak belirlenmiştir. Ayrıca bitki taksonlarından 24 tanesi endemik olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Topraküstü biomas miktarları

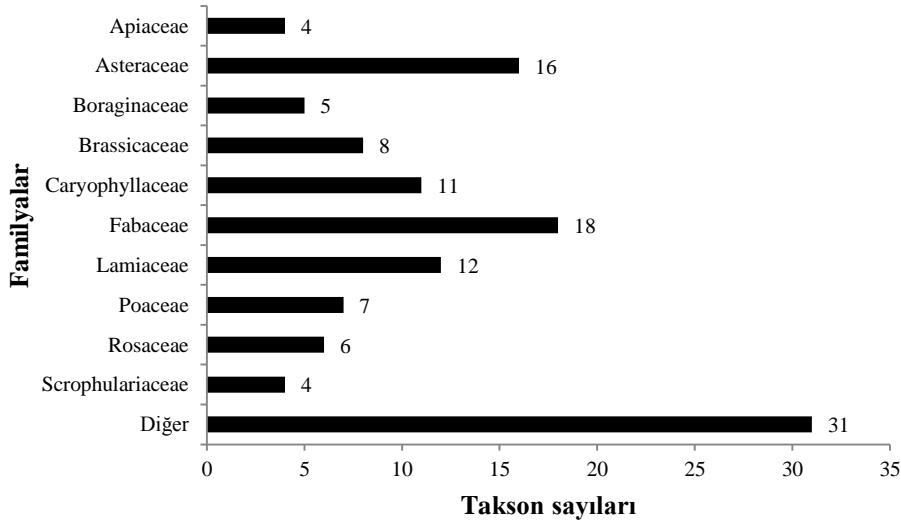
	Familyalar	Topraküstü Biomas (kg/da)	Toplam (kg/da)
Haziran	Buğdaygiller	329.40	537.20
	Baklagiller	110.20	
	Diğer Familyalar	97.60	
Eylül	Buğdaygiller	221.80	413.70
	Baklagiller	103.20	
	Diğer Familyalar	88.70	
Ortalama	Buğdaygiller	275.60	475.45
	Baklagiller	106.70	
	Diğer Familyalar	93.15	

Çizelge 5. Toprakaltı biomas miktarları

Mevsimler	Toprakaltı Biomas (kg/da)
Yaz (Haziran)	742.70
Güz (Eylül)	658.10
Ortalama	700.40

Çizelge 6. Mevsimlere göre mera durumu

Mevsimler	BKA (%)	Mera Durumu
Yaz (Haziran)	23.70	Fakir
Güz (Eylül)	19.80	Fakir
Ortalama	21.75	Fakir



Şekil 2. Takson sayılarına göre merada bulunan familyalar

4. Sonuç ve öneriler

Isparta ili Sütçüler İlçesi Yeniköy'de bulunan Zengi merasında yapılan araştırmada toprakların çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleriyle birlikte, farklı mevsimlerde vejetasyonun; bitkiyle kaplı alan, botanik kompozisyon, topraküstü biomas, toprakaltı biomas ve mera durumu gibi özellikleri incelenmiş ve bunlarla ilgili aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkartılmıştır.

Araştırma alanındaki mera topraklarının killi tekstür sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Mera topraklarının organik madde içeriklerinin % 3.76 ile iyi derecede olduğu belirlenmiştir. Mera topraklarının kireç miktarının % 17.5 ile fazla kireçli, pH'sının 7.83 ile hafif alkalin, EC'sinin 0.27 ile tuzsuz toprak olduğu saptanmıştır. Mera topraklarında makro besin elementlerinden potasyum, kalsiyum ve sodyum oranı fazla bulunurken, magnezyum oranının yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanı meralarında ortalama bitki ile kaplı alan değeri % 21.75 olarak belirlenmiştir. BKA değeri haziran ayı ölçümlerinde % 23.70, eylül ayı ölçümlerinde ise % 19.80 olarak kaydedilmiştir. Botanik kompozisyon değerleri açısından mera alanlarında dominant bitki grubunun buğdaygiller familyası olduğu tespit edilmiştir, ancak mera alanının toplamda % 78.25'inin bitki örtüsünden yoksun boş alan olduğu gözlemlenmiştir. Botanik kompozisyonda buğdaygiller % 63.51, baklagiller % 16.39 ve diğer familyalar ise % 20.10 oranında yer almışlardır. Meraların topraküstü biomas miktarı 475.45 kg/da, toprakaltı biomas miktarı ise 700.40 kg/da olarak belirlenmiştir. Mera durumu fakir olarak tespit edilmiştir.

Araştırma alanı meralarında 30 familyaya ait 101 cins ve 122 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bitkilerin 33'ü bir yıllık, 6'sı iki yıllık ve 83'ü de çok yıllıktır. Toplam 122 bitki taksonundan 10 tanesi azalıcı tür, 16 tanesi çoğalıcı tür olarak belirlenirken, 96 tanesi de istilacı tür olarak tespit edilmiştir. Bunlardan 30'u Akdeniz bölgesi elementi, 20'si İran-Turan bölgesi elementi, 8'i Avrupa-Sibirya bölgesi elementi, 64'ü de çok bölgeli veya bölgesi bilinmeyen bitki taksonu olarak kaydedilmiştir. Ayrıca bitki taksonlarından 24 tanesi endemik olarak tespit edilmiştir.

Sütçüler Zengi merasının vejetasyon karakteristiklerinin incelendiği bu araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunmak mümkündür.

Mera alanı Yeniköy'e çok yakın olduğundan dolayı sahada neredeyse yıl boyunca devam eden bilinçsiz ve aşırı otlatma yapılmaktadır. Bir diğer önemli sorun da erken otlatmadır. Bu da meraların ileri derecede tahrip olmasına ve kalitelerini önemli ölçüde kaybetmelerine neden olmuştur. Mera alanında yer yer erozyon belirtilerine rastlanılmaktadır. Bununla birlikte toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde bitki gelişimini ciddi derecede kısıtlayacak herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Bu durumda, bir takım koruyucu önlemler alınarak otlatmanın planlanması ve belirli bir düzene sokulması ile meraların istenilen düzeye getirilmesi ve erozyonun önlenmesi mümkün olabilecektir.

Mera alanlarında 122 adet bitki taksonu bulunmasına rağmen bunların 97 tanesi buğdaygil ve baklagil yem bitkileri dışında kalan diğer familyalara ait bitkiler olup hayvanların pek tercih etmediği türlerden oluşmaktadır. Bu durumda merada buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinin

botanik kompozisyondaki oranlarının artmasını sağlayabilmek için bu meralarda yaptırılacak otlatmanın çok iyi planlanarak otlatma mevsimi süresince otlatma kapasitesine uyulması gerekmektedir.

Ülkemiz için mera kullanımını maalesef otlatma kapasitesi değil iklim koşulları belirlemektedir. Mera alanlarında otlatma erken başlatılmakta ve kış başlarına kadar sürdürülmektedir. Meralardaki bitkiler henüz körpe ve toprak yaş iken otlatma yapılmaması gerekirken, kış boyunca ahırda yetersiz beslenen hayvanlar, karların kalkmasıyla birlikte meralara salınmaktadır. Böylece henüz yeterince besin depo etmemiş, çoğalabilme gücüne ulaşmamış bitkiler hayvanlara yedirilmektedir. Bu durum, meraların devamlılık şartlarını ortadan kaldırmaktadır.

İslah edilmiş durumdaki meraların idaresinin sürdürülebilir bir şekilde yapılabilmesi için; otlatma kapasitesine uygun olarak mera kullanılmalı, hem köylüler ve çobanlar eğitilmeli, hem de köylerde mera dışındaki tarım alanlarında yem bitkisi ekimi teşvik edilmelidir. Bununla birlikte meralar üzerinde hayvanların üniform olarak otlamalarını sağlayarak mera durumunu iyileştirmek mümkün olabilecektir. Bu sebeple kontrollü olarak yapılan sistemli bir otlatma ile otlatmanın planlanması gerekmektedir. Ayrıca merada buğdaygil yem bitkileri hakim durumda oldukları için, meraların düz kesimlerinde büyükbaş hayvanların, engebeli kesimlerinde de küçükbaş hayvanların otlatılması durumunda mera alanları daha iyi değerlendirilmiş olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiş olan 3272-YL1-12 nolu projenin bir bölümünden hazırlanmıştır. Kurumsal katkılara teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alan, M., Ekiz, H., 2001. Bala-Küredağı Orman İçi Merasında Bir Vejetasyon Etüdü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 7(4): 62-69.
- Anonim, 2006. Isparta Çevre Durum Raporu. Isparta Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Isparta.
- Avcıoğlu, R., 1996. Çayır-Mera Bitki Topluluklarının Özellikleri ve İncelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 466: 91-92.
- Aydın, İ., Uzun, F., 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve İslahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Samsun.
- Babalık, A.A., 2007. Davraz Dağı Kozağacı Yaylası Merasında Bitki İle Kaplı Alan ve Otlatma Kapasitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 12-19.
- Babalık, A.A., 2008. Isparta Yöresi Meralarının Vejetasyon Yapısı ile Toprak Özellikleri ve Topoğrafik Faktörler Arasındaki İlişkiler. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bakoğlu, A., 1999. Otlatılan ve Korunan İki Farklı Mera Kesiminin Bazı Toprak ve Bitki Örtüsü Özelliklerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Bakoğlu, A., Koç, A., 2002. Otlatılan ve Korunan İki Farklı Mera Kesiminin Bazı Toprak ve Bitki Örtüsü Özelliklerinin Karşılaştırılması. II. Bitki Örtüsü Özelliklerinin Karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1): 49-57.
- Bilgen, M., Özyiğit, Y., 2005. Korkuteli ve Elmalı'da Bulunan Bazı Doğal Meraların Vegetasyon Durumlarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 261-266.
- Bulut, Y.E., 2008. Ahlat Yöresi Doğal Meralarında Otlamaya Başlama Zamanı, Kuru Ot Verimi ve Botanik Kompozisyonun Belirlenmesi üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Carlier, L., De Vliegher, D., Van Cleemput, O., Boeckx, P., 2005. Importance and functions of European grasslands. Commun Agric. Appl. Biol. Sci. 70 :5-15.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C., Avağ, A., 2014. Hatay İli Kırıkhan İlçesi Taban Meralarının Vegetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 31 (2): 52-60.
- Davis, P.H., 1964-1985. Flora of Turkey and The East Aegean Islands., 1-10, University Press, Edinburgh.
- Devlet Meteoroloji İşleri (DMI), 2013. Isparta ili iklim verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Gökkuş, A., 1994. Türkiye'nin Kaba Yem Üretiminde Çayır-Mera ve Yem Bitkilerinin Yeri ve Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25: 250-261.
- Gül, İ., Başbağ, M., 2005. Karacadağ'da Otlatılan ve Korunan Meralarda Bitki Tür ve Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1): 9-13.
- Kendir, H., 1999. Ayaş (Ankara)'da Doğal Bir Meranın Bitki Örtüsü, Yem Verimi ve Mera Durumu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 5(1): 104-110.
- Koç, A., Gökkuş, A., 1994. Güzelyurt Köyü Mera Vegetasyonunun Botanik Kompozisyonu ve Toprağı Kaplama Alanı ile Bırakılacak En Uygun Anız Yüksekliğinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 18: 495-500.
- Koç, A., Gökkuş, A., Serin, Y., 1994. Türkiye Çayır-Meralarının Durumu ve Erozyon Yönünden Önemi. Ekoloji Çevre Dergisi, 13: 36-41.
- Knezevic, A., Dzigurski, D., Ljevnaić-masić, B., Milic, D., 2012. Ecological analysis of the grassland flora in the Riparian Zone of Okanj Oxbow Lake (Vojvodina, Serbia). Pak. J. Bot. 44: 21-25.
- Marshall, J.K., 1973. Drought, Land Use and Soil Erosion. In the Environmental, Economic and Social Significance of Drought In: J.V.Lovett, (Ed.), Angus and Robertson Publishers, Sydney, Australia, pp. 55-77.
- Naz, N., Hameed, M., Ahmad, M.S.A., Ashraf, M., Arshad, M., 2010. Soil salinity, the major determinant of community structure under arid environments. Commun. Ecol. 11: 84-90.
- Okatan, A., Yüksek, T., 1997. Aşırı Otlatılan Mera Parsellerinde Adi Korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.)'nın Yetiştirilmesi ve Verim Potansiyeli Üzerine Araştırmalar. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, s.492-498.
- Özudoğru, M.Ü., 2000. Çayır ve Meraların Önemi. Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Teknik Bülteni, 79: 6-8.
- Reis, M., 1997. Trabzon-Araklı-Karadere Yağış Havzası Orman İçi Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Özellikleri ile Vegetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sayar, M.S., Han, Y., Başbağ, Y., Gül, İ., Polat, T., 2015. Rangeland Improvement and Management Studies in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. Pak. J. Agri. Sci., Vol. 52(1): 9-18.
- Stohlgren, T.J., Falkner, M.B., Schell, L.D., 1995. A Modified-Whittaker nested vegetation sampling method. Vegetatio, 117: 113-121.
- Tetik, M., Sarıbaşak, H., Çakmakçı, S., Bilgen, M., Aydınoglu, B., 2002. Burdur Kemer İlçesi Mera Alanlarında Kullanılacak Islah Yöntemlerinin Saptanması. Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 16, Orman Bakanlığı Yayınları 160: (18).
- Tükel, T., Hatipoğlu, R., Çakmak, D., Kutlu, H.R., 1999. Gökusu Yukarı Havzasında Yeralan Çayır-Meraların Bitki Örtüsü, Verim ve Yem Kaliteleri ile Havzada Taşınan İnorganik Maddelerin Saptanması. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana, s.12-17.

Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki kızılçam ormanlarında uygulanan tıraşlama kesimlerinin kuşlar üzerindeki etkileri

Doğan Akdemir^a, İbrahim Özdemir^{a,*}

Özet: Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), ülkemizde en geniş yayılışı olan iğne yapraklı ağaç türüdür. Özellikle gençleştirme problemiyle az karşılaşılması ve hızlı gelişen bir tür olması, kızılçam ormanlarında yoğun işletmecilik faaliyetlerini beraberinde getirmektedir. Bu yoğun işletmeciliğin sonucu olarak yapısal çeşitlilik (hem meşcereler arasında hem de meşcere içinde) giderek azalmakta ve yaban hayatının bu durumdan olumsuz yönde etkilendiği düşünülmektedir. Bu sebeple, yapılan tıraşlama kesimlerinin yaban hayatı üzerindeki etkilerinin araştırılması sürdürülebilir bir orman işletmeciliği için önemli görülmektedir. Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesindeki kızılçam ormanlarında uygulanan tıraşlama kesimlerinin kuşlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Antalya ve Isparta karayolunun her iki tarafında konumlanan ve Bucak, Sütçüler, Serik ve Eğirdir Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içindeki kızılçam ormanları çalışma sahası olarak seçilmiştir. Çalışmada, tıraşlama kesimlerinden sonra getirilen meşcerelerin iki yaş grubundan (1-5; 15-40 yaş) ve kontrol amaçlı d çağındaki yaşlı doğal meşcerelerden (>80 yaş) 15'er adet olmak üzere toplam 45 deneme alanı (0,25 ha) alınmıştır. 2013 yılının Mart ve Temmuz ayları arasında, her deneme alanı 5'er kez ziyaret edilerek, deneme alanları itibarıyla kuş türü sayısı ve ortalama kuş yoğunluğu tespit edilmiştir. Kuş türlerinin envanterinde 'Noktada Sayım Yöntemi' kullanılmıştır. Kuş türü zenginliği ve ortalama kuş yoğunluğu bakımından üç farklı meşcere tipi arasında istatistiksel bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla, "Tek Yönlü Varyans Analizi" kullanılmıştır. Ayrıca, kuş türleri ile üç farklı meşcere tipi arasında ilişkiler, "Nitelikler Arası İlişki Analizi" ile ortaya koyulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kızılçam, Tıraşlama kesim, Kuş türü zenginliği, Ortalama kuş yoğunluğu

Effect of clear cutting on birds in brutian pine forests in the Western Mediterranean Region

Abstract: Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) is the most widespread tree species among the conifer species of Turkey. Intensive management activities have been carried on for many decades due to the facts that brutian pine stands are easily and successfully regenerated, and this tree species shows a rapid growing performance. Structural diversity of the brutian forests [both among stands (landscape diversity and stand diversity) and within a stand (vertical diversity or canopy layering)] decreases resulting from this intensive timber management activities and it is considered that wildlife is adversely affected from this unfavorable situation. Therefore, it is considered that researches examining the influences of clear cuts on wildlife are significant for a sustainable forest management. In this scope, this paper investigates the influence of clear cuts on bird species in the forests in the Western Mediterranean Region. The study was carried out in the brutian pine stands, along the Antalya-Isparta main road, located inside the boundaries of forest management units including Bucak, Sütçüler, Serik, and Eğirdir. Bird observations were realized in 45 sampling plots with 0.25 ha. The plots were equally taken from the 3 age classes (1-5; 15-40 and >80) of forest stands generated after clear cut harvesting and natural mature stands with old-growth characteristics. Accordingly, bird observations were made 15 different regions including these three brutian pine stands. Three stand types were selected in juxtaposition as far as possible in order to minimize other environmental factors such as distance from water sources, altitude, and aspect. In each plot, bird species richness and average bird density was determined during a series of observations in definite intervals. A "One Way Variance Analysis" was used in order to determine whether there is a statistically significant difference between stand types and bird species richness / average bird density. Furthermore, an "Interspecific Correlation Analysis" was employed in order to determine the relationships between bird species and the stand types.

Keywords: Brutian pine, Clear-cut, Bird species richness, Average bird density

1. Giriş

Basit bir tanımlamayla, belirli bir coğrafi bölgedeki bitki ve hayvan türlerinin sayıca fazlalığı biyolojik çeşitlilik olarak adlandırılmaktadır (Jeffries, 2006). Her ekosistem kendine özgü bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Doğal kaynakların planlanmasında, bu kavramın giderek önem kazandığı görülmektedir. Biyolojik çeşitlilik bir ekosistemin

dengeğini, sağlığını, ürün ve hizmetlerin üretimini ve onu tehdit eden dış faktörlere karşı olan direncini niteleyen bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Gaston ve Spicer, 2004). Çevre sorunları ve insan müdahalelerinin doğal bir sonucu olarak, orman ekosistemlerinde biyoloji çeşitliliği giderek azalmaktadır (Lindenmayer ve Franklin, 2002). Bu yüzden, biyolojik çeşitliliği korumak ve zenginleştirmek,

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Isparta

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ibrahimozdemir@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.04.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.05.2015



Citation (Atf): Akdemir, D., Özdemir, İ., 2015. Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki kızılçam ormanlarında uygulanan tıraşlama kesimlerinin kuşlar üzerindeki etkileri. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 102-110. DOI: [10.18182/tjf.07148](https://doi.org/10.18182/tjf.07148)

ülkelerin sınırlarına bakılmaksızın, birçok bilim çevresince ortak bir dünya meselesi olarak tanımlanmaktadır.

Ormancılık çalışmaları açısından bakıldığında, odun ve odun dışı orman ürünlerinin hasadını, biyolojik çeşitliliği koruyacak ve ekosistem içindeki elemanların ilişkilerini zedelemeyecek şekilde gerçekleştirmek, alınacak tedbirlerin başında gelmektedir. Sertifikasyon ve katılımcılık gibi süreçlerle desteklenen bu işletmecilik biçimi, "sürdürülebilir orman işletmeciliği" olarak adlandırılmaktadır (Rametsteiner ve Simula, 2003). Ülkemizin de taraf olduğu antlaşmalarda, biyolojik çeşitlilik, sürdürülebilir orman işletmeciliğinin temel kriterlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Lindenmayer vd., 2000). Buradan anlaşılmaktadır ki; orman işletmesinde gerçekleştirilecek tüm faaliyetlerin bu ilke gözetilerek yapılması, aynı zamanda uluslararası anlaşmalardan doğan bir mecburiyettir. Dolayısıyla, orman ekosisteminde yaşayan yaban hayatı türlerinin de, bu kapsamda değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için, meşcerenin kuruluşundan hasadına kadar, ormanın gelişme çağı ve yapısının hayvan türleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri bilinmelidir. Başka bir ifadeyle, ormanda yapılacak her türlü faaliyet ve silvikültürel müdahalenin yaban hayatını ne şekilde etkileyeceğini bilmek ve ona göre hareket etmek gerekmektedir. Çünkü ormancılık faaliyetleri, yaban hayvanların yaşama ortamı ve üreme şartlarında az ya da çok değişiklik meydana getirmektedir. Bu değişimler, hayvanlar için faydalı olabileceği gibi zararlı da olabilir. Bu itibarla yapılan hangi ormancılık faaliyetlerinin yaban hayatını ne yönde ve ne derecede etkileyeceğini bilmek, orman kaynaklarının etkili planlanması açısından gereklidir. Ülkemizde de, bu ormancılık faaliyetlerinin yaban hayatı üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalara acil olarak ihtiyaç duyulmaktadır.

Biyolojik çeşitlilik çok geniş bir kavram olup, orman ekosistemlerinde koruma stratejilerinin nasıl geliştirileceği hala tartışılmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin önemli bir göstergesi olan meşcere çeşitliliği ve meşcere içi yapısal çeşitlilik artırılırsa, o orman ekosisteminin çok sayıda bitki ve hayvan türünün barınabileceği habitatlar sağlayacağı düşüncesi, bilim çevrelerinde taraftar kazanmaya başlamıştır (MacArthur ve MacArthur, 1961; MacArthur, 1964; Karr, 1968; Recher, 1969; Karr ve Roth, 1971; Roth, 1976; Khanaposhtani vd., 2012). Bu düşünceden hareketle, işletmecilik faaliyetlerinin doğal yıkıcı faktörler taklit edilerek uygulanması yolu tercih edilmektedir (Angelstam, 1998; Seymour ve White, 2002). Orman yapısını homojenleştiren geniş alanlarda tıraşlama kesimleri yerine daha küçük alanlarda hasat çalışmaları yapmak, yaşlı meşcere adacıkları oluşturmak ya da tıraşlama alanı içinde yeşil ağaç bırakmak bu konudaki uygulamaların başında gelmektedir (Probst ve Crow, 1991; Asan ve Özdemir, 2005; Rosenvald ve Lohmus, 2008). Yine kaliteli odun üretimini amacıyla tasarlanan silvikültürel uygulamaları biraz değiştirerek, hedef ağaç türünün dışındaki ara ve alt tabakadaki farklı türleri korumak, bir miktar dikili kuru ve ölü odun bırakmak da diğer bir koruyucu önlemler olarak sıralanabilir (Stevenson vd., 2006; Steventon vd., 1998).

Anlaşılabileceği gibi, işletmecilik faaliyetlerini yoğun uyguladığı alanlarda alınacak bir takım tedbirlerle, bütüncül olarak biyolojik çeşitliliği koruma ve geliştirme yoluna gidilebilir. Değilse, tek tek türleri ele alıp korumak, orman amenajmanı pratiği açısından düşünüldüğünde, hem plan

yapımını karmaşıklaştırmakta, hem de uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Mevcut planların bile zamanında bitirilemediği ve üretim faaliyetlerinin çoğu işletmelerde uzun yıllar plansız olarak devam ettirildiği ülkemizde, amenajman planları için öngörülecek her ilave yükün yeni sorunlara yol açması kaçınılmazdır. Diğer taraftan, mevcut planlar bile uygulanırken yaşanan aksaklıklar çözümlenemezken, biyolojik çeşitlilik açısından daha ayrıntılı düzenlenecek planların, ne türlü belirsizliklere yol açacağı da diğer bir sorun olarak karşımıza çıkacaktır.

Bir orman işletmesinde, orman yapısının, hem arazi düzeyinde (meşcerelerin ve diğer nitelikli doğal alanların çeşitliliği, bunların niteliği ve mekansal dizilişi) hem de meşcere düzeyinde (meşcere içindeki çeşitlilik; ölü odun, dikili kuru, tür çeşitliliği, boyut çeşitliliği vs.) nasıl kontrol edilmesi gerektiği, öncelikle silvikültürel faaliyetlerinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerinin ortaya koyulmasına bağlıdır (Başkent ve Jordan, 1995; Başkent ve Jordan, 1996). O halde, biyolojik çeşitliliği korumaya yönelik bir planlama yapmadan önce, yapılan hasat kesimlerinin bitki ve hayvan türleri üzerindeki etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu konuda farklı ülkelerde yapılmış çalışmalarda genellikle, grup ve tek ağaç şeklinde yapılan kesimlerin, yaşlı ormanlara bağlı kuş türlerinin yaşam alanlarını koruduğunu, ancak tıraşlama kesimlerinin ise o yerdeki kuş türlerini tamamen değiştirip, bu alanların başka kuş türlerine ev sahipliği yaptığını tespit etmişlerdir (Steventon vd., 1998; Haulton, 2008). Diğer taraftan, bu bulgulara zıt tespitlerde yapılmıştır. Örneğin, Avusturya'da yapılan bir araştırmada farklı silvikültürel uygulamaların kuş tür zenginliği ve kuş bolluğu üzerinde fazla bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir (Abbott ve Williams, 2011). Buradan her ülkenin kendi orman ekosistemleri için bağımsız çalışmalar yürütmesinin gerekliliği anlaşılmaktadır.

Gençleştirme sorunlarıyla az karşılaşılması ve gençleştirmede geniş alanlarda tıraşlama yönteminin tercih edilmesi, kızılçam ormanlarında yoğun işletmecilik faaliyetlerinin yapılmasına yol açmıştır. İşletme faaliyetlerinin, özellikle de geniş alanlarda uygulanan tıraşlama kesimlerinin kızılçam ağırlıklı orman ekosistemlerinde, biyolojik çeşitliliği nasıl etkilediği ile ilgili kaygılar, meslek kamuoyunda giderek artmaktadır (Odabaşı ve Özalp, 1994). Bu sebeple, buradaki kaliteli odun üretimine yönelik gerçekleştirilen silvikültürel faaliyetlerin, biyolojik çeşitlilik ve özellikle de yaban hayatına etkilerinin öncelikle araştırılması, sürdürülebilir orman işletmeciliği açısından önemli görülmektedir.

Bir ormanlık alanda kuş türlerinin fazlalığı, o orman ekosisteminin sağlığının ve işleyişinin iyi olduğu yönünde bir işaret olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kuş türü zenginliği ve kuş yoğunluğu, biyolojik çeşitliliğin de önemli göstergelerinden birisi kabul edilmektedir (Howard vd., 1998; Brooks vd., 2001). Dolayısıyla, silvikültürel uygulamaların biyolojik çeşitliliğe etkilerini ortaya koymak amacıyla, kuş türü zenginliği ve kuş bolluğu üzerinde bilimsel araştırmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Aynı şekilde, bu araştırmada da kızılçam yoğun işletmecilik faaliyetlerinin biyolojik çeşitliliği etkilerini belirlemek amacıyla kuş türlerine odaklanılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, Batı Akdeniz bölgesindeki kızılçam orman ekosistemlerinde gençleştirme çalışmalarının kuş türleri, kuş

Sonuç olarak bu çalışma, i) yeni tıraşlanmış meşcereler (a çağı), ii) genç meşcereler (ab, b ve bc çağı) ve iii) yaşlı doğal meşcereler (d çağı) olmak üzere üç meşcere tipi esas alınarak yürütülmüştür. Deneme alanlarının seçiminde belirtilen üç farklı meşcere tipinin aynı mevkide (1-2 km² içinde) bulunmasına azami özen gösterilmiştir. Böylece diğer çevresel faktörlerin (bakı, eğim, yamaç konumu, yükselti, su kaynağına uzaklık) kuşlar üzerindeki muhtemel etkileri mümkün olduğunca azaltılmaya çalışılmıştır. Böylece, bu üç farklı nitelikteki meşcerelerin bir arada bulunduğu toplam 15 mevkide deneme alanları alınmıştır. Yine deneme alanları seçilirken değişik yükselti ve bakı gurupları örneklenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak kuş gözlemleri 45 (15 mevkii x 3 meşcere tipi) deneme alanında gerçekleştirilmiştir.

2.2. Kuş gözlemleri

Kuş türlerinin envanterinde doğrudan sayım tekniklerinden "Noktada sayım yöntemi" kullanılmıştır (Oğurlu, 2003). Her örnek meşcerede bir kenarı 50 metre olan kare şeklinde deneme alanları alınmıştır. Bunların köşeleri ağaç kazıklar kullanılarak arazide sabitlenmiştir. Aynı şekilde deneme alanı merkezi de ağaç bir kazıkla işaretlenmiştir. Deneme alanı merkezi ile köşe noktaların tam ortasında durulmak suretiyle kuş gözlemleri yapılmıştır (Melles vd., 2003; Hutto vd., 1986; Ralph vd., 1993; Shiu ve Lee, 2003; Loehle vd., 2005). Yani 2500 m²'lik deneme alanı içinde, eşit dağıtılmış dört noktada kuş gözlemleri gerçekleştirilmiş ve gözlem süresi her noktada 5 dakika olmak üzere her deneme alanında toplam 20 dakika olacak şekilde uygulanmıştır (Oğurlu, 2003). Kuş gözlemlerine 2013 yılı Mart ayında başlamış aynı yılın Temmuz ayında bitirilmiştir. Gözlemler, kuş türlerin en hareketli olduğu sabah saatlerinde yapılmıştır (gün doğumundan sonraki 4 saat içinde).

Kuş türlerinin teşhisini kolaylaştırmak için dürbün (10x50 Nikon) ve fotoğraf makinesinden faydalanılmıştır. Gözlemlenen kuş türlerinin teşhis edilmesinde Bang ve Dahlstrom (1980), Kızıroğlu (1989), Heinzel vd., (1995), Macdonald ve Barrett (1993), Türkiye Kuş Konferansı (Anonim, 2000) ve Karacaören I Barajı'nın Kuş ve Memeli Türleri adlı yüksek lisans tezinden (Süel, 2008) yararlanılmıştır. Türkçe isimlerin verilmesinde ise Türkçe kuş isimleri listesi (DHKD, 2000; Bilgin, 2000) ve Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları (Heinzel vd., 1995) esas alınmıştır. Kuş gözlemlerinin sağlıklı bir şekilde yapılması için olumsuz hava koşullarının (rüzgar, yağmur vb.) bulunduğu günlerde araziye çıkılmamıştır (Schieck et. al. 1995). Her deneme alanı en az 5 kez ziyaret edilmiştir. Arazi çalışmaları yapılırken mümkün oldukça kenar etkisinden kaçınılmış, yani meşcerenin iç kısımlarından örnek alanlar alınmıştır. Her deneme alanında toplam kuş türü sayısı ve birey sayısı belirlenmiş, olası tekerrürlü sayımlar en aza indirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, 5 gözlem boyunca görülen toplam kuş türü sayısı esas alınarak, o deneme alanının "kuş türü zenginliği" belirlenmiştir. Yine 5 gözlem boyunca görülen toplam kuş sayısı (birey sayısı), gözlem sayısına bölünerek "ortalama kuş yoğunluğu" hesaplanmıştır (Thomas vd., 2011).

2.3. İstatistiksel değerlendirme

Kuş türü zenginliği ve ortalama kuş yoğunluğu bakımından üç farklı meşcere tipi arasında istatistiksel bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla, "Tek Yönlü Varyans Analizi" kullanılmıştır. Daha sonra, gözlem kayıtları bilgisayar ortamında excel programına aktararak var-yok verisi haline getirilmiştir. Her kuş türü ile üç farklı meşcere tipi arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla, "Nitelikler Arası İlişki" analizi kullanılmıştır (Özdamar,1999). Bu analiz için var yok verilerine "Khi Kare Testi" uygulanarak ilişkinin yönü tespit edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Tıraşlama kesimlerin kuş türü zenginliği ve ortalama kuş yoğunluğu üzerine etkileri

Çalışma sonucunda çalışma sahasında toplam 19 kuş türü tespit edilmiştir. Bunlar; Alaca ağaçkakan (*Dendrocopos syriacus*), ispinoz (*Fringilla coelebs*), Anadolu sıvacı (*Sitta krueperi*), çıvgın (*Phylloscopus collybita*), çam baştankarası (*Parus ater*), orman tırnaşık kuşu (*Certhia Familiaris*), çıtkuşu (*Troglodytes troglodytes*), kara başlı iskete (*Carduelis spinus*), maskeli örümcekkuşu (*Lanius nubicus*), kulaklı orman baykuşu (*Asio otus*), kirazkuşu (*Emberiza hortulana*), kınalı keklük (*Alectoris chukar*), saka (*Carduelis carduelis*), ak kuyruksallayan (*Motacilla alba*), karatavuk (*Turdus merula*), büyük baştankara (*Parus major*), alakarga (*Garrulus grandarius*), mavi baştankara (*Parus caeruleus*) ve ibibik (*Upupa epops*) dir.

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre, kuş türü zenginliği (F=78,195, p<0,01) ve ortalama kuş yoğunluğunun (F=28,705, p<0,01), incelenen üç meşcere tipi itibariyle farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En fazla kuş türüne yaşlı doğal meşcerelerden alınan deneme alanlarında rastlanmıştır (ort: 9,27, max: 12, min: 6). Bunu yeni tıraşlanmış alanlar izlemiştir (ort: 4,47, max: 8, min: 1). En az kuş türüne ise sırkılık, direklik ve ince ağaçlık çağındaki meşcerelerden alınan deneme alanlarında rastlanmıştır (ort: 2,47, max: 4, min:0). Ortalama kuş yoğunluğu yani ortalama birey sayısı bakımından da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Aynı şekilde, en fazla bireye yaşlı doğal meşcerelerde rastlanmıştır (ort: 35,93, max:52, min: 24,8). Bunu sırasıyla, yeni tıraşlanmış sahalar (ort: 21,67, max:44, min: 2,4) ve bakım müdahaleleri görmüş genç meşcereler (ort: 12,87, max:52, min:24,8) takip etmiştir.

Aşağıdaki grafikte (Şekil 2), 5 gözlem boyunca tespit edilen kuş türlerine ait birey sayılarının, meşcere tipleri itibariyle oranları verilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi, 9 kuş türüne sadece yaşlı doğal meşcerelerde rastlanmıştır. Diğer taraftan, 4 kuş türü sadece yeni tıraşlanmış alanlarda gözlemlenmiştir. Bunların dışında kalan 6 kuş türü ise iki ya da üç meşcere tipinde görülmüştür.

3.2. Kuş türleri ile meşcere tipleri arasındaki ilişkiler

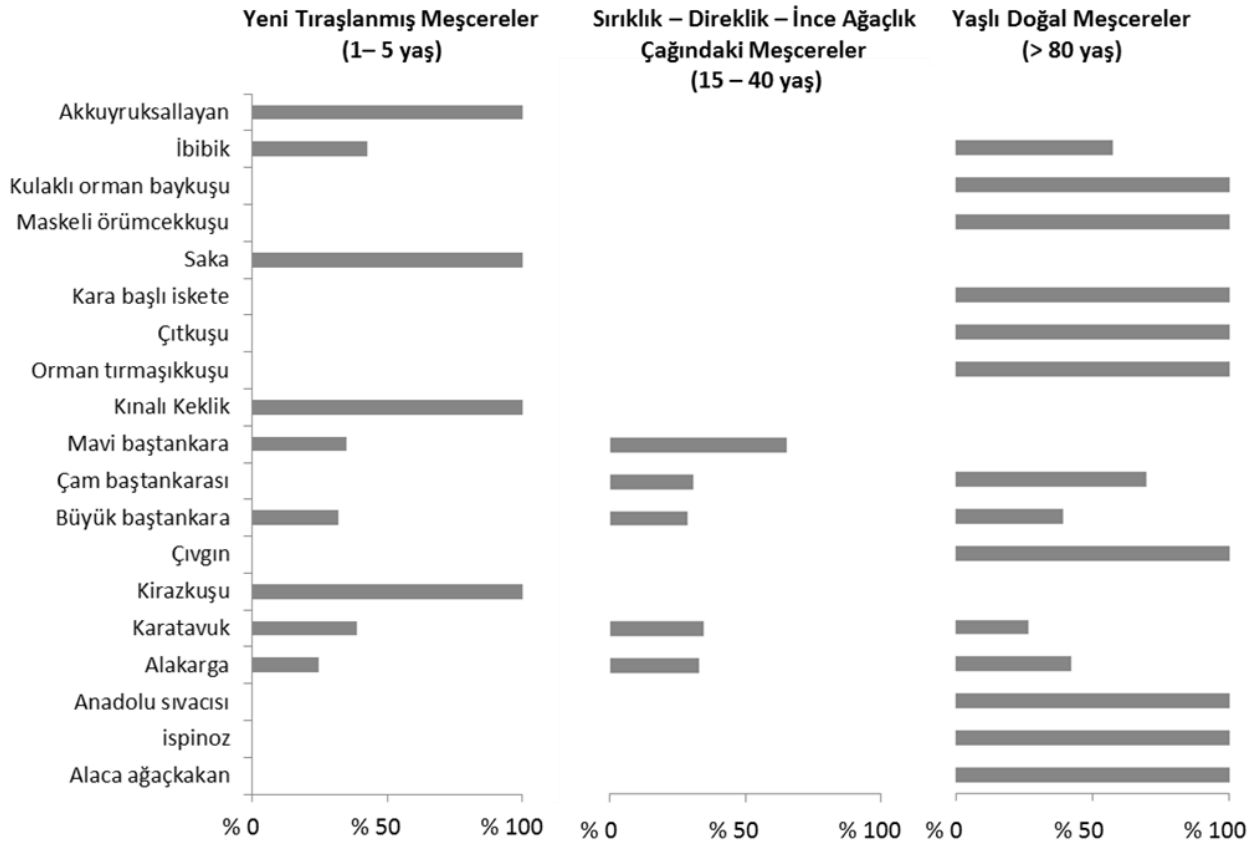
Çalışmada incelenen üç meşcere tipi ile kuş türleri arasında ilişkiler ayrı ayrı belirlenmiştir. Yeni tıraşlanmış meşcereler ile kuş türleri arasında uygulanan nitelikler arası ilişki analizi sonucunda elde edilen khi kare (χ^2), önem

seviyesi (p) ve ilişki yönü katsayıları (C3) çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1’e bakıldığında; alaca ağaçkakan, ispinoz, Anadolu sıvacısı, çıvgın, çam baştankarası, orman tırmaşı kuşu, çıt kuşu, kara başlı iskete, maskeli örümcek kuşu ve kulaklı orman baykuşunun yeni tıraşlanmış gençleştirme sahaları ile istatistiksel olarak negatif yönde ilişki gösterdiği görülmektedir ($p<0,05$). Dolayısıyla bu kuş türlerinin habitat ihtiyaçları için yeni gençleştirilmiş sahalarını tercih etmediği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, kirazkuşu, kınalı keklik, saka ve akkuyruksallayanın ise yeni tıraşlanmış meşcereler ile pozitif yönde ilişkili olduğu bulunmuştur

($p<0,05$). Yani bu üç kuş türünün yeni tıraşlanmış alanları yoğun biçimde kullandığı anlaşılmaktadır.

Sıklık, direklik ve ince ağaçlık çağındaki meşcereler ile kuş türleri arasında yapılan nitelikler arası ilişki analizi sonuçları çizelge 2’de görülmektedir. Buna göre; alaca ağaçkakan, ispinoz, Anadolu sıvacısı, kirazkuşu, çıvgın, kınalı keklik, orman tırmaşıkuşu, çıt kuşu, karabaşlı iskete, saka, maskeli örümcek kuşu, kulaklı orman baykuşu ve ibibiğin bu meşcereleri tercih etmediği ve bu alanlar ile istatistiksel anlamda negatif yönde ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Gözlemlenen kuşlar içinde sadece mavi baştankara türünün orta yaşlı meşcereler ile pozitif yönde ilişki gösterdiği bulunmuştur.



Şekil 2. Kuş türlerine ait birey sayılarının meşcere tipleri itibariyle oranları

Çizelge 1: Kuş türleri ile yeni tıraşlanmış meşcereler (a çağı) arasında yapılan nitelikler arası ilişki analizi sonuçları

	A	B	C	D	Pearson Khi Kare	Önem (p)	C3
Alaca ağaçkakan	19	11	15	0	7,279	0,007	-0,63645
İspinoz	22	8	15	0	4,865	0,027	-0,47384
Anadolu sıvacısı	20	10	15	0	6,429	0,011	-0,58537
Alakarga	11	19	7	8	0,417	0,519	-0,17358
Karatavuk	15	15	7	8	0,044	0,833	0,05923
Kirazkuşu	30	0	7	8	19,459	0	0,643001
Çıvgın	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Büyük baştankara	6	24	6	9	2,045	0,153	-0,32
Çam baştankarası	9	21	15	0	19,688	0	-0,91503
Mavi baştankara	23	7	10	5	0,511	0,475	0,167754
Kınalı keklik	30	0	6	9	22,5	0	0,693642
Orman tırmaşıkuşu	20	10	15	0	6,429	0,011	-0,58537
Çıtkuşu	22	8	15	0	4,865	0,027	-0,47384
Kara başlı iskete	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Saka	30	0	4	11	29,118	0	0,777843
Maskeli örümcekkuşu	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Kulaklı orman baykuşu	20	10	15	0	6,429	0,011	-0,58537
İbibik	24	6	12	3	0	1	0,023576
Ak kuyruksallayan	30	0	9	6	13,846	0	0,522876

Yaşlı doğal meşcere ile kuş türleri arasında uygulanan nitelikler arası ilişki analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, alaca ağaçkakan, ispinoz, Anadolu sıvacısı, çıvgın, büyük baştankara, çam baştankarası, orman tırnaşıkkuşu, çıt kuşu, karabaşlı iskete, maskeli örümcek kuşu, kulaklı orman baykuşu ve ibibik'in yaşlı doğal meşcerelerle pozitif yönde ilişkili olduğu ve dolayısıyla buraları tercih ettiği görülmektedir. Diğer taraftan, kirazkuşu, mavi baştankara, kınalı keklik ve saka (carcar) türlerinin ise yaşlı doğal meşcerelerde pek rastlanmadığı anlaşılmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonuçları, kızılçamda uygulanan tıraşlama kesimlerin ve sonrasında yapılan bilinçli bakım müdahalelerinin, kızılçam orman ekosistemlerinde kuş türlerinin kompozisyonunu etkilediğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle bir maktanın, kuruluşundan itibaren

geçirdiği farklı gelişim çağlarında, kuşlar için farklı habitat özellikleri taşıdığı anlaşılmaktadır. Yaşlı doğal meşcereler, kızılçamın incelen süksesyon aşamalarıyla (a, ab, b ve bc gelişim çağları) karşılaştırıldığında, daha fazla kuş türüne habitat imkânı sunmaktadır. Bu sonuç daha önce yapılan çalışmaların bulgularıyla büyük ölçüde örtüşmektedir. Örneğin, Schieck vd. (1995), üç yaş sınıfını (genç, orta yaşlı ve yaşlı) kuş türü zenginliği ve kuş bolluğu açısından kıyasladıkları çalışmalarında, benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Kanada'da yapılan bu çalışmada, 27 kuş türünün yaşlı meşcereleri, 10 kuş türünün genç meşcereleri, 3 kuş türünün de orta yaşlı meşcereleri tercih ettiği gözlenmiştir. Yine Kanada'da, Hobson ve Bayne (1999) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, yine yakın bulgular elde edilmiştir. Bu çalışmada da, kuş türü zenginliği ve kuş bolluğu, yaşlı meşcerelerde (80-110 yaş) diğerlerine (tıraşlama kesimlerinden sonra gelen genç meşcere (15-25 yaş) ve olgun meşcere (50-60 yaş) oranla daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 2. Kuş Türleri ile sıklık, direklik ve ince ağaçlık (ab, b ve bc) çağındaki meşcereler arasında yapılan nitelikler arası ilişki analizi sonuçları

	A	B	C	D	Pearson Khi Kare	Önem (p)	C3
Alaca ağaçkakan	19	11	15	0	7,279	0,007	-0,63645
İspinoz	22	8	15	0	4,865	0,027	-0,47384
Anadolu sıvacısı	20	10	15	0	6,429	0,011	-0,58537
Alakarga	10	20	8	7	1,667	0,197	-0,33551
Karatavuk	14	16	8	7	0,178	0,673	-0,11799
Kirazkuşu	22	8	15	0	4,865	0,027	-0,47384
Çıvgın	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Büyük baştankara	7	23	5	10	0,511	0,475	-0,16775
Çam baştankarası	15	15	9	6	0,402	0,526	-0,17699
Mavi baştankara	25	5	8	7	4,602	0,032	0,45264
Kınalı keklik	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Orman tırnaşıkkuşu	20	10	15	0	6,429	0,011	-0,58537
Çıtkuşu	22	8	15	0	4,865	0,027	-0,47384
Kara başlı iskete	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Saka	19	11	15	0	7,279	0,007	-0,63645
Maskeli örümcekkuşu	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Kulaklı orman baykuşu	20	10	15	0	6,429	0,011	-0,58537
İbibik	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,55328
Ak kuyruksallayan	24	6	15	0	3,462	0,063	-0,35398

Çizelge 3. Kuş türleri ile yaşlı doğal meşcereler (d çağı) arasında yapılan nitelikler arası ilişki analizi sonuçları

	A	B	C	D	Pearson Khi Kare	Önem (p)	C3
Alaca ağaçkakan	30	0	4	11	29,118	0	0,777843
İspinoz	30	0	7	8	19,459	0	0,643001
Anadolu sıvacısı	30	0	5	10	25,714	0	0,738462
Alakarga	15	15	3	12	3,75	0,053	0,512821
Karatavuk	15	15	7	8	0,044	0,833	0,05923
Kirazkuşu	22	8	15	0	4,865	0,027	-0,47384
Çıvgın	30	0	6	9	22,5	0	0,693642
Büyük baştankara	11	19	1	14	4,602	0,032	0,526829
Çam baştankarası	24	6	0	15	25,714	0	0,924855
Mavi baştankara	18	12	15	0	8,182	0,004	-0,68376
Kınalı keklik	21	9	15	0	5,625	0,018	-0,53097
Orman tırnaşıkkuşu	30	0	5	10	25,714	0	0,738462
Çıtkuşu	30	0	7	8	19,459	0	0,643001
Kara başlı iskete	30	0	6	9	22,5	0	0,693642
Saka	19	11	15	0	7,279	0,007	-0,63645
Maskeli örümcekkuşu	30	0	6	9	22,5	0	0,693642
Kulaklı orman baykuşu	30	0	5	10	25,714	0	0,738462
İbibik	27	3	9	6	5,625	0,018	0,441781
Ak kuyruksallayan	24	6	15	0	3,462	0,063	-0,35398

Bu çalışmayla elde edilen bulgular ve uluslararası literatür birlikte değerlendirildiğinde, kuş türlerinin yuva ve yiyecek ihtiyacını karşılamak için yaşlı ormanları daha fazla tercih ettiği anlaşılmaktadır. Çalışılan yörede, kulaklı baykuş, maskeli örümcekkuşu, kara başlı İskete, çıtkuşu, orman tırnaşıkkuşu, çıvgın, Anadolu sıvacısı, ispinoz, alaca ağaçkakanın dâhil olduğu 9 kuş türü sadece yaşlı doğal meşcerelerde gözlemlenmiştir (Şekil 1). Yaşlı doğal orman alanlarındaki yapısal çeşitliliğin fazla olması buradaki biyolojik çeşitliliği arttırmakta ve kuş türleri için çok sayıda mikro-habitat sağlamaktadır. Özellikle dikili kurular devrikler ve çürümekte olan kalın odun enkazı, tepesi kırılmış ve gövdesinde kovuk bulunan yaşlı ağaçlar, kuşlar için yuva, tüneme, besin imkânları sunmaktadır (Lohr vd., 2002). Ülkemizde Albayrak (2007) tarafından Anadolu Sıvacısının habitat tercihlerinin araştırıldığı çalışmada da, az müdahale görmüş ibrelili ağaç türlerinden oluşan yaşlı meşcerelerin, bu kuş türü için çok önemli olduğu belirtilmiştir.

Diğer taraftan, yeni tıraşlanmış daha çok yörenin doğal çalı türlerinin hâkim olduğu sahalarda da, yaşlı doğal ormanlarda rastlanmayan kuş türleri gözlemlenmiştir. Çalışmada ak kuyruksallayan, saka, kınalı keklik ve kiraz kuşu sadece yeni tıraşlanmış alanlarda görülmüştür. Stevenson vd., 1998 tarafından, kuş bolluğu açısından, farklı kesim alanı büyüklüklerini karşıladıkları çalışmada da, benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bunun sebebi olarak, kesim artıklarından oluşan yığımlar, otsu türlerin varlığı, yer yer işlenmiş toprak ve yoğun çalı örtüsünün bazı kuş türleri için farklı habitatlar sağlaması gösterilebilir.

Orman amenajmanı pratiği açısından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, iyi bir biyolojik çeşitlilik yönetimi için yaşlı doğal meşcerelerin korunması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Hansen vd., 1991). Planlama çalışmalarında bu hususun mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Kesim düzeni oluşturulurken, belirli miktarda ve büyüklükte yaşlı doğal orman, adacıklar halinde kesilmeden bırakılmalıdır (yaklaşık %10). Özellikle kızılçam orman ekosistemleri içinde yer alan dere kenarı ormanları bu amaçla düşünülmelidir. Yine yaşlandığında “yaban hayatı ağacı” olma potansiyeli yüksek olan meşe, harnup gibi ağaç türleri tıraşlama alanlarında hektarda 1-2 adet bırakılmalıdır. Bırakılan yaşlı meşcerelerde, yangın ve böcek endişesiyle devrik ağaçların ormandan çıkarılmasına izin verilmemeli ve bunlar çürümeye terk edilmelidir.

Ülkemizde, şiddetli ışık ağacı olan kızılçamda büyük alan tıraşlama işletmeciliği yaklaşık 40-50 yıldır yoğun olarak uygulanmaktadır. Büyük alanlarda tıraşlamanın biyolojik çeşitliliği olumsuz etkilediği gerçeği bilim çevreleri tarafından sürekli dile getirilmektedir. Diğer taraftan, ülkemizin odun ihtiyacı düşünüldüğünde kızılçam ormanlarında bu yöntemle üretime devam edilmesi kaçınılmaz görülmektedir. Bu çalışmayla da desteklenmiştir ki; tıraşlama sahaları özellikle ilk yıllarda farklı kuş türlerine değişik özellikte yuva ve besin imkânları sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, tıraşlama kesimleri bir orman işletmesindeki konumsal arazi yapısını çeşitlendirmektedir. Dolayısıyla bu yöntemin kullanılmasında biyolojik çeşitliliğin korunması bakımından temelde bir sıkıntı bulunmamaktadır. Burada önemli olan, büyük saha tıraşlama kesimlerin yol açtığı sorunların

azaltılması amacıyla, kesim sahalalarının yani makta büyüklüklerinin küçültülmesidir. Bu miktarın 5-10 ha olarak belirlenmesi uygun gözükmetedir (Odabaşı ve Özalp, 1994). Sonuç olarak, kızılçam odun üretimi yapılan işletme sınıflarında, belirli miktar yaşlı meşcerenin doğal haline bırakılması ve tıraşlama alanlarının küçültülmesiyle, kuş türü zenginliği ve dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin korunabileceği söylenebilir. Wallendorf vd., (2007) tarafından yürütülen benzer bir çalışma sonunda da, kuş türleri üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmak için tıraşlama kesimlerinin 8 ila 13 hektar büyüklüğünde yapılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Eğer daha büyük sahalarda çalışma zorunluluğu varsa, gruplar halinde “yeşil ağaç bırakma” yöntemi diğer bir seçenek olarak düşünülmelidir.

Kızılçam orman ekosistemlerinde, büyük maktalar biçiminde yan yana yapılan kesimler ve kaliteli odun üretimine dönük düzenli bakım kesimleri sonucunda, çok geniş sahalarda yapısal çeşitliliğin çok düşük olduğu saf kızılçam meşcereleri ortaya çıkmıştır. Çalışmanın bulguları, çok az kuş türünün bu meşcereleri ziyaret ettiğini göstermektedir. Bu sebeple, böyle ormanlarda yapısal çeşitliliği artırıcı tedbirler alınması (çalı yığınları, yapay kovuk açma vs) biyolojik çeşitliliği korunması açısından faydalı olabilir.

Teşekkür

Çalışmamızı 3473-YL1-13 numaralı proje ile destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abbott, I., Williams, M.R., 2011. Silvicultural impacts in jarrah forest of Western Australia: Synthesis, evaluation, and policy implications of the Forestcheck monitoring project of 2001-2006, Australian Forestry, Vol. 74, No. 4, 350-360.
- Albayrak, T., 2007. Türkiye ve Midilli Adası'ndaki Anadolu Sıvacısı (*Sitta Krueperi*) Populasyonunun Çeşitliliği, Yayılışı ve Habitat Seçiminin Belirlenmesi Türkiye ve Midilli Adası'ndaki Anadolu Sıvacısı (*Sitta Krueperi*) Populasyonunun Çeşitliliği, Yayılışı ve Habitat Seçiminin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Antalya.
- Angelstam, P.K., 1998. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes. Journal of Vegetation Science, 9(4):593-602.
- Anonim, 2000. Türkiye Kuş Konferansı. Doğal Hayatı Koruma Derneği Yayınları, No:3, 48s. İstanbul.
- Asan, Ü., Özdemir, İ., 2005. Turizm Merkezleri Civarındaki Ormanların Amenajman Sorunları ve Planlama İlkeleri, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, 117-131.
- Bang, P., Dahlstrom, P., 1980. Animal Tracks and Signs. St. James's Place, No: 13 240s. London.
- Başkent, E.Z., Jordan, G., 1995. Characterizing spatial structure of forest landscapes, Canadian Journal of Forest Research, 25(11): 1830-1849.
- Başkent, E.Z., Jordan, G., 1996. Designing forest management to control spatial structure of landscapes, Landscape and Urban Planning, 55-74.

- Bilgin, C., 2000. Gökyüzüne Dargın Kuşlar. Gezi Dergisi, 29, 92-99s.
- Brooks, T., Balmford, A., Burgess, N., Hansen, L.A., Moore, J., Rahbek, C., Williams, P., Bennun, L., Byaruhanga, A., Kasoma, P., Njoroge, P., Pomeroy, D., Wondafrash, M. 2001. "Conservation priorities for birds and biodiversity: do East African Important Bird Areas represent species diversity in other terrestrial vertebrate groups?", *Ostrich Suppl.* 15, 3–12.
- DHKD Broşürü., 2000. Kuş Gözlemcisi, Gezi Dergisi, 29, 108-109s. Eskişehir, 1999.
- Gaston, K.J., Spicer J.I., 2004. Biodiversity: An Introduction, Wiley-Blackwell; 2 edition, 208 p.
- Hansen, A.J., Spies, T.A., Swanson, F.J., Ohmann, J.L., 1991. Conserving biodiversity in managed forests. *BioScience*, 382-392.
- Haulton, S., 2008. Effects Of Silvicultural Practices On Bird Communities In Deciduous Forests Of Eastern And Central North America, A Literature Review with Recommendations for Management, 22 s., Erişim tarihi: 19.10.2012 <http://www.in.gov/dnr/forestry/files/fo-ManagedForestBirdReview.pdf>.
- Heinzel, H., Fitter, R., Patslow, J., 1995. Birds of Britain and Europe with North Africa and The Middle East. HapperCollins Publishers Ltd., ISBN 97897594098281, 384s. England.
- Hobson, K.A., Bayne, E., 1999. The Effects of stand age on avian communities in aspen-dominated forests of central Saskatchewan, Canada, *Forest Ecology and Management* 136 121-134.
- Howard, P.C., Viskanic, P., Davenport, T.R.B., Kigenyi, F.W., Baltzer, M., Dickinson, C.J., Lwanga, J.S., Matthews, R.A., Balmford, A., 1998. "Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda", *Nature* 394, 472–475.
- Hutto, R.L., Pletschet, S.M., Hendricks, P., 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103 (July), 593–602.
- Jeffries, M. J. 2006. Biodiversity and Conservation, Routledge; 2 edition, 256 s.
- Karr, J.R., 1968. Habitat and avian diversity on strip mined land in east central Illinois. *Condor*, 70. 348-357.
- Karr, J.R., Roth, R.R., 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world arcas. *Am Nat.* 105. 423-435.
- Khanaposhtani, M.G., Kaboli, M., Karami, M., Etemad, V., 2012. Effect of Habitat Complexity on Richness, Abundance and Distributional Pattern of Forest Birds, *Environmental Management*, 50(2) 296-303.
- Kızıroğlu, İ., 1989. Türkiye Kuşları. Orman Genel Müdürlüğü Basımevi, No: 186, 314s. Ankara.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., 2002. Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach. Island Press.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Botkin, D.B., 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation biology*, 14(4), 941-950.
- Loehle, C., Wigley, T.B., Shipman, P.A., Fox, S.F., Rutzmoser, S., Thill, R.E., Melchioris, M.A., 2005. Herpetofaunal species richness responses to forest landscape structure in Arkansas. *Forest Ecology and Management*, 209, 293–308.
- Lohr, S.M., Gauthreaux, S.A., Kilgo, J.C., (2002). Importance of coarse woody debris to avian communities in loblolly pine forests. *Conservation Biology*, 16(3), 767-777.
- MacArthur, R.H., 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. *Am Not.* 98, 387-397.
- MacArthur, R.H., MacArthur, J.W., 1961. On bird species diversity. *Ecology*, 42, 594-598.
- Macdonald, D., Barrett, P., 1993. *Mammals of Britain & Europe (Collins Field Guide)*, Printed by Printing Express, 312s. Hong Kong.
- Melles, S., Glenn, S., Martin, K., 2003. Urban bird diversity and landscape complexity: Species–environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology*, 7(1), 5.
- Odabaşı, T., Özalp, G., 1994. Ormanların işletilmesi yöntemleri ve doğaya uygun ormancılık anlayışı. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU)*, 44(1-2), 35-48
- Oğurlu, İ., 2003. Yaban hayatında envanter. TC Çevre Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Av ve Yabana Hayatı Dairesi Başkanlığı, 207.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar ile İstatistik Veri Analizi, Kaan Kitabevi, 1.cilt(2.baskı)
- Probst, J.R., Crow, T.R., 1991. Integrating biological diversity and resource management, *J. For.*, 89: 12–17.
- Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F., 1993. *Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds*, General Technical Report PSW-GTR-144. USDA Forest Service, 41 pp.
- Rametsteiner, E., & Simula, M., 2003. Forest certification—an instrument to promote sustainable forest management?. *Journal of environmental management*, 67(1), 87-98.
- Recher, H.F., 1969. Bird species diversity and habitat diversity in Australia and North America. *Am Not.* 103, 75-80.
- Rosenvald, R., Lohmus, A., 2008. For what, when, and where is green-tree retention better than clear-cutting? A review of the biodiversity aspects, *Forest Ecology and Management*, 255, 1–15.
- Roth, R.R., 1976. Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology*, 57, 773-783.
- Schieck, J., Nietfeld, M., Stelfox, J.B., 1995. Differences in bird species richness and abundance among three successional stages of aspen-dominated boreal forests *Can. J. Zool.* 73: 1471-1431, Kanada.
- Seymour, R. S., & White, A.S., 2002. Natural disturbance regimes in northeastern North America—evaluating silvicultural systems using natural scales and frequencies. *Forest Ecology and Management*, 155(1), 357-367.
- Shiu, H.J., Lee, P.F., 2003. Assessing avian point-count duration and sample size using species accumulation functions. *Zool. Stud.* 42 (2), 357–367.
- Stevenson, S.K., Jull, M.J., Rogers, B.J., 2006. Abundance and attributes of wildlife trees and coarse woody debris at three silvicultural systems study areas in the Interior Cedar-Hemlock Zone, British Columbia *For. Ecol. Manage.*, 233, 176–191.
- Stevenson, J.D., MacKenzie, K.L., Mahon T.E., 1998. Response of small mammals and birds to partial cutting

- and clearcutting in northwest British Columbia, *For. Chron.*, 74 (1998), 703–713.
- Süel, H., 2008. Karacaören I Barajı'nın Kuş ve Memeli Türleri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Thomas, P. J., Martin, P., & Boutin, C., 2011. Bush, bugs, and birds; interdependency in a farming landscape. *Open Journal of Ecology*, 1(02), 9.
- Wallendorf, M.J., Porneluzi, P.A., Gram, W.K., Clawson, R.L., Faaborg J., 2007. Bird Response to Clear Cutting in Missouri Ozark Forests, *The Journal of Wildlife Management*, 71(6).

Isparta ilinde kavak zararlısı böcekler ve avcıları

Ayşenur Gümüş^{a*}, Mustafa Avcı^b

Özet: Bu çalışmada, Isparta yöresinde kavaklarda zarar yapan böcek türleri ve bunların avcıları belirlenmiştir. Bu amaçla 2011-2013 yıllarında periyodik olarak araştırma alanlarında gözlem yapılmış ve örnek toplanmıştır. Isparta ilinde *Populus* spp. ağaçlarında saptanan zararlı türler şunlardır: Heteroptera takımı Tingidae familyasına mensup *Monostera unicostata*; Hemiptera takımından bir familyaya ait 10 tür, *Chaitophorus leucomelas*, *C. populialbae*, *Pemphigus borealis*, *P. bursarius*, *P. gairi*, *P. immunis*, *P. protospirae*, *P. populi*, *P. spyrothecae*, *P. vesicarius* (Hom.; Aphididae) tespit edilmiştir. Coleoptera takımından 6 familyaya ait 9 tür, *Melolontha melolontha*, *Polyphylla fullo* (Col.; Melolonthidae), *Anomala osmanlis* (Col.; Rutelidae), *Trachypteris picta* (Col.; Buprestidae), *Saperda populnea* (Col.; Cerambycidae), *Altica tamaricis*, *Chrysomela populi*, *Zeugophora flavicollis* (Col.; Chrysomelidae), *Byctiscus populi* (Col.; Rhynchitidae); Lepidoptera takımından 8 familyaya ait 13 tür, *Phyllonorycter populifoliella*, *Phyllocnistis unipunctella* (Lep.; Gracillariidae), *Paranthrene tabaniformis* (Lep.; Sesiidae), *Archips crataegana*, *A. podana*, *A. rosana*, *A. xylosteana*, *Gypsonoma minutana* (Lep.; Tortricidae), *Malacosoma neustria* (Lep.; Lasiocampidae), *Furcula furcula* (Lep.; Notodontidae), *Lymantria dispar* (Lep.; Erebidae), *Subacronicta megacephala* (Lep.; Noctuidae), *Nycteola asiatica* (Lep.; Nolidae) saptanmıştır. Hymenoptera takımından ise bir familyaya ait 3 tür tespit edilmiştir. Bunlar; *Cladius* (*Trichiocampus*) *grandis*, *Nematus* (*Hypolaepus*) *caeruleocarpus*, *Pristiphora compressicornis* (Hym.; Tenthredinidae)'dir. Avcı türlerden; *Adalia bipunctata*, *A. decempunctata*, *A. fasciotapunctata revelierei*, *Coccinella septempunctata*, *Harmonia quadripunctata* (Col.; Coccinellidae), *Cantharis livida* (Col.; Cantharidae) tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kavak, Zararlı böcek, Biyoloji, Avcı, Isparta

Poplar pest insects and their predators in Isparta province

Abstract: The aim of this study is determine insect pests of poplar species in Isparta province. Samples were examined and collected periodically in research areas in the years 2011-2013. Pests observed on *Populus* spp.; *Monostera unicostata* (Het.; Tingidae), *Chaitophorus leucomelas*, *C. populialbae*, *Pemphigus borealis*, *P. bursarius*, *P. gairi*, *P. immunis*, *P. protospirae*, *P. populi*, *P. spyrothecae*, *P. vesicarius* (Hem.; Aphididae), *Melolontha melolontha*, *Polyphylla fullo* (Col.; Melolonthidae), *Melanophila picta* (Col.; Buprestidae), *Saperda populnea* (Col.; Cerambycidae), *Anomala osmanlis* (Col.; Rutelidae), *Altica tamaricis*, *Chrysomela populi*, *Zeugophora flavicollis* (Col.; Chrysomelidae), *Byctiscus populi* (Col.; Rhynchitidae), *Phyllonorycter populifoliella*, *Phyllocnistis unipunctella* (Lep.; Gracillariidae), *Paranthrene tabaniformis* (Lep.; Sesiidae), *Archips crataegana*, *A. podana*, *A. rosana*, *A. xylosteana*, *Gypsonoma minutana* (Lep.; Tortricidae), *Malacosoma neustria* (Lep.; Lasiocampidae), *Furcula furcula* (Lep.; Notodontidae), *Lymantria dispar* (Lep.; Erebidae), *Subacronicta megacephala* (Lep.; Noctuidae), *Nycteola asiatica* (Lep.; Nolidae), *Cladius* (*Trichiocampus*) *grandis*, *Nematus* (*Hypolaepus*) *caeruleocarpus*, *Pristiphora compressicornis* (Hym.; Tenthredinidae)'dir. Especially, *P. tabaniformis* and *P. fullo* were found as very important pest in poplar sapling and plantations. Predator species determined; *Adalia bipunctata*, *A. decempunctata*, *A. fasciotapunctata revelierei*, *Coccinella septempunctata*, *Harmonia quadripunctata* (Col.; Coccinellidae), *Cantharis livida* (Col.; Cantharidae).

Keywords: *Populus*, Pest insect, Biology, Predator, Isparta

1. Giriş

Hızlı gelişen ağaç türleri arasında bulunan kavaklar, geleneksel ağaç türlerimiz arasındadır. Uzun yıllardan beri özellikle İzmit ve Adapazarı yöresinde olmak üzere ülkemizde yetiştirilmektedir. Bununla birlikte Isparta yöresinde de kavak yetiştiriciliği azımsanmayacak miktardadır. Kavak odunu işleyen bir fabrikanın da bulunması yetiştiriciliğin önem kazanmasına neden olmuştur.

Kavakçılıkta, uygun yetiştirme teknikleri yanında zarar yapan böcek türlerinin tespiti, bu türlerin biyolojilerinin saptanması ve mücadele yöntemlerinin de iyi bilinmesi önemlidir. Kavak zararlısı böcekler; yaprak, gövde ve

dallarda beslenenler şeklinde 3 ana grupta toplanmaktadır. Bu böceklerin en tehlikeli olanları gövdede zarar yapanlardır. Gövdedeki zarar başlangıçta belli olmamakla beraber daha sonra şişkinlikler, delikler, akıntılar, öğüntüler ve gövde üzerinde renk değişimleri ile ortaya çıkmaktadır (Anonim, 1986).

Yapraklara zarar veren böcekler kavak yapraklarını yiyerek beslenmekte ve bu şekilde kavaklarda zararlı olmaktadır. Bunların büyük bir kısmı polifag özelliktedir. Bu böceklerden; *Lymantria dispar* (L.), *Stilpnotia salicis* (L.) (Lepidoptera; Lymantriidae), *Chrysomela populi* L., (Coleoptera; Chrysomelidae), *Trichiocampus viminalis* (Fail.) (Hymenoptera; Tenthredinidae), *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera; Arctiidae), *Byctiscus populi* (L.) (Coleoptera;

✉ ^a Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Silvikültür Şube Müdürlüğü, Isparta

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

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): aysenurgumus@ogm.gov.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 19.01.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.02.2015



Citation (Atf): Gümüş, A., Avcı, M., 2015. Isparta ilinde kavak zararlısı böcekler ve avcıları. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 111-129. DOI: [10.18182/tjf.86875](https://doi.org/10.18182/tjf.86875)

Attelabidae) birçok ülke ve Türkiye'de de sıkça rastlanan ve etkin zararları görülenlerin başında gelmektedir (Anonim, 1981).

Bu böceklerin yaptığı zararın derecesi, zararın şiddetine ve yoğunluğuna, zamanına ve ağacın fizyolojik durumuna göre değişmektedir. Kültür kavaklarında, eğer ağaç gelişimini sağlıklı bir şekilde sürdürüyorsa, yaprak zararlıları pek etkili olmaz. Odun artım kaybı ancak yaprakların yarısı yok olduktan sonra belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Ağacın yaz sonunda tamamen yapraksız kalması, ağacın zayıf düşmesine, diğer böceklerin ya da hastalıkların zararına açık duruma gelmesine sebep olmaktadır. Bazen genç kavaklar, özellikle yeni dikilmiş, yeterince yapraklanmamış olanlar böcek zararı sonucunda tamamen yapraksız kalabilirler, böyle bir durum fidanı ölüme götürebilir.

Gövde ve dallara arız olan böcekler son derece tehlikelidirler. Yoğunluklarının yüksek olması halinde gerekli önlemler alınmaz ise bir fidanlık veya ağaçlandırmayı tamamen ortadan kaldırılabirler. Kabukta ve odun içinde galeriler açmak suretiyle çok büyük zararlara sebep olurlar. Bu zararın yanı sıra yara yerlerinden giren fungus ve bakterilerin gövdede yapacakları zarar sonucunda oduna renk değişiklikleri meydana gelir ve bu durum odunun kalitesini düşürür. Ayrıca odun içinde açılmış galeriler ağaçların mekanik direncini azaltarak rüzgârda kırılmalarına da neden olabilir. Gövde ve dallara arız olan başlıca zararlılar; *Melanophila picta* (Pall.), *Agrilus ater* (L.) (Coleoptera; Buprestidae), *Paranthrene tabaniformis* (Rott.) (Lepidoptera; Sesiidae), *Cryptorhynchus lapathi* (L.) (Coleoptera; Curculionidae), *Gypsonoma dealbana* (Froel.) (Lepidoptera; Tortricidae), *Saperda populnea* (L.) (Coleoptera; Cerambycidae). Kavak köklerine zararlı olan böcekler özellikle fidanlıkarda zararlı olmaktadır. Ağaçlandırmalarda ise kök gelişiminin yeterli olması halinde etkileri azalmaktadır. Bu böcekler arasında *Capnodis miliaris* (Klug.) (Coleoptera; Buprestidae) ve *Polyphylla fullo* (L.) (Coleoptera; Scarabaeidae) sayılabilir (Anonim, 1981).

Isparta ilinde ekonomik öneme sahip olan kavak ağacı yetiştiriciliğinin önündeki sorunlardan biri olan zararlı böceklerin tespitine yönelik günümüze kadar kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada Isparta yöresinde kavak yetiştirilen alanlarda yapılan arazi çalışmaları ile kavaklarda zararlı böcek ve doğal düşman faunası ortaya konulmuştur. Ayrıca mücadele için böceklerin biyolojilerinin iyi bilinmesi gerektiği göz önünde tutularak özellikle ekonomik öneme sahip türlerin biyolojilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Çalışma, Isparta'da kavak fidanlıkları ile yörede yaygın olarak bulunan kavak plantasyon sahalarında gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları 2011-2013 yıllarında sürdürülmüş olup il genelinde faunistik çalışmalar yürütülmüştür. Bazı önemli türler ile ilgili detaylı çalışmalar

ise Eğirdir yolu üzeri 5. km'de bulunan ORMA (Orman Mahsülleri İntegre Sanayi ve Tic. A.Ş.)'nın kavak fidanlığı, Atabey-İslamköy yolu 20. km'de bulunan ORKAV (Orman ve Tarım Sanayi Ham Madde Üretimi A. Ş.) plantasyon alanı ve Aşağıgökdere özel kavak ağaçlandırma sahalarında sürdürülmüştür. Çalışılan alanlardaki kavak türleri *Populus nigra* L., *P. alba* L., *P. x. euramericana* cv. "I-214"dür.

2.2. Araştırma materyalinin toplanması ve üretilmesi

Isparta ilinde belirlenen alanlardaki kavak fidanları ve ağaçları, bunlardan toplanan böcekler ile kavak yalancı arısı *Paranthrene tabaniformis* (Rott.) bu çalışmanın ana materyalidir. Zararlıların tespitinde çeşitli tuzaklar, öldürme şişesi, tül kafesler, japon şemsiyesi, çeşitli kimyasal maddeler, laboratuvar alet ve ekipmanları kullanılmıştır. Belirlenen kavak plantasyonlarında yapılan arazi çalışmaları 5-7 günlük dönemlerle tekrarlanmıştır.

Aşağıgökdere kavak özel ağaçlandırması ve Eğirdir yolu üzerinde bir kavaklıkta *P. tabaniformis*'in türe özgü olan ve erkek bireyleri çekmekte kullanılan (3E, 13Z)-3, 13-octadeadien-1-ol feromonunu içeren cinsel çekici tuzaklar kullanılarak zararlıların uçuş periyotları izlenmiştir. Delta tipi tuzaktan Eğirdir-Aşağıgökdere kavak özel ağaçlandırma sahasına 3 adet tuzak 27 Mayıs 2011 günü, Eğirdir yolu üzerine 2 adet tuzak 11 Haziran 2011 günü yerden 1,5 m yüksekliğe asılmıştır. Haftada bir kez yapılan kontrollerde, yapışkan yüzey üzerine gelen kelebekler sayılarak bir spatülle temizlenmiştir. Sayım sonuçları kaydedilmiş ve tuzaklar eylül ayının sonunda toplanmıştır. Aşağıgökdere kavak özel ağaçlandırma sahasına bir adet funnel tuzak 22 Haziran 2011 günü asılmış ve her hafta kontrol edilerek sonuçları kayıt altına alınmıştır. Feromonlar 5 haftada bir yenisiyle değiştirilmiştir.

2.2.1. Toplanan zararlıların laboratuvarında kültüre alınması

Kavak fidanları ve plantasyon alanlarında toplanan, yaprakta zarar yapan Lepidoptera takımına ait türlerin larvaları kafesler içine alınan fidanlar üzerinde ergin evresine kadar yetiştirilmiştir. Larva ve pupa bulunan dal ve gövdeler 30-40 cm'lik parçalar halinde bölünüp etiketlenerek tel kafesler içine alınmıştır. Yaprak oyucu türlerin erginlerini elde etmek için, içinde larva bulunan kavak yaprakları petri kutularında organtin tül içine alınmıştır.

Çalışma boyunca elde edilen türlerin teşhisleri SDÜ Orman Fakültesi Entomoloji Müzesindeki örnekler yardımıyla yapılmıştır. Bulgular bölümünde türlerin verilişinde takım ve familyaların sırası Borror vd., (1992)'ne, familya içinde türler alfabetik sıraya, türlerin geçerli olan yazılışları ise <http://www.faunaeur.org>'a göre verilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Kavak ağaçlarının Isparta yöresinde tespit edilen entomolojik zararlıları ve avcı türleri aşağıda verilmiştir.

Takım Heteroptera

Familya Tingidae

Monostera unicostata (Mulsant & Rey 1852)**Takım Hemiptera**

Familya Aphididae

Chaitophorus leucomelas Koch 1854*Chaitophorus populiabae* (Boyer de Fonscolombe 1841)*Pemphigus (Pemphigus) borealis* Tullgren 1909*Pemphigus (Pemphigus) bursarius* (Linnaeus 1758)*Pemphigus (Pemphigus) gairi* Stroyan 1964*Pemphigus (Pemphigus) immunis* Buckton 1896*Pemphigus (Pemphigus) protospirae* Lichtenstein 1885*Pemphigus (Pemphiginus) populi* Curchet 1879*Pemphigus (Pemphigus) spyrothecae* Passerini 1860*Pemphigus (Pemphiginus) vesicarius* Passerini 1862**Takım Coleoptera**

Familya Melolonthidae

Melolontha melolontha (Linnaeus 1758)*Polyphylla (Polyphylla) fullo* (Linnaeus 1758)

Familya Rutelidae

Anomala osmanlis Blanchard 1850

Familya Buprestidae

Trachypteris picta (Pallas 1773)

Familya Cerambycidae

Saperda populnea (Linnaeus 1758)

Familya Chrysomelidae

Altica tamaricis Schrank 1785*Chrysomela (Chrysomela) populi* Linnaeus 1758*Zeugophora flavicollis* (Marsham 1802)

Familya Rhynchitidae

Byctiscus populi (Linnaeus 1758)**Takım Lepidoptera**

Familya Gracillariidae

Phyllonorycter populifoliella (Treitschke 1833)*Phyllocnistis unipunctella* (Stephens 1834)

Familya Sesiidae

Paranthrene tabaniformis (Rottemburg 1775)

Familya Tortricidae

Archips crataegana (Hübner 1799)*Archips podana* (Scopoli 1763)*Archips rosana* (Linnaeus 1758)*Archips xylosteana* (Linnaeus 1758)*Gypsonoma minutana* (Hübner 1799)

Familya Lasiocampidae

Malacosoma (Clisiocampa) neustria (Linnaeus 1758)

Familya Notodontidae

Furcula furcula (Clerck 1759)

Familya Erebidae

Lymantria dispar (Linnaeus 1758)

Familya Noctuidae

Subacronicta megacephala (Denis & Schiffermüller 1775)

Familya: Nolidae

Nycteola asiatica (Krulikovsky 1904)**Takım Hymenoptera**

Familya Tenthredinidae

Cladius (Trichiocampus) grandis (Serville 1823)*Nematus (Hypolaepus) caeruleocarpus* Hartig 1837*Pristiphora (Stauronematus) compressicornis* (Fabricius 1804)

Avcı Türler

Takım Coleoptera

Familiya Coccinellidae

Adalia (Adalia) bipunctata (Linnaeus 1758)

Adalia (Adalia) decempunctata (Linnaeus 1758)

Adalia fasciatopunctata revelierei Mulsant 1866

Coccinella (Coccinella) septempunctata Linnaeus 1758

Harmonia quadripunctata (Pontoppidan 1763)

Familiya Cantharidae

Cantharis (Cantharis) livida Linnaeus 1758

3.1. Takım: HETEROPTERA

Familiya Tingidae

Monostera unicostata (Mulsant & Rey 1852)

Tanınması

Erginlerde vücut açık sarımsı-gri renkte, dorsalde birkaç esmer leke bulunur. Vücut uzunluğu ortalama 2,5 mm'dir (Lodos, 1986).

Biyolojisi

Kışı ergin halde değişik yerlerde geçirirler. Yurdumuzda iklim koşullarına göre nisan ve mayıs aylarında kışlak yerlerinden çıkarak kavaklara gelirler. Ağustos ve eylül aylarında kavaklarda yoğun popülasyonlarına rastlanır. Yurdumuzda şartlara göre 2-3 nesil vermektendirler (Lodos, 1986).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Kavak, söğüt, elma, armut ve bademlerde görülür. Bunların içinde en çok bulunduğu bitki kavak olup istisnasız bütün kavak türlerinde zarar yaparlar. Ergin ve nimfleri yaprakların alt yüzlerinde sokup emerek beslenirler. Saldırıya uğrayan yapraklar vaktinden önce dökülür, ağaçlar zayıflar (Lodos, 1986).

Akdeniz ülkeleri, Macaristan, Kafkasya ve Türkistan'da yaygındır. Yurdumuzun hemen hemen her tarafında bulunur. Fakat en yaygın olduğu yerler Güney ve Batı Anadolu'dur (Lodos, 1986). Türkiye'de Hatay, Maraş, Gaziantep, Balıkesir, Torbalı, Manisa ve Osmaniye civarında kavak fidanlık ve ağaçlandırmalarında tespit edilmiştir (Sekendiz, 1974).

Isparta ilinde farklı mevkiilerde haziran, temmuz ve ağustos aylarında karakavak ve melez kavakların yapraklarda bol miktarda görülmüştür. Nimf ve erginlerinin yaprakların özsuğunu emerek beslendiği saptanmıştır. Yaprak üzerinde dağınık vaziyette siyah noktalar halinde dışkı izlerine rastlanmıştır. Nimf ve erginlerin beslenmesi sonucu yapraklar solgun sarı renge dönüşmektedir.

Böcek Kuzey Amerika'da British Columbia bölgesinde yeni bir istilacı tür olarak tespit edilmiştir (Scudder, 2012). İran'ın Karaj bölgesinde özellikle kavaklarda zarar yapan en önemli böceklerden biridir. Yakın zamanda fidanlık ve plantasyonlarda popülasyonunun çok arttığı tespit edilmiştir (Morad vd., 2006). Zararlı, Konya'nın çeşitli yerlerinde

2005 ve 2006 yıllarının yaz aylarında saptanmıştır (Kolaş, 2007).

3.2 Takım: HEMIPTERA

Familiya: Aphididae

Chaitophorus leucomelas Koch 1854

Tanınması

Kanatsız viviparlar, koyu yeşil ve açık kahverengi arası olup 1,5-1,7 mm büyüklüğündedir. Kanatlı viviparlar da aynı renkte fakat 2,1-2,3 mm boyundadır (Çanakçıoğlu, 1967).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

P. nigra, *P. pyramidalis* ve *P. seriotina* konukçuları arasındadır (Tuatay, 1999). Avrupa, Güneybatı ve Orta Asya, Batı Kazakistan, Batı Sibirya, Orta Doğu, Kuzey ve Güney Amerika, Güney Afrika, İran ve Fas'ta bulunduğu bildirilmiştir. Türkiye'de *C. leucomelas*'ın Ankara, İstanbul, Adapazarı, Şanlıurfa, Bolu, Diyarbakır, Isparta, Nevşehir, Aydın, Bitlis, Amasya, Trabzon, Bartın, Antalya, Kırşehir, Muğla, Erzurum, Van, Adana, İçel, Niğde, İzmit ve Kahramanmaraş'ta bulunduğu tespit edilmiştir (Uysal vd., 2006).

Arazi gözlemlerimize göre karakavak yapraklarının alt yüzeylerinde, yaprak saplarında ve sürgünlerde yaşadığı, gal oluşumuna yol açtığı, yoğunluğun fazla olduğu, yapraklarda sararma olduğu görülmüştür.

Uysal vd. (2006), zararlıyı Konya'da *P. nigra*, *P. canadensis*, *P. alba* üzerinde yaygın olarak belirlemişlerdir. *C. leucomelas* Van ilinde kavak ve söğüt ağaçlarında yoğun olarak zarar yapmaktadır. Bu tür "Kavak afidi" olarak adlandırılmaktadır (Kaydan ve Yaşar, 1999). Sönmezöldüz (2006), zararlının Bartın yöresinde çeşitli süs bitkilerinde zarar yaptığını belirlemiştir.

Chaitophorus populiabae (Boyer de Fonscolombe 1841)

Tanınması

Kanatsız küçük boylu, oval koyu yeşilimsi veya sarımsı beyaz renkli ve genellikle üzerlerinde küçük yeşil noktalar bulunan bireylerdir (Görür, 2004).

Biyolojisi

Populus spp. üzerinde monoecious yaşam döngüsüne sahiptirler. Gerek ovipar formlar gerekse kanatlı ve kanatsız formlar aynı bitki üzerinde özellikle eylül-kasım aylarında belirir. Genellikle yaprağın alt yüzeyinde orta damara yakın oldukça yoğun koloniler oluştururlar (Görür, 2004).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

İtalya, Rusya, Kanada, Avrupa, Batı Kazakistan, Batı Sibirya, Orta Asya, Hindistan, Mısır, Irak, Pakistan, Kuzey, Batı ve Güney Afrika, Fransa ve Kuzey Amerika'da bulunduğu bildirilmiştir (Uysal vd., 2006). Türkiye'de İstanbul, Ankara, Niğde ve İçel'de bulunmuştur (Çanakçıoğlu, 1975).

Isparta bölgesinde, yaprakların alt yüzünde orta damara yakın yerlerde ağustos-eylül aylarında melez kavaklarda yoğun olarak bulunmuştur.

Konya ilinde bu tür 2003-2004 yıllarında Selçuklu ve Meram ilçelerinde tespit edilmiştir. Fazla yaygın olmayan *C. populiabae*, *P. alba* ve *P. tremula* üzerinden bir yıllık sürgünlerin yapraklarından örneklenmiştir (Uysal vd., 2006).

Pemphigus (Pemphigus) bursarius (Linnaeus 1758)

Tanınması

Kanatlı bireyler 1,6-2,5 mm, kanatlı bireyler ise 1,7-2,2 mm büyüklüğündedir (Sangün, 2010). Galler olgunlaşmadan önce sarımsı veya kırmızımsı renktedir. Kese biçiminde ve daima yaprak sapı üzerinde oluşur (Blackman ve Eastop, 1984).

Biyolojisi

Kanatlılar Mayıs ayının sonundan eylüle kadar uzanan periyot süresince gallerin yan taraflarından açılan delikten galleri terk ederler. Kolonilerini Compositae köklerinde oluştururlar. Sexuparların kavaklara geri göçü eylül-aralık ayları arasında olur. Kışı yumurta döneminde kavak ağaçlarının kabuklarının çatlak ve yarıklarında geçirirler (Çanakçıoğlu, 1975).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Genellikle *Populus* türlerinin yaprak petiolleri üzerinde sarımsı ve kırmızımsı renklerde olgun gallerde bulunur. Kanatlı bireyler (Alatae) gal üzerinde bulunan lateral bir çıkış deliğinden Mayıs-eylül ayları arasında gali terk ederler. Sexuparae bireyler eylül-ekim aylarında kavaklara göç ederler. Avrupa, Güney-Kuzey Asya, Avustralya, Yeni Zelanda, Kuzey-Güney Afrika ve Kuzey-Güney Amerika'da gal formasyonu ile doğal düşmanları üzerine ayrıntılı çalışmalar mevcuttur (Blackman ve Eastop, 1984).

Kavak türlerinde gal formu oluşturarak zarar verdikleri gözlenmiştir. İlk kez *P. nigra* var. *pyramidalis* Rozier üzerinde tespit edilmiştir. Birinci konukçu bitkisi *Populus* spp.'dir. En sık karşılaşılan konukçuları *P. nigra* ve *P. nigra* var. *italica*'dir. Çanakçıoğlu (1975)'e göre, Bursa, İstanbul-Sarıyer, Ankara, Kızılcahamam, Konya, Eskişehir, Korkuteli-Bozova, Trabzon-Eskipazar, Tavşanlı'da *P. nigra*

üzerinde tespit edilmiştir. Çanakçıoğlu ve Toper (1999), bu türün gallerini *Populus x euramericana* yaprak saplarında tespit etmişlerdir. Sekendiz (1974), zararlının ülkemizde yaygın olarak *P. nigra* yaprak saplarında gal oluşturduğunu belirlemiştir. Konya ilinde oldukça yaygın olarak *P. nigra* türünde yaprakların sapında sarımsı-kırmızımsı renkte, küçük armut veya yumurta şekilli galleri tespit edilmiştir (Uysal vd., 2006). *P. bursarius* Ankara Atatürk Ormanı, Konya, Eskişehir Orman Fidanlığında karakavaklar üzerinde bulunmuştur (Özkazanç ve Yücel, 1985).

Isparta bölgesinde, Eğirdir yolu üzerindeki karakavakların yaprak saplarında bol miktarda bulunmuştur. Aslan ve Uygun (2005), Kahramanmaraş-Pazarcık yöresinde zararlıyı kavaklar üzerinden elde etmiştir. Kavak ağaçları dışında zararlı Doğu Akdeniz Bölgesinde marul ekim alanlarında kaydedilmiştir (Sangün, 2010). Toper vd. (2008), bu türü Bartın-Karaköy çevresinde *P. x euroamericana* üzerinde tespit etmiştir.

Pemphigus (Pemphigus) gairi Stroyan 1964

Tanınması

İngiltere'de Stroyan (1964) tarafından tanımlanmış olan *P. gairi* holosiklik ve heteroecious bir türdür.

Biyolojisi

Fundatriksler nisan ayı sonlarında oluşmaktadır. Erginleri 1,5 ay boyunca yaşamaktadır (Urban, 2004).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Ana konukçusu *P. nigra*'dır. Ağacın yapraklarında gallerin oluşumuna neden olur (Urban, 2004).

Zararlı, çalışmamız boyunca *P. nigra* ağaçlarının yapraklarının ana damarları boyunca oluşturduğu galler sayesinde bulunmuştur. Mayıs 2013'de Isparta-Eğirdir yöresinde kavaklıklarda tespit edilmiştir.

Pemphigus (Pemphigus) immunis Buckton 1896

Tanınması

Galler oldukça büyüktür (çapları 4 cm'ye kadar çıkar), ceviz benzer şekilde tekstürlü yüzeye sahiptir. İnce çepçerlidir, tepe şeklinde açılır. Fundatrixler yeşilimsi mavi renktedir (Blackman ve Eastop, 1984).

Biyolojisi

Kanatlılar nisan sonu ile ağustos başında çıkarlar. Tek yıllık *Euphorbia* spp. köklerinde koloni oluştururlar (Blackman ve Eastop, 1984). İstanbul Bahçeköy'de haziran ayının başında galler toplanmıştır (Çanakçıoğlu, 1975).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Populus nigra, *P. euphratica*, *P. italica*, *P. alba*, *P. pyramidalis* ve daha az yaygın olarak *P. ciliata*'da ince dal ve sürgünler üzerinde bulunur (Blackman ve Eastop, 1984).

Ülkemizde ilk olarak *P. nigra* üzerinde İstanbul-Bahçeköy'de tespit edilmiştir (Acatay, 1943). İstanbul,

Denizli, Tavşanlı, Dinar, Beyşehir, Tarsus, Ankara'da bulunmuştur (Çanakçıoğlu, 1975). *P. alba* üzerinde İçel-Söğütözü ve Kozlar, Niğde-Maden, Adana-Hamidiye, Adana-Alpu, Hatay-Erzin'de bulunmuştur (Toros vd., 2002). *P. immunis* Ankara Atatürk Ormanı'nda çeşitli kavak türlerinde saptanmıştır (Özkazanç ve Yücel, 1985). Bu türün galleri Bartın-Ağdacı Köyü'nde yaşlı bir *Populus x euramericana* ağacının dallarında bulunmuştur. Bazı gallerin açılmış olduğu saptanmıştır (Çanakçıoğlu ve Toper, 1999). Konya ilinde Selçuklu, Karatay, Meram, Ilgın, Seydişehir, Beyşehir, Sarayönü, Çumra, Akşehir, Doğanhisar, Derbent, Hüyük, Ereğli ve Karapınar ilçelerinde tespit edilmiştir (Uysal vd., 2006). Avrupa, Kuzey Afrika, Asya'nın ortasında ve güney batısında, Pakistan, Mısır, İsrail, Hindistan'ın kuzeybatısında ve Çin'de yaygındır (Blackman ve Eastop, 1984).

Arazi çalışmalarında gallerin karakavakların dallarda ve sürgünlerde oluştuğu görülmüştür. Gallerin bazen açıldığı ve karıncalar tarafından ziyaret edildikleri gözlenmiştir.

Uysal vd. (2006), Konya ilinde *P. immunis*'in konukçuları olarak *P. nigra*, *P. canadensis* ve *Populus* sp. belirlemişlerdir. Kavak dallarında oldukça yuvarlak, kabuklu ceviz benzeri galler olduğunu ve ildeki yaygın türlerden biri olduğunu tespit etmişlerdir.

Pemphigus (Pemphigus) protospirae Lichtenstein 1885

Tanınması

Galleri düzgün, pürüzsüz, parlak yeşil kırmızımsı benekli yapıdadır. Yaprak sapının kıvrılarak yassılaştırılmasına şişmesine neden olur. *P. spyrothecae*'nin belirtilerine benzer belirtiler oluşur, fakat genellikle daha ince ve daha spiraldir (Blackman ve Eastop, 1984).

Biyolojisi

Heterocios'dur, kanatlılar Mayıs sonu Haziran başında gali terk ederler. Aquatik umbellifera bitkilerin yaprakların ayalarında koloni oluştururlar (Blackman ve Eastop, 1984). Bartın-Amasra'da Haziran ayında *Populus nigra* ağaçlarının yaprak saplarında spiral gallerine rastlanmıştır. 2 ve 3 devirli galleri bulunmakta idi. Fundatrix ve nimfleri gallerin içinde idi (Çanakçıoğlu ve Toper, 1999).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Avrupa, Batı Sibirya, Orta Asya, Orta Doğu ve Irak'ta tespit edildiği bildirilmiştir (Blackman ve Eastop, 1984). Türkiye'de Afyon, Çorum, Ankara, İstanbul, İzmir, Antalya ve Bartın'da tespit edilmiştir (Çanakçıoğlu, 1967 ; 1975). Bu tür Selçuklu, Karatay, Meram ve Çumra ilçelerinde tespit edilmiştir (Uysal vd., 2006).

Avrupa ve Orta Asya'da yaygın olan bu tür *P. nigra*, *P. alba* ve *P. italica* üzerinde yaşamakta ve sekonder konukçu olarak Graminae köklerine gitmektedir (Sekendiz, 1974). *P. protospirae* Ankara'da karakavaklar üzerinde bulunmuştur (Özkazanç ve Yücel, 1985).

Isparta ilinde *P. protospirae* gallerine karakavaklar üzerinde yoğun şekilde rastlanmıştır. Yaprak saplarında yassılaştırma meydana gelmiştir. Galler spiral ve benekli görünümündedir. Gallerin içerisinde fundatrixler ve pamuğumsu salgının içinde yavru aphidler görülmüştür.

Sekendiz (1974), Afyon-Gecek'te (1000 m) *P. nigra* yaprak saplarında bu aphidin gallerini tespit etmiş ve yaprak saplarında yassılaştırma ve 2 cm boyunda iki defa kıvrılmış burkulmaların meydana geldiğini ifade etmiştir. Uysal vd. (2006), Konya ilinde *P. nigra* üzerinde, yaprak saplarında düzgün, parlak ve kırmızı benekli yeşil renkli spiral galler oluşturduğunu tespit etmiştir.

Pemphigus (Pemphiginus) populi Couchet 1879

Tanınması

Siyah renkli fundatrix'leri ortalama 2,8 mm boyundadır (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Yaprığın orta damarı üzerinde değişik yerlerde ve 4-5 tanesi birarada bulunan galler, yaprığın orta damarla ayrılan iki yarısından sadece biri üzerinde bulunmaktadır (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Edirne, Bursa ve Gerede'de *P. nigra* yapraklarında tespit edilmiştir (Sekendiz, 1974). *P. populi* Konya ili Selçuklu, Meram ve Beyşehir ilçelerinden toplanmıştır (Uysal vd., 2006)

Uysal vd. (2006), Konya ilinde yaptıkları çalışmalarında *P. nigra* üzerinde tespit ettikleri *P. populi*'nin oluşturduğu gallerin yaprak ana damarının küre şeklinde dışa doğru büyümesiyle oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Isparta ilinde yaptığımız çalışmalarda çok yaygın olmamakla birlikte *P. nigra*'lar üzerinde zararlı tespit edilmiştir. Galler en fazla fındık büyüklüğündedir.

Pemphigus (Pemphigus) spyrothecae Passerini 1860

Tanınması

Galleri yeşil, kırmızımtırak veya sarımsı, pürüzsüz, kalınlaşan, yassılaştırma ve *P. nigra*'nın yaprak sapında spiral bir şekilde kıvrılan yapıdadırlar. Fundatrixler mat yeşil renktedir (Blackman ve Eastop, 1984). Yaprak sapında meydana getirdikleri spiral galler 30 mm boyunda ve 12 mm genişliğindedir (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Kanatlı seksuparlar Ağustos-Ekim arasında çıkış yaparlar. Ağacın kabuğu üzerinde seksüelleri oluştururlar. Fundatrixler Haziranın ilk haftasında oluşmaktadır. Yazın ilk yarısı boyunca yaklaşık 50 döl vermekteler. Kanatlı bireyler gallerin içerisinde Ağustos ayı başında oluşmaya başlar (Urban, 2002).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Avrupa'da, Kuzey Afrika'da (Tunus), Sibirya'nın batısında ve Kanada'nın batı kısmında geniş bir şekilde yayılmıştır (Blackman ve Eastop, 1994).

Ülkemizde *P. spyrothecae* Edirne, Bursa, Ankara, İstanbul, Antalya, Niğde, Van, Osmaniye ve Gaziantep

illerinde kayıtlıdır (Sekendiz, 1974). Konya ili Selçuklu, Karatay, Meram, Çumra, Doğanhisar, Ilgın ilçelerinde tespit edilmiştir (Uysal vd., 2006). *P. nigra*, *P. beroliensis*, *P. italica*, *P. pyramidalis*, *P. trichocarpa*, *P. canadensis* konukçularıdır. Ankara, Kaş-Gömbe, İstanbul-Büyükdere'de *P. nigra* var. *pyramidalis* üzerinde bulunduğu bildirilmiştir (Çanakçıoğlu, 1975). *P. nigra* üzerinde İstanbul-Bahçeköy'de tespit edilmiştir (Acatay, 1959).

Isparta Merkez ve Atabey yolu üzerindeki karakavaklarda yaprakların saplarında oldukça yoğun şekilde zarar tespit edilmiştir.

Uysal vd. (2006), Konya ilinde yaptıkları çalışmalarda *P. nigra* ve *Populus* sp.'nin yaprak saplarında zarar yaptığını tespit etmiş ve yaygın bir tür olduğunu belirtmişlerdir. Uğur vd. (2006), ağustos ayı başında gallerin büyük kısmında bir yırtık veya oval bir giriş deliği açıldığı ve kapalı kalan galler içindeki tüm aphidlerin öldüklerini tespit etmişlerdir.

Pemphigus (Pemphigus) vesicarius Passerini 1862

Tanınması

Galleri yaprağın alt tarafında orta damar boyunca bulunur. Düzensiz soluk yeşil yapıdadırlar. Çok sayıda boru şeklinde büyüyerek gelişirler. Çapları 4 cm'den fazladır (Blackman ve Eastop, 1984).

Biyolojisi

Nisan-mayıs aylarında galler gelişir. Kanatlı bireyler gallerdeki silindirik uzantıların uçlarında açtıkları deliklerden çıkarak galleri terk etmektedirler (Blackman ve Eastop, 1984).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

P. nigra, *P. alba*, *P. suaveolens* konukçularıdır. Ülkemizde ilk kez Ankara'da bulunmuştur. Acatay (1959), tarafından bildirildiğine göre; Denizli, Eskişehir, Dinar'da tespit edilmiştir (Çanakçıoğlu, 1975). Konya ilinde, Selçuklu, Karatay, Meram, Seydişehir, Beyşehir, Sarayönü, Çumra, Doğanhisar, Ereğli ve Kadınhanı ilçelerinde tespit edilmiştir (Uysal vd., 2006). Fransa, İtalya, Cezayir, İran, Irak, Orta Asya, Avrupa'nın güneyinde, Asya'nın merkezinde ve güney batısında bulunmaktadır (Blackman ve Eastop, 1984).

Isparta ilinde *P. vesicarius* Gelendost, Eğirdir, Atabey ilçelerinde *Populus nigra*'lar üzerinde bol miktarda görülmüştür. Boz yeşil renkte ve ceviz içine benzer görünümündedir. Çok sayıda borucuklardan oluşmuştur.

Uysal vd. (2006), Konya ilinde *P. vesicarius*'un konukçusu olarak *P. nigra*'yı belirlemiştir.

3.3. *Takım: COLEOPTERA*

Familya: Melolonthidae

Melolontha melolontha (Linnaeus 1758)

Tanınması

Erginleri oval, şişkin vücutlu, kahverengidir. Bacaklar ve anten kırmızımsı renkte, anten topuzu erkeklerde daha büyüktür ve yedi yapraklıdır, dişininki ise altı yapraklıdır. Vücudun alt kısmı beyaz ince sık tüylerle kaplıdır. Göğüs ve karın halkaları, siyahımsı halkalar halinde belirgindir. Erginlerin boyları 25-30 mm'dir (Çanakçıoğlu, 1993).

Biyolojisi

Erginler nisan-mayıs aylarında, özellikle alacakaranlıkta uçarlar. 10-15 gün beslendikten sonra dişiler yumurta bırakmaya başlar. Her bir dişi yaklaşık 20 yumurtayı yumuşak toprağa bırakır ve yumurtalar 4-6 haftada gelişir. Larvalar haziran veya temmuz sonunda çıkar ve hemen köklerde beslenmeye başlar. İkinci yıl nisan ayı ortalarında yüzeye çıkarak beslenirler, oldukça oburdurlar. Ekim ayında ikinci hibernasyon dönemi başlar. Üçüncü yıl temmuz ayına kadar yüzeye yakın yerlerde beslenirler. Daha sonra derinlere inerek pupa olurlar. Ağustos ayında ergin olup çıkarlar, fakat gelecek yılın bahar ayına kadar hareketsiz kalırlar (Güler ve Can, 1994).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Ergin bireyler fidan ve ağaçların yapraklarını yer, kitle üremesi olduğu yıllarda özellikle fidanlar için tehlikelidir (Güler vd., 1994). İstanbul, Adapazarı, Trabzon, Sinop, Eskişehir, İzmit, Bursa, Manisa, Erzurum, Antalya'da tespit edilmiştir (Lodos, 1998). Chararas (1972) tarafından, İsveç'in güney kısımları dâhil Avrupa'nın büyük kısmı ile Kafkaslar'da bulunduğu bildirilmiştir (Özay, 1997).

M. melolontha'nın fidan köklerini tamamen kemirerek yoğun zarar yaptığı tespit edilmiştir. 22 Haziran 2011 tarihinde toprakta bol miktarda larva ve pupa bulunmuştur. Ağustos ayında Orma A.Ş kavak fidanlığında erginleri toplanmıştır. Erginlerin tüm kavak türlerinde yaprakları yemek suretiyle zarar yaptığı görülmüştür.

Uğur vd. (2006), zararının larvalarının köklerde beslendiklerini tespit etmişlerdir. Tunçbilek (1996), larvaların kökleri kemirdiklerinden bazı fidanların solmuş ve kurumuş olduklarını gözlemlemiştir. Yaptığı incelemede zarar gören fidanların köklerinin tamamen kemirildiğinden kolayca söküldüklerini belirtmiştir.

Polyphylla (Polyphylla) fullo (Linnaeus 1758)

Tanınması

25-40 mm büyüklüğünde olan erginleri koyu kırmızı kahverengi veya siyah zemin üzerine yer yer beyaz renkli kıllarla kaplı olduğundan beyaz desenli olarak görünür. Anten topuzu erkelerde gayet iri ve 7 yapraktan, dişilerde ise küçük ve 5 yapraktan oluşur (Tunçbilek, 1996). Larva başı esmer, vücudu sarımsı beyaz renkli ve "C" şeklinde

kırıktır, olgun halde boyları 60 mm'ye kadar ulaşır (Çanakçıoğlu, 1993).

Biyolojisi

Erginleri orman ağaç ve ağaççıklarının taze sürgünlerini yer. Dişiler yumurtalarını ağaçların dip kısımlarına, kumlu toprağa bırakırlar. Bir dişi ortalama 30 adet yumurta bırakmaktadır ve yumurtanın açılması bir ay sürmektedir. Larvalar çıktıktan sonra köklerde beslenirler. Kışı toprakta geçirirler. Pupa dönemi de bir ay sürmektedir. Larva üç yıl kışı toprak altında geçirdikten sonra, 3. yılın baharında mayıs ayında pupa olurlar (Çanakçıoğlu, 1993).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Polifag bir zararlıdır, larvaları özellikle bağ alanlarında ve çamlarda zarar yapar. Türkiye'de hemen her yerde mevcuttur (Sekendiz, 1974). Avrupa'nın büyük kısmı, Kuzey Afrika, Kafkasya, Altaylar, Mançurya, Suriye, Lübnan, İsrail'de özellikle kumlu topraklarda bulunur (Özay, 1997).

Çalışmamızda 13 Temmuz 2011 tarihinde kök çevresinde *P. fullo* erginleri bulunmuştur. 2011 yılı içerisinde eylül ayında yapılan arazi çalışmalarında böceğin yoğun larva zararlarına rastlanmıştır. Larvaların kökleri tamamen keserek kemirmek suretiyle zarar yaptığı görülmüştür. Özellikle bir parselin tamamının köklerine arız olduğu için tüm bireylerin kuruduğu saptanmıştır. 22 Haziran 2011 tarihinde kuruyan fidanları söktüğümüzde köklerinin kesilmiş olduğu görülmüş ve bir kazma yardımıyla kazıldığında köklerdeki larvalar bulunmuştur. Yine aynı tarihte zararlı toprak altında pupa olarak tespit edilmiştir. 14 Nisan 2012 tarihinde Orma A.Ş fidanlığında geçen yıl tamamı kuruyan parselde yapılan arazinin toprak işlenmesi sırasında, çok fazla sayıda farklı dönemlere ait larvalar toplanmıştır. 25 Mayıs 2012 tarihinde aynı alanda larvalar bulunmuş ve yoğun kuruma görülmüştür. Sürüm yapıldığı sırada bölgedeki Küçük Karga (*Corvus monedula*)'ların ve Saksığan (*Pica pica*)'ların larvalar toprağın yüzeyine çıktığı anda toplayıp beslendikleri gözlemlenmiştir. 06 Temmuz-12 Temmuz 2012 tarihlerinde yine çoğunlukla ergin bireyler görülmüştür. Türün tüm kavak türlerinde zarar yaptığı belirlenmiştir.

Uğur vd. (2006), çalışmalarında erginlerin haziran ortasından temmuz ortasına kadar çıkış yaptıklarını, beslendiklerini ve yumurta bıraktıklarını gözlemlenmişlerdir.

Familiya: Rutelidae

Anomala osmanlis Blanchard 1850

Tanınması

Erginleri 1,4-1,7 mm uzunluğunda, olgun yapılı, parlak madeni yeşil renkli olan böceklerin gövdelerinin alt kısımlarını ve bacakları mat siyah renklidir (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Erginleri mayıs ayı sonundan temmuz ayı ortalarına kadar görülür (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Türkiye'de Adana, Hatay, İçel, Kahramanmaraş, Osmaniye, Zonguldak yörelerinde tespit edilmiştir. *P. x. euroamericana*'lar üzerinde yoğun tasallutu görülmüştür. *Platanus orientalis*, *Salix* sp., *Vitis vinifera* türlerinde de zarar yapar. Erginleri topluca bazı gövdelerin tepe yapraklarında yiyim yapar. Yaprakların sadece damarları kalacak şekilde yemekte ve bir ağacı tamamen tahrip ettikten sonra yine topluca ikinci bir ağaca gitmektedirler (Sekendiz, 1974).

02 Temmuz 2012 tarihinde Orma A.Ş kavak fidanlığında yapılan arazi çalışması sırasında melez kavakların yapraklarında *A. osmanlis*'in ergin bireyleri bulunmuştur.

Familiya: Buprestidae

Trachypteris picta (Pallas 1773)

Tanınması

Erginleri 10-14 mm büyüklüğünde, vücutları esmer bakır renginde ve madeni parlaklıktadır. Kanat örtülerinin her birinde değişebilen adette, fakat en çok sekizer tane ufak altın sarısı lekeler bulunur (Tunçbilek, 1996).

Biyolojisi

Uçma zamanı mayıs sonu-ağustos dönemine rastlayan bu böcek yılda bir döl verir. Gövdelerin 2-2,5 metre yüksekliğe kadar olan kısımlarındaki kabuk çatlaklarına bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar hızla kabuğu delerek kabuk altına girip, kambiyumda yollar açarlar, daha sonra odun dokusuna girerler. Burada kışı geçirirler, ikinci yılın ilkbaharında pupa olurlar ve daha sonra erginler çıkar. Erginler yaprak, yaprak sapı ve tomurcukları kemirerek zarar verirler (Yıldız, 1977). Erginler yumurtalarını kabuklara teker teker bırakır. Kışlama odun içinde gerçekleşir (Tillessse vd., 2008).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

P. alba, *P. nigra*, *P. pyramidalis* ve *Salix*'te zararı belirlenmiştir (Lodos ve Tezcan, 1995). İran, Türkistan, Çin ve Yunanistan'da bulunduğu bildirilmiştir (Chararas, 1972; Avtziş ve Avtziş, 2001). Tür Akdeniz ikliminin etkisi altında olan yerlerde yaygındır. Orta Doğu, Bulgaristan, İspanya, Fransa, İtalya, Pakistan ve Portekiz'de yayılış yapmaktadır (Tillessse vd., 2008). Ülkemizde ise Zonguldak civarı ile Doğu Karadeniz sahil şeridi dışında bütün Anadolu ve Trakya'da rastlanılmaktadır (Yıldız, 1977).

Yeni tesis edilmiş ve iyi bakılmayan kavak ağaçlandırmalarında çok zararlıdır. Kabuk altında ve kambiyumda açtığı yollar sebebiyle bitki özsuyunun dolaşmasına engel olarak ağacın zayıflamasına sebep olur. Odunda yaptığı yiyimle odunun kerestelik vasfını düşürür (Sekendiz, 1974). Fizyolojik olarak stres altındaki ağaçlara daha çok saldırır. Özellikle su stresi ve uygun olmayan yerlerde yapılan dikimler saldırıyı artırır (Tillessse vd., 2008).

Araştırmamızda mayıs sonu - haziran başında Aşağıgökdere'de ve 3 Mayıs 2012 tarihinde Eğirdir'de

erginleri bulunmuştur. Kış döneminde yapılan çalışmalarda melez kavaklarda larvaların odunda galeri açmak suretiyle beslendikleri ve rüzgârlı havalarda larvanın zarar yaptığı yerlerden dalların ve ince gövdelerin kırıldığı görülmüştür.

Uğur vd. (2006), çalışmalarında larvaların kavak ağaçlarının odun dokusunda galeriler açarak beslendiklerini tespit etmişlerdir.

Familya: Cerambycidae

Saperda populnea (Linnaeus 1758)

Tanınması

Vücudu silindirik şeklinde, 10-15 mm büyüklüğündedir. Vücut üzeri yeşilimsi gri renkte ince, seyrek tüylerle örtülüdür. Kanat örtülerinin her biri üzerinde sarı renkli sık kıllar bulunan yuvarlak 3-5 leke bulunur (Tunçbilek, 1996).

Biyolojisi

Ergin uçuşu nisan sonu, mayıs-haziran aylarını kapsar. Erginlerin ömrü 7-8 gün kadardır. *S. populnea*'nın yurdumuz şartlarında iki senelik bir generasyonu vardır. Arazi şartlarında uçuş zamanı nisan sonu, mayıs ve haziranı kapsamaktadır (Yıldız, 1975).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Genç fidanlarda ana sürgüne arız olarak yukarı kısımlarını kurutur. Böcek tercihen 1-2 cm kalınlığındaki titrek kavak, kavak ve söğüt dallarında veya 2-6 cm gövdelere arız olmaktadır (Yıldız, 1975). Türkiye'de İstanbul, İzmit, Bursa, Denizli, Beyşehir, Manisa, Ayancık yöresi, Marmara Bölgesi ile Samsun civarında tespit edilmiştir (Acatay, 1959).

Aşağıgökdere'de ve Orma A.Ş.'de melez kavak türüyle tesis edilen sahalarda genç bireylerde kurumaya yol açtığı görülmüştür. 27 Mayıs 2011 tarihinde odunda pupalar bulunmuştur. 3 Haziran 2011 tarihinde ergin bireylere rastlanmıştır. Kasım ayında ise odunda yaptığı zararlar tespit edilmiş ve larvalar bulunmuştur. Odunda şişkinlik ve dışarıya attığı ögüntülerle larvaların beslendiği anlaşılmaktadır. Odunda larva mevcut ise o bölgede dalların veya genç ağaçlarda gövdelerin kolaylıkla kırıldığı tespit edilmiştir. Aşağıgökdere ve Orma A.Ş.'de fidanlara arız olan böcek sonucu, rüzgârla kırılma ve kurumaya rastlanılmıştır. 6 Nisan 2012'de odunda bol miktarda larva toplanmıştır. 9 Nisan 2012 tarihinde larvalardan pupa oluşumu gözlenmiştir. Tunçbilek (1996), Behiçbey Orman Fidanlığında *S. populnea*'nın gövdede şişkinler yaptığını, kestiğinde özodun içinde larvaların bulunduğunu ve zararının kış larva döneminde geçirdiğini tespit etmiştir.

Familya: Chrysomelidae

Altica tamaricis Schrank 1785

Tanınması

Erginleri 3,8-5,2 mm arasında ve yeşil renklidir (Aslan vd.,1999).

Biyolojisi

Erginler doğada mayıs-haziran aylarında görülür. Larvaları oligofag olup kavak ve söğüt türlerinde beslenirler (Aslan vd.,1999).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Konukçuları *Tamarix*, *Myricaria*, *Hippophae*, *Salix* ve *Populus*'tur. Türkiye'de İstanbul, Edirne, Trabzon, Ordu, Rize, Çayeli, Adana, Erzurum'da tespit edilmiştir. Dünya'da ise bütün Avrupa, Rusya, Afganistan, Moğolistan, Çin, Japonya, Irak ve Suriye' de rastlanmıştır (Aslan vd., 1999).

Araştırmamızda Aşağıgökdere'de 28 Nisan 2011 tarihinde erginler bulunmuştur. Toplanan bireyler laboratuvara getirilerek beslenmiştir. Erginlerin 2 Mayıs'ta yumurta bıraktığı görülmüştür. 10 Mayıs 2011 tarihinde yumurtalardan larvalar çıkmıştır. 26 Mayıs 2011 tarihinde ilk gelen erginler yumurta bırakıp ölmüştür. 15 Haziran'da ise Aşağıgökdere'de melez kavak yapraklarında erginler görülmüştür. Böceğin erginlerinin yoğun olduğu ve yapraklarda oldukça fazla kayba sebep olduğu tespit edilmiştir.

Chrysomela (Chrysomela) populi Linnaeus 1758

Tanınması

Erginler 8-14 mm büyüklükte, yarım küre veya elips şeklindedir. Başı ve boyun kalkanı siyahımsı veya yeşilimsi mavimsi renkte ve madeni parlaklıktadır. Tuğla kırmızısı renginde olan kanatların ucunda siyah birer nokta mevcuttur (Çanakçıoğlu, 1993). Yumurtaları portakal kırmızısı renkte ve oval yapılıdır. Larvalar kirli-beyaz renkli olup 14-16 mm boya ulaşabilirler (Zeki ve Toros, 1992). Tillesse vd. (2008), erginlerinin 6-12 mm arasında ve elytralarının metalik parlak kırmızı olduğunu bildirmektedir.

Biyolojisi

Bu böceğin erginleri, kışı toprakta ve ot vs. arasında saklanarak geçirir. Baharda yeni sürgün ve taze yapraklar üzerine geçerek beslenir ve yaprakların alt yüzüne yumurta bırakırlar. 7-15 gün sonra çıkan larvalar önceleri siyah renkli olup yaprakların önce taze kısımlarını yerken, ileri dönemlerde yedikleri yaprakların sadece damarları kalır. 20-25 günlük bir beslenme devresinden sonra olgunlaşan larva, yaprakların alt yüzünde pupa olur ve bir hafta sonra ergin çıkar. Hava şartlarına göre daha sonra 3 veya daha fazla sayıda nesiller oluşur. En son neslin erginleri, yaprak dökümüne kadar yapraklarda beslenir ve sonra kışlama yerlerine çekilirler. Bir ağacın üzerinde bu böceğin hem ergin, hem yumurta, hem de larvalarına aynı anda rastlamak mümkündür (Sekendiz, 1974). Ergin dişiler 15-65 arasında yumurta bırakır (Tillesse vd., 2008).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Zeki ve Toros (1992), *C. populi* için *P. x. euroamericana*'nın en duyarlı, *P. alba*'nın ise en dayanıklı tür olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye'de Aydın, Bilecik, İstanbul, İzmit, Bursa, Denizli, Trabzon, Sarıkamış, İzmir, Kastamonu, Sinop,

Kars, Bitlis, Adapazarı, Balıkesir, Çanakkale, Bolu, Kırklareli, Edirne, Zonguldak civarında tespit edilmiştir (Sekendiz, 1974; Aslan, 1997). Della-Beffa (1961) ve Chararas (1972) tarafından, Avrupa, Kuzey Afrika, Asya, Japonya'da yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir. Kavak ağaçlarında tespit edilen larvaların yaprakları yiyerek sadece damarlarını bıraktıkları gözlenmiştir (Özay, 1997). Bartın-Safranbolu yolunda genç bir *Populus* türü üzerinde yapraklarda beslenirken saptanmıştır (Çanakçıoğlu ve Toper, 1999).

Çalışmamızda *C. populi* erginleri 28 Nisan 2011 tarihinde Aşağıgökdere'de) melez kavak ve karakavaklarda görülmüştür. Toplanan erginler laboratuvara getirilerek taze kavak yapraklarıyla beslenmiştir. Erginlerin 2 Mayıs 2011 tarihinde yumurta bıraktıkları, 10 Mayıs 2011'de ise larvaların çıktığı gözlenmiştir. 22 Temmuz 2011 tarihinde Yalvaç ilçesi İleği köyü Özel Ağaçlandırma Sahasında yaprakta yumurta ve erginler tespit edilmiştir. Bazı kavak ağaçlarında, aynı ağaç üzerinde *C. populi*'nin ergin, larva ve yumurta paketlerine bir arada rastlanmıştır. 09 Temmuz 2012 tarihinde Orma A.Ş kavak fidanlığında larva ve ergin halde bulunarak toplanmıştır. 12 Temmuz 2012 tarihinde larvalar pupa olmuştur. 14 Temmuz 2012 tarihinde pupalardan ergin çıkışı olduğu kaydedilmiştir. Taze kavak yapraklarıyla beslenen erginler 17 Temmuz 2012 de oldukça fazla sayıda yumurta bırakmıştır. 16 Temmuz 2012 tarihinde Orma A.Ş'de larva ve pupalar birarada görülmüştür. Zararının oldukça yaygın olmasına rağmen ağaçlarda ciddi kayıplara yol açmadığı tespit edilmiştir.

Kanat (2000), Kahramanmaraş yöresinde erginlerine kış aylarında rastladığını bildirmiştir. Kolaş (2007), Konya ilinde yaptığı çalışmada, özellikle bazı küçük boyulu kavak ağaçlarında, aynı ağaç üzerinde *C. populi*'nin ergin, larva ve yumurta paketlerine bir arada rastladığını belirtmiştir.

Zeugophora flavicollis (Marsham 1802)

Tanınması

Erginleri 2,5-3,5 mm büyüklüktedir. Elytrası siyah, pronotumu turuncu-sarı renktedir.

Biyolojisi

Yılda iki nesil veren türün dişileri yumurtalarını yapraklara bırakır. Larvaları yaprakların epidermisi altında galeri açarak beslenir. Larvalar galerilerin içinde dökülmüş yapraklarda kışı geçirir (Csoka ve Szaboky, 2003).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Avrupa'da yaygın olarak birçok kavak türünde zarar yapmaktadır. Larvaları yapraklarda galeriler açmak suretiyle beslenmektedir. *P. tremula*, *P. canadensis* ve *S. caprea*'da yaygın olarak bulunmuştur. İran'da *P. nigra*'da yaygın bir zararlı olduğu bildirilmiştir (Kalantari vd., 2008).

Zararının larvaları melez kavak bireylerinde 01 Mayıs 2013 günü Eğirdir-Senirkent yolu boyunca ağaçlarının yapraklarında bulunmuştur. Larvalar yaprakların mezofil tabakasında beslenmekte ve epidermis kalacak şekilde zararını sürdürmektedir. Larvaları açık yeşil renkte olup başları da açık kahverengindedir.

Familiya: Rhynchitidae

Byctiscus populi (Linnaeus 1758)

Tanınması

Erginleri 4-5 mm büyüklüğünde üstte parlak yeşil, altta koyu mavi renkli, anten ve ayakları mavi-siyahdır. Erkeklerin ön göğsünün yanlarında iki diken bulunur (Sekendiz, 1974; Tillesse vd., 2008).

Biyolojisi

Kışı toprak içinde geçirdikten sonra mayıs ayında dışarıya çıkan erginleri yaprak ve tomurcuklarla beslenirler. Dişi ana damarına paralel olarak sigara gibi sardığı yaprağın içine, ana ve yan damarlara sıra halinde 1-5 adet yarı saydam, beyaz renkli yumurta koyar. Bundan sonra büküldüğü yaprağın üzerine 1-5 kadar yaprak sararak tamamlar. Yaprak saplarından kıvrılarak aşağıya doğru sarkan oluşum 20-25 gün kadar yeşil renklerini muhafaza ederler (Hoffman, 1958). Erginleri mayıs ayı başından itibaren topraktan çıkarlar. Ana damarına paralel olarak sardıkları bir yaprağın içine yumurtalarını bırakırlar (Sekendiz, 1974). Yumurta dönemi 6-12 gün sürer. Erginleri ağustos ayında çıkar (Tillesse vd., 2008).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Bütün Avrupa ve Asya'da Sibirya'dan Amur Deltasına kadar yaygındır. Polifag olan tür özellikle *P. tremula*, *P. alba*, *Betula alba* ile muhtelif söğüt türlerine arız olmaktadır (Hoffman, 1958; Tillesse vd., 2008).

Yaptığımız gözlemlerde 2012 yılı nisan ayı sonunda melez kavak yapraklarında zararı saptanmıştır. Çalışmalarımızın devamında mayıs ayında erginler yapraklar üzerinde bulunmuştur. Isparta yöresinde çok yaygın ve ciddi bir zararının olmadığı tespit edilmiştir.

Sekendiz (1974), Trakya ve Marmara Bölgelerinde erginlerin mayıs başında görüldüğünü belirtmiştir.

3.4. Takım: LEPIDOPTERA

Familiya: Gracillariidae

Phyllonorycter populifoliella (Treitschke 1833)

Tanınması

Erginlerin gerilmiş ön kanat uçları arasındaki mesafe 6-8 mm olan, küçük, narin yapılı kelebeklerdir. Gövdeleri parlak, gümüş beyazlığındadır. Ön kanatlarında beyaz ve kahverengi yumuşak kıl demetlerinden meydana gelmiş dama tahtası tarzında desenler vardır (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Pupa yaprağın içinde alt epidermisen hemen altında olmaktadır. Erginler pupadan çıkarken yaprağın alt epidermisinden yarı yarıya dışarı çıkan pupa gömlekleri, kelebek uçtuktan sonra da yaprak üzerinde kalır (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

P. populifoliella Almanya, İtalya ve Fransa gibi Avrupa ülkeleri ile Kanada'da yayılmıştır. Ülkemizde Güney, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Marmara Bölgelerinde bulunduğu tespit edilmiştir (Sekendiz, 1974).

Zararlı Eğirdir yolu üzerindeki karakavaklar üzerinde ağustos ve eylül aylarında yaprakların alt yüzeyinde görülmüştür.

Phyllocnistis unipunctella (Stephens 1834)

Tanınması

Narin yapılı ve parlak gümüş renğinde olan bu kelebeğin gerilmiş ön kanat uçları arasındaki mesafe 6-7 mm'dir. Tırtılları yassı, ayaksız beyaz renkli ve 5-6 mm büyüklüğünde olup kavak yapraklarının epidermisi altında yaşarlar (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Erginleri temmuzdan eylül ayına kadar görülür. Larvaları kavak yapraklarında galeriler açarak beslenir. Larvalar yaprakların kenarlarında pupa olurlar. *P. unipunctella* hava hallerine bağlı olarak yılda birden fazla generasyon verebilmektedir. Kışı krizalit olarak güzün düşen yapraklarda geçirmektedir (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

P. nigra ve *P. euroamericana* klonlarına arız olan bu küçük kelebek Grandi (1951), Hering (1957) ve Della Beffa (1961)'in bildirdiğine göre bütün Avrupa'da yayılış göstermektedir.

13 Temmuz 2011 tarihinde Orma A.Ş melez kavak fidanlığında yapraklarda yoğun şekilde larva olarak bulunmuştur. 04 Ağustos 2011 tarihinde aynı alanda yapraklarda larva halinde tespit edilmiştir. Beyaz renkli ve 4-5 mm büyüklüğünde olan larvalar yaprakların epidermisi altında yerleşmiştir. Araziye toplanan yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek tül kafeslere konulmuştur. Larvalar 14 Ağustos 2011 tarihinde pupa olmuştur. Bir yıl sonra aynı alanda 02 Temmuz 2012 ve 09 Temmuz 2012 tarihlerinde yapılan çalışmada yapraklarda larva olarak bulunmuştur.

Familiya: Sesiidae

Paranthrene tabaniformis (Rottensburg 1775)

Tanınması

Ergin kelebek 24-32 mm kanat açıklığındadır. Ön kanatlar esmer kahverengi pullarla örtülü, arka kanatları saydamdır. Karın halkalarının arka kısmında 2-4 adet açık sarı renkte bant bulunur. Yumurta 1-2 mm büyüklüğünde, parlak siyah renkli oval bir tarafında hafifçe çukurluk vardır (Sekendiz, 1974, Tillesse vd., 2008). Olgun tırtıl 22-25 mm uzunluğunda beyazımsı sarı renkte, baş ve göğüs plağı esmer renklidir (Özay, 1992).

Biyolojisi

Yılda bir generasyonu vardır. Uçma zamanı mayıs-ağustos ayları arasındadır. Yumurtalarını kavak gövdeleri üzerindeki mekanik yaralar, budama yaraları ve kabuk çatlakları arasına teker teker bırakır. Ortalama 50-60 yumurta bıraktığı tespit edilmiştir (Sekendiz ve Yıldız, 1972). Yumurta bırakma yoğun olarak temmuz ve ağustos aylarında olmakla birlikte tüm yaz boyunca devam eder (Tillesse vd., 2008).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Schwenke (1978), tarafından bildirildiğine göre, *Populus*, *Salix*, ender olarak da *Quercus* türlerinde zarar yapmaktadır (Selek, 1998). Freina (1997), konukçularını *P. tremula*, *P. nigra*, *P. canadensis*, *P. alba*, *P. pyramidalis*, *P. argentea*, *P. italica*, *P. festigata*, *P. hickeliana*, *P. cordifolia* nadiren *Salix* türleri olarak bildirmiştir. Zararlı Orta ve Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Asya (özellikle Çin, Kuzey Hindistan ve Pakistan), Kanada, Rusya ve Finlandiya'da yayılış yapar. Özellikle fidanlık ve plantasyonlarda genç bireyleri tercih eder (Tillesse vd., 2008). Sekendiz ve Yıldız (1972), Türkiye'nin bütün bölgelerinde yaygın olarak bulunduğunu bildirmektedir. Schimitshek (1944) tarafından, Trakya ve Anadolu'nun bazı bölgelerinde, Bodenheimer (1958) tarafından, Amasya ve Ankara'da, Acatay (1959) tarafından, Belgrad Ormanı, Üsküdar, İzmit, Bursa, İnegöl, Dursunbey, Ankara, Eskişehir, Afyon, Dinar, Denizli, Eğirdir, Şarkıkaraağaç, Beyşehir, Konya-Ereğli yörelerinde bulunduğu belirlenmiştir.

Kışın yaptığımız çalışmalarda Isparta Eğirdir, Aşağıgökdere ve Orma A.Ş kavak fidanlığında, gövdede şişkinlik ve öğüntü görülen tüm genç odunlar zararın 10 cm altından ve 10 cm üstünden kesilerek laboratuvara getirilmiştir. Odunlar açılıp içerisindeki larvalar incelendiğinde farklı dönemlerde larvalar oldukları görülmüştür. 2012 yılında yapılan çalışmalarda kök boğazına yakın kısımlarda yoğun öğüntüler bulunan fidanlar incelenmiş ve *P. tabaniformis*'in larvaları ve zararının mevcut olduğu saptanmıştır. Zararının arız olduğu fidanların el ile çok kolay kırılılabildiği gibi kışın rüzgâr ve fırtınada zarar gördüğü yerden kırıldığı tespit edilmiştir.

Çalışmamızda nisan ayında odunda bulduğumuz esmer sarı renkte ve 17 mm boyunda pupalardan 1 Mayıs 2011 tarihinde ergin çıkışları olmuştur. Eğirdir yolu ve Aşağıgökdere'de haziran ve temmuz aylarında *P. tabaniformis* erginleri görülmüştür. Bölgede tüm kavak türlerinde yoğun olarak yayılış ve zararı görülmüştür. Genç gövdelerde öğüntü ve oyuntular görülmüştür. Cinsel çekici tuzaklar kullanılarak 2011 yılında farklı iki bölgede kelebek uçuş süreleri gözlemlenmiştir (Çizelge 1, 2, 3).

Çizelge 1. Aşağıgökdere'de *Paranthrene tabaniformis*'in delta tipi feromon tuzağında yakalanan birey sayıları ve tarihleri

Tarih	Ergin sayıları
27 Mayıs 2011	Tuzaklar asıldı
8 Haziran 2011	15
15 Haziran 2011	10
22 Haziran 2011	3
29 Haziran 2011	0
6 Temmuz 2011	0
12 Temmuz 2011	4

Çizelge 2. Aşağıgökdere'de *Paranthrene tabaniformis*'in funnel tuzağında yakalanan birey sayıları ve tarihleri

Tarih	Ergin sayıları
22 Haziran 2011	Tuzak asıldı
29 Haziran 2011	7
6 Temmuz 2011	5
12 Temmuz 2011	5
20 Temmuz 2011	2
27 Temmuz 2011	0

Çizelge 3. Isparta'da *Paranthrene tabaniformis*'in delta tipi feromon tuzağında yakalanan birey sayıları ve tarihleri

Tarih	Ergin sayıları
11 Haziran 2011	Tuzaklar asıldı
18 Haziran 2011	0
24 Haziran 2011	1
29 Haziran 2011	0
13 Temmuz 2011	5
18 Temmuz 2011	1
23 Temmuz 2011	2
28 Temmuz 2011	2
04 Ağustos 2011	3
10 Ağustos 2011	2
17 Ağustos 2011	1

Kelebek uçuş süresinin başlangıç ve bitiş süresi hava sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Yoğun çıkışlar daha düşük rakımlı Aşağıgökdere'de haziran ayı olarak kaydedilirken, daha yüksek rakıma sahip olan Isparta merkezde bu süre temmuz olarak kaydedilmiştir.

Özay (1992), larvanın galeri açtığı kısımda bitkinin bir reaksiyon olarak şişkinlik oluşturduğunu, bu şişkinliklerin üst kısmının çoğu zaman kurduğunu veya zayıflığından rüzgâr etkisiyle kırılabilceğini bildirmiştir.

Familya: Tortricidae

Archips crataegana (Hübner 1799)

Tanınması

Erkeklerin kanat açıklığı 20-21 mm, dişilerinki ise 23-24 mm kadardır. Ön kanatlarında zemin rengi erkeklerde daha açık, dişilerde ise daha koyu kahverengidir. Arka kanatları ise kahverengimsi gridir. Larvaları siyahımsı yeşil renkte ve uzunluğu 20-22 mm kadardır (Avcı, 1997).

Biyolojisi

Zararlı Marmara Bölgesi'nde *Crataegus* sp. ve *Q. robur* üzerinde tespit edilmiş olup türün yılda bir döl verdiği ve uçuş zamanının haziran ayı olduğu bildirilmiştir (Avcı, 1997). Eşeyssel dimorfizm görülen türün erginleri ışığa bolca gelmekte ve kışı yumurta döneminde geçirmektedir (Csaba ve György, 2010).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

A. crataegana tüm Avrupa, Kuzey Afrika, Transkafkasya'dan, Çin ve Japonya'ya kadar yayılış göstermektedir (Avcı, 1997).

Isparta yöresinde *A. crataegana* larvalarına melez kavaklarda 9 Mayıs 2012 tarihinde rastlanılmıştır. Laboratuvar ortamında tül kafeslerde taze kavak yapraklarıyla beslenen larvalar 18-20 Mayıs 2012 tarihinde pupa haline gelmiştir. 7 Haziran 2012 tarihinde pupalardan ilk ergin çıkışı olmuştur. *A. crataegana*'nın Isparta yöresinde yılda bir generasyon verdiği anlaşılmıştır.

Archips podana (Scopoli 1763)

Tanınması

Zararlımın kanat açıklığı erkeklerde 21-23 mm, dişilerde ise 25-27 mm kadardır. Erkeklerde ön kanatlar açık kestane kahverengi, dişilerde ise kırmızı kahverengidir. Arka kanatlar gri fakat apikalde portakal sarısı renktedir. Dişide ön kanatların zemin rengi morumsu kahverengi, desenler daha belirgin ve koyu kahverengi, ağ şeklindedir (Avcı, 1997).

Biyolojisi

Marmara Bölgesi koşullarında zararlımın uçuş zamanının haziran ayı başı olduğu, kışı larva döneminde geçirdiği ve yılda bir döl verdiği tespit edilmiştir (Avcı, 1997). Larvalar öncelikle bitkinin tomurcuklarında beslenmekte ve daha sonra yaprak ve çiçeklerde beslenmesine devam etmektedir (Csaba ve György, 2010).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Konukçuları arasında *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Malus*, *Picea*, *Pyrus*, *Populus* ve *Salix* gibi önemli orman ve meyve ağaçları vardır. *Archips* cinsinin en büyük keleşbeği olan *A. podana* Avrupa, Amerika, Doğu Sibirya ve Japonya'ya kadar oldukça geniş bir yayılış alanına sahiptir (Avcı, 1997).

Arazi çalışmalarımız sırasında melez kavaklarda 12 Mayıs 2012 tarihinde, birkaç yaprağı biraraya getirerek birleştirip bu yaprakların arasında kendisine barınak meydana getiren larvalara rastlanılmıştır. Larvaların özellikle yaprakların alt yüzlerini yiyerek zararlı olduğu dikkati çekmiştir. Tül kafeslerde beslemeye alınan larvalar 29-30 Mayıs 2012 tarihlerinde pupa olmuştur. Pupalardan koyu sarı-yeşil kahverengi olduğu görülmüştür. 12 Haziran 2012 tarihinde ilk ergin çıkışı gerçekleşmiştir. Uçuş zamanı haziran ayına rastlamakta ve kışı larva halinde geçirmektedir. *A. podana*'nın Isparta yöresinde yılda bir generasyon verdiği tespit edilmiştir.

Archips rosana (Linnaeus 1758)

Tanınması

Kanat açıklığı 15-17 mm'dir. Ön kanatlar kahverengi olup üzerinde kanadı enine kesen parlak, kenarları koyu renkli üç adet leke mevcuttur. Arka kanatlar esmer-gri renkli olup, portakal renkli saçakları vardır (Sarıkaya, 2001).

Biyolojisi

Ergin uçuşunun mayıs ayının sonundan temmuz ayının sonuna kadar olduğu belirlenmiştir (Sarıkaya, 2001). Bir ergin ortalama 100-150 yumurta bırakır. Yumurtalar 2-9 adetlik paketler halinde ağaç kabuğunun yumuşak yüzeyine bırakılır. Larva gelişimini 28-55 günde tamamlar. Genellikle uç kısımdaki tomurcuklara zarar verir. Pupa gelişimini 15-20 günde tamamlar (Uğur vd., 2006).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Türkiye’de 19 familyaya ait 42 bitki türü üzerinde tespit edilmiştir. Özellikle *Populus*, *Salix*, *Quercus*, *Alnus*, *Acer*, *Tilia*, *Betula*, *Fraxinus*, *Platanus* ve *Ulmus* gibi önemli orman ağaçlarında ve meyve ağaçları ile süs bitkilerinin yaprak, çiçek ve meyvelerinde zarar yapmaktadır.

Genç larvanın tomurcuklarda ve genç yapraklarda beslendikleri, yaprakları ipeksi ipliklerle birbirine yapıştırdıkları gözlenmiştir. Bunu takiben yaprakları sigara şeklinde kıvrıdıkları ve sadece damarları kalacak şekilde parankima dokusunda beslendikleri tespit edilmiştir.

Çalışmalarımız sırasında 27 Nisan 2012 tarihinde İslamköy civarında melez kavakların yaprakları üzerinde larvalar görülmüştür. 3 Mayıs 2012 tarihinde toplanarak laboratuvara getirilen larvalar tül kafeslerde beslenmeye başlanılmıştır. Larvalar 8 Mayıs 2012 tarihinde pupa olmuşlardır. Bu pupalardan 25 Mayıs 2012 tarihinde ilk ergin çıkışı gözlenmiştir. 8 Haziran 2012 günü Eğirdir’de larva ve pupalarına rastlanılmıştır. Isparta yöresinde *A. rosana* bir generasyon vermektedir. Pupa evresi 17-18 gün sürmektedir. Yumurtaların bırakılma zamanına, ağaç türüne ve hava şartlarına bağlı olarak larva, pupa ve erginler nisan-ğustos ayları arasında görülmektedir.

Uğur vd. (2006), Yeşilhisar ve Develi’de 5-7. aylarda larva ve pupa dönemlerini tespit etmişlerdir. Larvaların yeşil renkli olup, kıvrıdıkları yaprakların arasında yaşadıklarını gözlemlemişlerdir.

Archips xylosteana (Linnaeus 1758)

Tanınması

Ortalama 17 mm kanat açıklığındaki erginleri gri kahverengidir. Csaba ve György (2010), türün kanat açıklığının 14-22 mm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Biyolojisi

Marmara Bölgesi’nde zararlının uçuş zamanının mayıs sonu ile haziran ayı başı olduğu ve yılda bir döl verdiği bulunmuştur (Avcı, 1997). Yumurta döneminde kışlamanın olduğu ve larvaların kıvrıdıkları yaprakların arasında yaşadığı belirtilmiştir (Csaba ve György, 2010).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Ülkemizde ıhlamur, karaağaç, çınar, dişbudak, sakız, meşe, kavak ve güller üzerinde saptanmıştır. Dünya’da Avrupa, Doğu Sibiryaya, Çin ve Japonya, Türkiye’de ise İstanbul, Bartın, Bornova, Torbalı ve İzmit’te tespit edilmiştir (Avcı, 1997). Zararlının çeşitli geniş yapraklı orman ağaçlarında beslenmekle birlikte *Quercus* türlerini

öncelikle tercih ettiği saptanmıştır (Csaba ve György, 2010). Yeşilimsi soluk gri renkli tırtılları yapraklı orman ağaçlarında ve hanımeline zararlı olurlar (Bonnemaison, 1961).

A. xylosteana larvalarına 9 Mayıs 2012 tarihinde Atabey ilçesinde rastlanılmıştır. Larvalar 18 Mayıs 2012’de pupa olmuştur. Pupalardan 6 Haziran 2012 de ergin çıkışı gerçekleşmiştir. Sekendiz (1974), çalışmalarında yaprağı orta damarına paralel olarak saran tırtılın genellikle yaprak ucunda krizalit olduklarını belirtmiştir.

Gypsonoma minutana (Hübner 1799)

Tanınması

Erginlerin kanat açıklığı 14 mm olarak ölçülmüştür. Kelebeğin thorax ve bacakları koyu gri, ön kanatlarının arka kısmı gri kahverengi, ortası sarımsı beyaz bantlı ve üst kısmı kahverengi beneklidir. Arka kanatlar gri-kahverengidir (Uğur vd., 2006).

Biyolojisi

G. minutana’nın larvalarına ilk olarak mayıs ayında rastlanmıştır. Erginlerin ilk çıkışı ise haziran ayındadır (Sarıkaya, 2001).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Avrupa’da Norveç, Almanya, İsviçre ve İngiltere’de yayılmış olan bu kelebek *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Corylus*, *Crataegus*, *Prunus* ve *Pyrus* türlerinde zarar yapmaktadır (Özay, 1997). Doğanlar ve Döken (1985)’e göre *G. minutana* ülkemizde ilk defa Doğu Anadolu Bölgesi’nde *P. nigra* var. *italica* üzerinde kaydedilmiştir.

Çalışmamızda 4 Ağustos 2011 tarihinde *G. minuta*’nın tırtıl olarak yaprakları birbirine yapıştırmak suretiyle zarar yaptığı görülmüştür. Toplanan larvalar laboratuvara getirilerek tül kafeslere konulmuştur. Laboratuvar ortamında kavak yapraklarıyla beslenen larvaların 7 Ağustos 2011 tarihinde pupa oldukları görülmüştür. 15 Ağustos 2011 tarihinde ise pupalardan ergin çıkışı olmuştur. Kavak ağaçlandırmalarında yoğun şekilde görülmesine rağmen ciddi zararlarına rastlanmamıştır.

Flemish Ent. Society (2004), larvaların kavak ağaçlarının yapraklarında beslendiklerini ve iki yaprağı birbirine büküklerini, güneşli günlerde öğleden sonra aktif olduklarını ve pupaların larvaların beslendiği alanda olduklarını bildirmişlerdir.

Familya: *Lasiocampidae*

Malacosoma (Clisiocampa) neustria (Linnaeus 1758)

Tanınması

Erginlerin kanat açıklığı 35-40 mm’dir. Erkek kelebeklerin thorax ve ön kanatları esmer sarı renklidir. Ön kanatlarda enine iki kızıl kahverengi çizgi bulunur. Dişi kelebekler daha iri ve tüylüdür, ön kanatları sütü kahverengi olup ortasında enine kızıl kahverengi bir bant vardır. Arka kanatlar esmer sarı renklidir (Uğur vd., 2006).

Biyolojisi

Yılda bir döl vermekte ve kışı yumurta döneminde geçirmektedir. Yüzük kelebeği de denen bu zararlının ilkbaharda tomurcukların kabarmasından sonra genç larvaları zarar vermeye başlar. Yumurta yüzüklerinin bulunduğu yerlerde ince dokunmuş ağ örterler. Gruplar halinde beslenirler. Geceleri ördükleri ağlar içinde toplanırlar. Üçüncü dönem larva haline geldikten sonra toplu yaşamdan ayrılıp etrafa dağılırlar. Yapraklar arasında ördükleri kozalar içinde pupa olurlar (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Ülkemizin hemen her yerinde bulunmaktadır. Adapazarı, İzmit, Edirne civarında kavaklarda tespit edilmiştir (Sekendiz, 1974).

Çalışmalarımız sırasında *M. neustria* Eğirdir ilçesinde melez kavak ve karakavaklarda 20.06.2012 tarihinde oldukça fazla sayıda yapraklarla beslenirken görülmüştür

Uysal vd. (2006), çalışmalarında kavak yaprakları üzerinde beslenirken zararlıyı gördüklerini belirtmişlerdir. Larvaların esmerimsi renkte ve üzerinde beyaz, yan taraflarında grimsi mavi, sarımtırak ve kırmızı renkte uzunlamasına çizgiler olduğunu belirtmişlerdir.

*Familiya: Notodontidae**Furcula furcula* (Clerck 1759)*Tanınması*

Kanat açıklığı dişi bireyde 26-38 mm, erkek bireyde 33-43 mm'dir. Ön kanatları tamamen beyaz, önde siyah bantlar gözükür, kanatın üzerindeki yan çizgiler hafif dalgalı, ön ve arka kanat kenarları siyah noktalara sahiptir (Freina ve Witt, 1987).

Biyolojisi

Kuzey Avrupa ve Alplerde tek döl vermektedir. Uçma zamanı haziran başından temmuz ayı sonuna kadardır. Genellikle *Salix* spp.'de zarar yapar. Larvalar temmuzun başından ağustos ayına kadar izole ufak çalılıkların alt dallarında bulunurlar. Pupa döneminde kışı geçirirler (Uğur vd., 2006).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Esas konukçuları *Salix caprea* ve *Populus* türleridir. Avrupa'dan Ortadoğu'ya ve Kuzey Amerika'ya kadar yaygındır. Orta ve Güney Avrupa'da, Karadeniz'de, Yunanistan, İngiltere, İrlanda, Fransa, İspanya, Portekiz ve Orta İtalya'da bulunduğu bildirilmektedir (Freina ve Witt, 1987).

Araştırmamızda 10 Mayıs 2011 tarihinde Aşağıgökdere'de melez kavakların yapraklarında *F. furcula* tırtılları bulunmuştur.

*Familiya: Erebidae**Lymantria dispar* (Linnaeus 1758)*Tanınması*

Erkek kelebeklerde kanat açıklığı 35-40 mm, dişilerde ise 55-68 mm'dir. Erkeklerin ön kanatları açık kahverengi olup üzerine siyahımsı renkte ve dalgalı 4-5 adet bant bulunur. Dişilerin vücutları abdomenin sonuna doğru inceler ve kirli sarı tüylerle kaplıdır. Kanatlar kirli beyaz renkte olup, ön kanatta enine dalgalı bantlar bulunur (Uğur vd., 2006).

Biyolojisi

Kışı yumurta döneminde geçirir. Dişiler yumurtalarını ağaç gövdelerine kümeler halinde koyarlar. Yumurtaların üzerini kirli sarı renkli tüylerle örter. Larva çıkışları, yaprakların oluşmaya başladığı nisan ayının ilk haftasında gerçekleşir. Önceleri yaprakların ana ve yan damarlarına dokunmazlar. Ancak geliştiklerinde yaprak sapı hariç tüm yaprakları yerler. Haziran başında prepupa ve 2-3 gün sonrada pupa olurlar. Pupa dönemi 15-20 gün sürer. Haziran sonuna kadar erginler çıkar (Çanakçıoğlu, 1993).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Türkiye'nin hemen her yerinde mevcuttur. *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Arbutus*, *Erica*, *Cistus*, *Pinus*, *Pseudotsuga menziesii* türleriyle ve meyve ağaçlarında zarar yapmaktadır (Baş ve Selmi, 1990). Kır tırtılı, adı ile de anılan Sünger Örücüsü Orta ve Güney Avrupa'dan, Kuzey Afrika'ya, Sibiry'a'dan Çin ve Japonya'ya kadar geniş bir yayılış alanına sahiptir (Schimitschek, 1944). Schimitschek (1944) Karadeniz maki florasında ve kültür bitkilerinde, Acatay (1943) Belgrad Ormanında ve Alemdağı'nda meşelerde, Köyceğiz'de *Liquidambar orientalis* meşcerelerinde tespit etmiştir.

Çalışmalarımızda Eğirdir ilçesinde 16 Nisan 2012 tarihinde, *Populus nigra* ların üzerinde yerden yaklaşık 40-50 cm yükseklikte, gövdelerde larvalara ve boş yumurta paketlerine rastlanılmıştır. Larvaların üzeri tüylerle kaplı olup, gövdesindeki siğillerin ilk 5 çifti mavi diğer 6 çifti ise kırmızı renklidir. Laboratuvar ortamında beslenen larvalar 18 Haziran'da pupa olmuş ve 29 Haziran'da ergin bireyler çıkmaya başlamıştır. Çalışma alanlarımızda çok yoğun tasallutu olmamıştır.

Uğur vd. (2006), larvaların nisan-haziran döneminde zarar yaptığını tespit etmişlerdir. Larvaların koyu kahverengi olduğunu, sırt kısmında boydan boya sarımsı beyaz şerit bulunduğunu ve vücudun her segmentinin tüylerle kaplı olduğunu belirtmişlerdir.

*Familiya: Noctuidae**Subacronicta megacephala* (Denis & Schiffermüller 1775)*Tanınması*

Kanat açıklığı 40-44 mm'dir. Kanatları tozlu grimsi renklidir. Bu tür, kanatları üzerinde oldukça yuvarlak

görünüşlü beyazımsı küresel tepceliklere sahiptir ve bu tepceliklerin ortası koyu renklidir (Uğur vd., 2006).

Biyolojisi

Uçma zamanı mayıs ayında başlayıp ağustos ayına kadar sürmektedir. Kanatlarını başın arka kısmında katlanmış olarak tutarlar. Larvaları grimsi kahverengimsidir (Uğur vd., 2006).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Quercus, *Populus*, *Salix*, *Pinus* konukçularıdır. İngiltere'nin güneyinde yaygın olarak bulunan bir zararlıdır. Kavak yapraklarında beslenmek suretiyle zarar yapmaktadır (Uğur vd., 2006).

10 Temmuz 2011 tarihinde Eğirdir yolu üzerindeki karakavakların yapraklarında tırtılların yaprakları yemek suretiyle zarar yaptığı görülmüştür. 30 Ağustos 2012 tarihinde Eğirdir yolu üzerinde yapraklarda bulunan *S. megacephala* tırtılları toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Tırtıllar laboratuvarında tül kafeslere konularak yapraklar gün aşırı değiştirilmek suretiyle beslenmiştir. Tırtıllar 05 Eylül 2012 tarihinde pupa olmuştur.

Familiya: Nolidae

Nycteola asiatica (Krukovsky 1904)

Tanınması

Erginleri 21–24 mm kanat açıklığında narin yapılı kelebeklerdir. Kirlili gri renkli ön kanatlarında zikzaklı çizgilerle sınırlanmış kahverengi bir leke vardır. Tırtılları olgun halde 30 mm büyüklüğe ulaşabilir. Önceleri açık sarı sonraları ise tatlı yeşildir (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Sedefimsi bir parlaklıkta olan yumurtalarını yaprakların üst yüzeyine, ucuna veya kenarlarına 10-12 tanesi birarada olmak üzere koyar. Kışı pupa döneminde geçirmektedir. Birinci generasyonun uçma zamanı haziran sonlarına rastlar. İkinci generasyona ait tırtılları temmuz ve ağustos aylarında yoğun şekilde tahribat yaparlar (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Sekendiz (1974) tarafından zararlı İzmit, Adapazarı, Samsun, Bursa, Ankara, Balıkesir, Ağrı, Erzurum ve İstanbul'da *P. nigra* ve *P. x euroamericana* üzerinde tespit edilmiştir.

Çalışmamız sırasında 28 Mayıs 2012 tarihinde ilk olarak Orma A.Ş fidanlığında yeni dikilen fidanlar üzerinde iki adet larva ağ örmüş durumda görülmüştür. Aynı gün Barla Beldesi civarında yol kenarında karakavaklarda 3 adet daha larvası yapraklarda bulunmuştur. Tırtılların olgunlaştıkça daha yeşil olduğu gözlenmiştir. Çok yoğun bir tahribatına rastlanılmamıştır.

3.5. Takım: HYMENOPTERA

Familiya: Tenthredinidae

Nematus (Hypolaepus) caeruleocarpus Hartig 1837

Tanınması

Erginleri 9-10 mm boyundadır (Medvedev, 1994).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Zararlı daha önce Rusya, Kafkasya, Batı Avrupa, Çin ve Japonya'da *Salix*, *Populus* ve *Paeonia* üzerinde bulunmuştur (Medvedev, 1994).

20 Haziran 2012 tarihinde Eğirdir yolu üzerindeki karakavaklarda yaprakları yemek suretiyle zarar yaparken larva şeklinde görülmüştür. 02 Temmuz 2012 tarihinde Orma A.Ş'de melez kavakların yapraklarda larvaları bulunmuştur. 12 Temmuz 2012 de yapılan arazi çalışmamız sırasında yapraktaki larvalar, yapraklarıyla birlikte toplanılarak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen larvalar, yapraklar hergün tazeleriyle değiştirilerek beslenmiştir. Larvalar 15 Temmuz 2012 tarihinde pupa olmuştur. Pupadan Ocak 2013'te ergin çıkışı olduğu görülmüştür.

Pristiphora (Stauronematus) compressicornis (Fabricius 1804)

Tanınması

Erginleri 5-6,5 mm büyüklüğündedir. Gövdeleri siyah, kanat kökleri sarı, bacaklarının bir kısmı soluk sarı renklidir. Yalancı tırtılları 10-15 mm büyüklüğündedir (Sekendiz, 1974).

Biyolojisi

Toprakta ve yapraklar arasında ördükleri kozaların içinde pupa olurlar. Dişileri yumurtalarını yaprak damarlarına iki sıra halinde bırakır (Berland, 1947). Pupa evresi 5-9 gün devam etmektedir. Kışlık generasyonlarda koza içinde kışlayan yalancı tırtıl ertesi ilkbahara doğru pupa olmaktadır. *P. compressicornis* hava koşullarına bağlı olarak iki ile dört generasyon vermektedir (Sekendiz, 1974).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

P. compressicornis kavaklar, özellikle *P. tremula* üzerinde görülen, bütün Avrupa'da yayılmış bir yaprak arısıdır (Berland, 1947). Türkiye'de Sinop-Giregözü ormanında *P. tremula* yapraklarında, İzmit'te *P. nigra* yapraklarında görülmüştür (Sekendiz, 1974).

9 Temmuz 2012'de yapılan arazi çalışması sırasında taze karakavak yapraklarında yoğun şekilde larvaları bulunmuştur. Taze yapraklarla beslenen larvalar 11 Temmuz 2012'de pupa olmuştur. Pupalardan 16 Temmuz 2012 yılında ergin çıkışı gerçekleşmiştir. Yine farklı günlerde rastlanan ve laboratuvara getirilen larvaların 2 gün beslendikten sonra pupa oldukları görülmüştür

Cladius (Trichiocampus) grandis (Serville 1823)

Tanınması

7-9 mm büyüklüğündeki erginlerinde dişi, erkek farklılığı belirsizdir. Olgun hale gelince 20-24 mm büyüklüğü ulaşan yalancı tırtılların baş siyah kahverengi, vücudu yeşilimsi renktedir. Vücudu seyrek kıllarla örtülüdür, sırtlarında siyah bir şerit ile segmentlerin yan taraflarında ikişer siyah noktacık vardır (Sekendiz, 1974; Tillesse vd., 2008).

Biyolojisi

Uçma zamanı eylül başına rastlayan generasyonun erginleri çiftleşerek yumurta koymaya başlamaktadır. Konan yumurtalardan 19-20 gün sonra çıkmaya başlayan tırtıllar üç hafta kadar yaprakları yiyerek tahribat yaptıktan sonra krizalitleşmekte ve bu safhada kışı geçirirler (Erdem, 1962).

Konukçuları, yayılışı ve zararı

Tür oldukça geniş bir yayılışa sahip olup Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Amerika'da bulunmuştur (Tillesse vd., 2008). *T. viminalis*'in *P. tremula*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. balsamifera*, *P. deltoides* gibi kavak türlerine arız olduğu bilinmektedir (Erdem, 1962). Karabük, Eskişehir, İzmit, İnegöl, Antalya-Elmalı, Edirne-Tatarköy, İstanbul-Bahçeköy ve Lüleburgaz orman fidanlığı civarında tespit edilmiştir (Baş, 1973). Yaprakların alt yüzünde toplu halde bulunan tırtıllar yaprağı iskeletleştirerek şekilde yiyim yapar (Erdem, 1962). Larvaları çeşitli kavak türlerinde zararlı olmakla birlikte esas olarak *P. deltoides*, *P. nigra* var. *italica*, *P. tremula* ve *P. tremuloides*'te ve bazen de *Salix* türlerinde görülür. *P. alba* üzerinde hiç gözlenmemiştir (Tillesse vd., 2008).

Araştırmamızda 2011 yılı Haziran ve Temmuz aylarında *C. viminalis* tırtılları karakavak yapraklarında bulunmuştur. Tırtılların 8 Temmuz 2011 tarihinde pupa olduğu gözlenmiştir.

3.6. Avcı Türler

Çalışmamızda 6 adet avcı tür tespit edilmiştir. Bunlardan 5'i Coccinellidae familyasından olup bu türler; *Adalia (Adalia) bipunctata* (Linnaeus 1758), *A. decempunctata* (Linnaeus 1758), *A. fasciatopunctata revelierei* Mulsant 1866, *Coccinella (Coccinella) septempunctata* Linnaeus 1758 ve *Harmonia quadripunctata* (Pontoppidan 1763)'dir. Cantharidae familyasından ise *Cantharis (Cantharis) livida* Linnaeus 1758 olmak üzere bir tür bulunmuştur. Elde edilen avcı türlerin ergin ve larvalarının yaprakbitleri ile beslendikleri belirlenmiştir.

Coccinellid türleri, özellikle serbest olarak yaşayan yaprakbiti türleri üzerinde erken dönemden itibaren beslenmeye başlamakta, gal oluşturan kavak afitleri üzerinde ise galin oluşmasına yakın gal içine girerek beslenmektedirler (Şahbaz ve Uysal, 2005).

A. bipunctata genişçe oval yapıda, 4-6 mm boyunda, çok değişik varyasyonlar gösteren bir türdür. Bu türün yaprak bitlerinin doğal düşmanı olduğu bilinmektedir.

Avrupa, Kuzey Afrika, Kuzey Asya ve Kuzey Çin'de bulunduğunu bildirmiştir. Ayrıca tüm paleartik bölgede, Kuzey, Güney ve Orta Amerika'da yaygın bir tür olduğu bildirilmektedir (Uygun, 1981).

A. decempunctata genişçe oval yapıda, 3,5-5 mm boyunda bir türdür. Çok değişik varyasyon gösteren bu türün, elytra'sı tamamen lekesiz bireylerine rastlandığı gibi, lekeli olanlara veya tamamen siyah olanlara da rastlanılmaktadır. Kabuklu bitler ve yaprakbitleri ile beslendiği bildirilmektedir (Düzgüneş vd., 1980). Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ve Japonya'da bulunduğu bildirilmektedir (Uygun, 1981).

A. fasciatopunctata revelierei uzunca oval, 4,5-6,0 mm boyunda, sarımsı kırmızı renkte ve üzerinde enine dizilmiş siyah lekeler bulunan bir türdür. Yaprakbiti ile beslenirler. Daha çok nisan-kasım ayları arasında rastlanan bir türdür. (Uygun, 1981).

C. septempunctata oval şekilli, 6-8 mm boyunda çok iyi tanınan bir türdür. Baş ve pronotum siyah olup, başta iki adet küçük ve pronotumun ön köşesinde de iki adet dörtgen şeklinde sarı leke bulunur. Elytra kırmızı renklidir ve üzerinde yedi adet siyah leke vardır. Scutellumun sağ ve sol tarafı elytra'ya göre daha açık renklidir. Çok önemli bir yaprakbiti düşmanıdır. Bahçelerde, tarlalarda, çayırmera ve ormanlarda bulunan alçak ve yüksek boylu bitkiler üzerinde çok sık rastlanır. Paleartik bölgede çok yaygın olduğu bildirilmektedir (Uygun, 1981).

H. quadripunctata genişçe oval, 5,5-7,0 mm boyunda olup, baş, pronotum ve elytra sarımsı kahverengindedir. Başta arkadan öne doğru uzanan 4'er noktadan oluşmuş 2 adet, pronotumda bir 'M' harfi oluşturan 5 adet ve bunların dışında her iki yanda 2-4 adet, elytra üzerinde de 16 adet siyah leke bulunur. Yaprak biti düşmanı olduğu ve ilkbahardan sonbahara kadar iğne yapraklı ağaçlar üzerinden silkme yolu ile toplanabileceği belirtilmektedir. Genel yayılış alanı olarak Avrupa ve Küçük Asya'yı göstermektedir (Uygun, 1981).

C. livida 10-15 mm uzunlukta ve rengi alt türlere göre değişen önemli bir avcı türdür. Baş, göğüs ve karın kısmı genellikle parlak kırmızımsı veya turuncudur. Antenleri uzun ve kırmızımsı olup erginlerine mayıs-temmuz aylarında sıkça rastlanır. Hem erginleri hem de larvaları avcı olup geniş bir beslenme yelpazesine sahiptir. Avrupa, Kuzey Afrika ve doğu Paleartic bölgede yayılış yapmaktadır. *C. livida* Isparta ili yağ gülü üretim alanlarında avcı tür olarak bulunmuştur (Demirözer, 2008).

4. Sonuç ve öneriler

Araştırma ile Isparta yöresinde kavak üretimini doğrudan ilgilendiren zararlı böcekler saptanarak üretiminin daha etkin ve verimli olmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Bazı türler için morfolojik özelliklerin yanında ilk çıkış zamanının belirlenmesi gibi biyolojik gözlemlere ve bu türlerin kavakta yaptığı zararlara yer verilmiştir. Ayrıca dünyada ve ülkemizdeki yayılışlarına açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Heteroptera takımından bir familyaya ait *Monostera unicostata* (Het.; Tingidae) tespit edilmiştir. Hemiptera takımından bir familyaya ait 10 tür, *Chaitophorus leucomelas*, *C. populialbae*, *Pemphigus borealis*, *P. bursarius*, *P. gairi*, *P. immunis*, *P. protospirae*, *P. populi*, *P. spyrothecae*, *P. vesicarius* (Hom.; Aphididae) tespit edilmiştir. Bu türlerden *P. bursarius* ve *P.*

protospirae'nin *P. nigra* üzerindeki yoğunlukları dikkat çekmektedir.

Coleoptera takımından 6 familyaya ait 9 tür, *Melolontha melolontha*, *Polyphyllo fullo* (Col.; Melolonthidae), *Anomala osmanlis* (Col.; Rutelidae), *Melanophila picta* (Col.; Buprestidae), *Saperda populnea* (Col.; Cerambycidae), *Altica tamaricis*, *Chrysomela populi*, *Zeugophora flavicollis* (Col.; Chrysomelidae), *Byctiscus populi* (Col.; Rhynchitidae) saptanmıştır. Bu türlerden *C. populi* ve *P. fullo* oldukça yaygındır. *C. populi* çok yaygın olmasına rağmen üretimi etkileyecek boyutta zararlarına rastlanılmamıştır. Ancak *P. fullo* ekonomik önemi yüksek denilebilecek boyutta zarara yol açmaktadır. Kavak yetiştiricilerinin zararlının varlığını tespit ettikleri zaman önce kültürel önlem almaları, daha sonra mekanik ve son olarak eğer zararın önüne geçilmez ise ilaçla müdahale etmeleri gereken bir türdür.

Lepidoptera takımından 8 familyaya ait 13 tür, *Phyllonorycter populifoliella*, *Phyllocnistis unipunctella* (Lep.; Gracillariidae), *Paranthrene tabaniformis* (Lep.; Sesiidae), *Archips crataegana*, *A. podana*, *A. rosana*, *A. xylosteana*, *Gypsonoma minutana* (Lep.; Tortricidae), *Malacosoma neustria* (Lep.; Lasiocampidae), *Furcula furcula* (Lep.; Notodontidae), *Lymantria dispar* (Lep.; Erebiidae), *Subacronicta megacephala* (Lep.; Noctuidae), *Nycteola asiatica* (Lep.; Nolidae) tespit edilmiştir.

Fidanlık ve plantasyon alanlarında *P. tabaniformis*'in zararı oldukça ciddi boyuttadır. Kışı, 3., 4. ve 5. larva döneminde geçirdikleri, mayıs ayında ilk kelebek çıkışının olduğu tespit edilmiştir. Zararlı larva döneminde odunun içinde beslenerek zarar yapmakta ve buldukları noktada şişkinlikler meydana getirmektedir. Fidanlar kışın rüzgârda bu noktalardan kırılmaktadır. Gövdede oluşan yaralar dişilerin yumurta bırakmaları için uygun yerler olduğundan, üreticilerin budama yaparken yara açmamaya özen göstermeleri ve budama zamanının ergin çıkışı olan mayistemmuz ayında yapılmaması gerektiği kanısına varılmıştır.

Eşeyssel çekici feromon ve tuzaklar kullanarak yaptığımız çalışma ve gözlemler sonucunda *P. tabaniformis*'in mayıs ayında başlayan ergin çıkışlarının haziran ayında en üst seviyede olduğu tespit edilmiş ve zararlı ile mücadele için en uygun zaman olduğu görülmüştür.

Hymenoptera takımından ise bir familyaya ait 3 tür tespit edilmiştir. Bunlar; *Cladius (Trichiocampus) grandis*, *Nematus (Hypolaepus) caeruleocarpus*, *Pristiphora compressicornis* (Hym.; Tenthredinidae)'dir.

Avcı türlerden; *Adalia bipunctata*, *A. decempunctata*, *A. fasciotapunctata revelierei*, *Coccinella septempunctata*, *Harmonia quadripunctata* (Col.; Coccinellidae), *Cantharis livida* (Col.; Cantharidae) tespit edilmiştir. Özellikle yaprakbitleri üzerinde görülen coccinellidlerin doğal dengeyi sağlamadaki önemi oldukça fazladır.

Aynı tür kavak ve aynı klonun geniş alanlarda kullanılmasının yarattığı monokültür ortamının entomolojik açıdan böceklerin ne kadar lehine olduğunu bu yörede görmek mümkündür. Sadece kavak ağaçları üzerinde yaşayan böcek türlerinin yanında, belirli klonları tercih eden böcek türleri de bulunmaktadır. Yetiştiricilerin bu durumu gözönünde bulundurması ve dayanıklı tür ve klonları tercih etmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma "Isparta İlinde kavak zararlısı böcekler, önemli türlerin biyolojileri ve avcıları" başlıklı yüksek lisans tezinin özetidir. 2656-YL-11 No'lu proje ile tezi destekleyen SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acatay, A., 1943. İstanbul Çevresi ve Bilhassa Belgrad Ormanlarındaki Zararlı Orman Böcekleri, Mücadeleleri ve İşletme Üzerine Tesirleri. Y.Z.E. Çalışmalarından, Sayı: 142, Ankara.
- Acatay, A., 1959. Pappelschädlinge in der Türkei. Anz. Für Schädlingkunde, XXXII(9): 129-34.
- Anonim, 1981. Ulu Önder Atatürk'ün 100. Doğum Yıldönümünde Türkiye'de Kavak ve Kavakçılık. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, 232s, İzmit.
- Anonim, 1986. Kavak Zararlısı Böcekler. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları. 27 s, Ankara.
- Aslan, I., Gruev, B., Ozbek, H., 1999. A Preliminary Review of the Subfamily Alticinae (Coleoptera, Chrysomelidae) in Turkey. Tr. J. of Zoology, 23: 373-414.
- Aslan, İ., 1997. Erzurum İlinde Söğüt (*Salix* spp.) ve Kavak (*Populus* spp.)'larda Zararlı Olan Yaprak Böcekleri (Coleoptera, Chrysomelidae) Üzerinde Bir Araştırma. İÜ Orman Fakültesi Dergisi B 47(3): 1-11.
- Aslan, M. M., Uygun, N., 2005. Aphids (Homoptera: Aphididae) of Kahramanmaraş Province. Turk J. Zool. 29: 201-209.
- Avcı, M., 1997. Marmara Bölgesi Ormanlarının Tortricidae (Lepidoptera) Faunası, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(47), 111-138.
- Avtzis, D. N., Avtzis, D. N., 2001. Control of the Most Dangerous Insects of Greek Forests and Plantations. In: Liebhold, A.M., Mcmanus M.L., Otvos, I.S., Fosbroke, S.L.C., eds. Proceedings: Integrated Management and Dynamics of to Rest Defoliating Insects.
- Baş, R., 1973. Türkiye'de Orman Ağaçlarına Zarar Yapan Zar Kanatlılar (Hymenoptera) Üzerine Araştırmalar, OGM Sıra No: 570, Seri No: 23, Ongun Kardeşler Matbaası, Ankara.
- Baş, R., Selmi, E., 1990. Türkiye Ormanlarında Zarar Yapan Önemli Lymantriidae (Lepidoptera) Türleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B,40(2): 42-43.
- Berland, L., 1947. Faune de France. 47. Hymenopteres-Tenthredoides. Office Central de Faunistique, Paris.
- Blackman, R. L., Eastop, V. F. 1984. Aphids on the World's Crops: an Identification Guide. A Wiley. Interscience Publication, New York.
- Bodenheimer, F.S., 1958. Türkiye'de Ziraate ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüt (1938-1941). Bayur Matbaası, Ankara.
- Bonnemaison, L., 1961. Les Ennemies Animaux des Plantes Cultivees et des Forets. Editions Sep. Paris.
- Borror, J. D., Triplehorn, A. C., Johnsons, F. N., 1992. An Introduction to the Study of Insects. Printed in the United States of America.

- Chararas, C. 1972. Kavağın Gövde İçine Arız Olan Bazı Böceklerin Ekolojik Durumla İlgili Görüntüleri (Çeviri: Karagöz, O., Alanay, A.). Orman Genel Müdürlüğü Teknik Haberler Bülteni, 11 (44):9-34.
- Csaba, S., György, C., 2010. Sodrómolyok - Tortricids (Sárvár, 2010). Erdészeti Tudományos Intézet, 191p.
- Csoka, G., Szaboky, C., 2003. Levélaknák és levélaknázók - Leaf mines and leaf miners. Hungarian Forest Research Institute. Erdészeti Tudományos Intézet, Agroinform Kiadó, Budapest.
- Çanakçıoğlu, H., 1967. Türkiye’de Orman Ağaçlarına Arız Olan Bitki Bitkileri (Aphidoidea) Üzerine Araştırmalar. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, 466/22, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H., 1975. The Aphidoidea of Turkey. İÜ Yayınları: 1751, Orman Fak. Yayını:189, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H., 1993. Böceklerin Toplanma - Preparasyon Muhafaza ve Teşhisi. İstanbul Üniversitesi Yayınlarından, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3768, O.F. Yayın No: 422, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H., Toper, A., 1999. Insects of Poplar Trees in Bartın Area. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A, 49(2): 91-103.
- Della Beffa, G., 1961. Gli Insetti Dannosi All’agricoltura ed i Moderni Metodi e Mezzi di Lotta. Ulrico Hoepli, Milano.
- Demirözler, O., 2008. Isparta İli Yağ Güllü (*Rosa damascena* Miller) Üretim Alanlarında Bulunan Zararlılar, Yayılışları, Doğal Düşmanları Ve Önemlilerinin Populasyon Değişimleri. Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Doğanlar, M., Döken, T., 1985. *Gypsonoma minutana* (Hübner) (Lepidoptera, Olethreutidae) and *Ips* Naturel Enemies in Eastern Anatolia. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 4: 199-206.
- Düzgüneş, Z., Toros, S., Kılınçer, N. ve Kovancı, B., 1980. Ankara İlinde Bulunan Aphidoidea Türlerinin Parazitoid ve Predatörlerinin Tespiti. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Zirai Müc. ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erdem, R., 1962. Yeni Bir Kavak Zararlısı *Trichiocampus (Cladius) viminalis* Fall. İstanbul Üniversitesi Orman Fak. Dergisi Seri A, 12:2.
- Flemish Entomological Society, 2004. Web Sitesi. <http://home.tiscali.be/be013549/82/Checklists/Lepidoptera/Tortricidae/Gminutana.htm>, Erişim: 05.04.2013.
- Freina, J. J., 1997. Die Bombyces und Sphinges der Westpalaearktis. Band 4, Sesioida, Edition Forschung und Wissenschaft Verlag GMBH, 432p, München.
- Freina, J. J., Witt, T. J., 1987. Die Bombyces und Sphinges der Westpalaearktis. Band 1, Noctuidea, Geometroidea, Bombycoidea, Sphingoidea, Edition Forschung und Wissenschaft Verlag GmBH, 708p, München.
- Görür, G., 2004. Niğde Yöresi Afiterleri (Insecta: Homoptera: Aphidoidea). Niğde Üniversitesi, Yay.:17, Fen Edeb. Fak. Yay.: 8, Niğde.
- Grandi, G., 1951. Introduzione Allo Studio Dell’Entomologia, Edizioni Agricole Bologna. Vol. II, XVI+1332p.
- Güler, N., Can, P., 1994. Orta ve Güneydoğu Anadolu’da Kullanılan Kavak Klonlarında Görülen Zararlılar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 166, İzmit.
- Hering, E.M., 1957. Bestimmungstabellen der Blattminen von Europe. Uitgeverij Dr. W. Junk’S-Gravenhage. Tome I, II, III
- Hoffman, A., 1958. Faune de France. 62. Coleopteres-Curculionides. (Troisième partie) Lechevallier, Paris, pp.1365-1366.
- Kalantari, A. A., Sadeqi, E., Bozorgmehr, A., Modir Rahmati, A., 2008. Investigation of Resistance and Susceptibility of Poplar Species and Clones to Important Poplar Pests in North Khorasan Province. Research Institute of Forest and Rangeland, Karaj (Iran).
- Kanat, M., 2000. Kahramanmaraş Yöresinde Kavak Ağaçlarında Saptanan Bazı Böcek Türleri. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi 12-15 Eylül, Aydın, s.469-475.
- Kaydan, M. B., Yaşar, B., 1999. Laboratuvar Koşullarında *Hyalopectus pruni* (Geoffr.) (Hom: Aphididae) ve *Chaitophorus leucomelas* Koch. (Hom: Chaitophoridae) ile Beslenen Avcı Böcek *Scymnus apetzii* (Mulsant)’nin Yaşam Çizelgesi. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, Adana, s.435-444.
- Kolaş, E., 2007. Konya İlinde Kavak Ağaçlarında Zarar Yapan Böcekler İle Avcı Böcek Türlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Lodos, N., 1986. Türkiye Entomolojisi II (Genel Uygulamalı ve Faunistik). (2. baskı) Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 429 Ege Üniv. Basımevi. Bornova-İzmir.
- Lodos, N., 1998. Türkiye Entomolojisi VI (Genel Uygulamalı ve Faunistik). (1.baskı) Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 529, İzmir.
- Lodos, N., Tezcan, S. 1995. Türkiye Entomolojisi V- Buprestidae. Entomoloji Derneği Yayınları, No: 8, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Medvedev, G. S., 1994. Keys to the Fauna of the USSR , No 3, Part 6. Brill Academic Pub.
- Morad, M., Sadeqi, E., Hesam Zadeh Hejazi, Mohsen; Baqeri, R., Omid, R. 2006. Investigation Resistance of Native and Exotic Poplar Species and Clones to *Monosteira unicostata* (Het.: Tingidae) in Karaj. Research Institute Of Forest and Rangeland, Karaj (Iran).
- Özay, F. Ş., 1992. Meriç Havzası Kavak Ağaçlandırmalarının Entomolojik Problemleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özay, F. Ş., 1997. Marmara Bölgesi’nde Söğütlerde Zarar Yapan Böcekler. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özkazanç, O., Yücel, M., 1985. Yarı Kurak Mıntıka Ağaçlandırmalarında Zarar Yapan Böcekler Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Arş. Enst. Yayınları Teknik Bülten Seri No: 153, Ankara.
- Sangün, O., 2010. Doğu Akdeniz Bölgesi Marul Ekim Alanlarında Zararlı Olan Aphididae (Hemiptera) Türleri ve Bunların Mücadelesine Yönelik Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma A. D. Adana.
- Sarıkaya, O., 2001. Isparta Yöresi Kavak Zararlıları Üzerine Araştırmalar. Bitirme Tezi, SDÜ, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Schimitschek, E., 1944. Forstinssekten der Turkei und Ihre Umwelt, Prag.

- Schwenke, W., 1978. Die Forstschödlinge Europas. Band 1: 1X+464 s (1972); Band 3: VIII+487 s (1978), Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin.
- Scudder, G. G. E., 2012. *Monosteria unicastata* (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae) Established in North America, with a Key to the Genera of Tingidae in Canada. *Entomologica Americana*, 118 (1):295-297.
- Sekendiz, O. A., 1974. Türkiye Hayvansal Kavak Zararları Üzerine Araştırmalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Genel Yayın No: 62, Orman Fak. Yayın No:3, İstanbul.
- Sekendiz, O. A., Yıldız, N., 1972. *Sciapteron tabaniformis* Rott'in Türkiye'deki Yayılışı, Biyolojisi, Koruma ve Savaş Metotları ile Parazitleri Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Arş. Enst., Yıllık Bülten No.7, 103-122, İzmit.
- Selek, F., 1998. İzmit ve Adapazarı Yöresinde Kavaklarda Zarar Yapan Lepidoptera Türleri. Orman Bakanlığı Yayınları: 59, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları: 220, Çeşitli Yayınlar Serisi: 13, İzmit.
- Sönmez Yıldız, H., 2006. Bartın Yöresinde Fidanlarda ve Süs Bitkilerinde Zarar Yapan Böcekler. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Stroyan, H. L. G., 1964. Notes on Some British Species of *Pemphigus* Harting (Homoptera: Aphidoidea) forming Galls on Poplar, With the Description of a New Species. *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (B)* 33 pt. 5-6: 92-100.
- Şahbaz, A., Uysal, M., 2005. Konya İlinde Kavaklarda Beslenen Yaprak Biti (Homoptera: Aphididae) Türleri ile Parazitoit ve Predatörlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Konya.
- Tillessé, V., Nef, L., Charles, J., Hopkin, A., Augustin, S., 2008. Damaging Poplar Insects: Internationally important species. FAO.
- Toper Kaygın, A., Görür, G., F. Çota, 2008. Contribution to the Aphid (Homoptera: Aphididae) Species Damaging on Woody Plants in Bartın, Türkiye” *IJNES* (International J. of Natural and Engineering Sciences), ISSN: 1307-1149, 2 (1): 83-86, 2008.
- Toros, S., Uygun, N., Ulusoy, R., Satar, S., Özdemir, I., 2002. Doğu Akdeniz Bölgesi Aphidoidea Türleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tuatay, N., 1999. Türkiye Yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae); V. Chaitophorinae, Lachninae ve Thelaxinae. *Bit. Kor. Bül.* 39 (1-2):1-21.
- Tunçbilek, C., 1996. Ankara Orman Fidanlığında Zarar Yapan Böcekler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uğur, A., Şahin, Ö., Bekyürek, Y., 2006. Ankara ve Kayseri İllerinde Kavak Zararlıları ile Populasyon Yoğunluklarının Tesbiti ve *Paranthrene tabaniformis* (Rott.) (Lepidoptera: Sesiidae)'nin Biyolojisi Üzerine Araştırmalar, Ankara.
- Urban, J., 2002. Occurrence, Development and Natural Enemies of *Pemphigus syrothecae* (Homoptera, Pemphigidae). *Journal of Forest Science*, 48 (6):248-270.
- Urban, J., 2004. Occurrence, Development and Natural Enemies of Cecidogenous Generations of *Pemphigus gairi* Stroyan (Sternorrhyncha, Pemphigidae). *J. of Forest Science*, 50(9): 415-438.
- Uygun, N., 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerine Taksonomik Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları, Adana.
- Uysal, M., Şahbaz, A., Özdemir, I., 2006. Konya İlinde Kavaklarda Beslenen Yaprak Biti (Homoptera: Aphididae) Türleri. *SÜ Zir. Fak. Derg.* 20(38):143-149.
- Yıldız, N., 1975. *Saperda populnea* L.'nin Türkiye'deki Yayılışı, Biyolojisi, Koruma ve Savaş Metotları Üzerinde Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No 10: 261- 280.
- Yıldız, N., 1977. Kavaklara Arız Olan Önemli Böcekler ve Mücadele Metotları. Kavak ve Hızlı Yetişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.
- Zeki, H., Toros, S., 1992. *Chrysomela populi* L. ve *Chrysomela tremulae* F. (Coleoptera, Chrysomelidae)'nin Gelişmeleri Üzerine Konukçunun Etkisi. Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri. 28-31 Ocak, Adana, s.43-53.

Muğla-Fethiye ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve yangınlar üzerinde etkili olan faktörler

Serdar Göktepe^a, Mustafa Avcı^{b,*}

Özet: Bu çalışma, Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında 1950–2010 yılları arasında çıkan yangınların genel bir değerlendirilmesi ile 2000-2010 dönemi yangınların dağılımı ve bu yangınlar üzerinde etkili olan faktörleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Fethiye ormanlarında, incelenen 61 yıllık dönemde toplam 1208 adet orman yangını meydana gelmiş ve toplam 8368,6 ha alan yanmıştır. En fazla yangın Eşen Orman İşletme Şefliği'nde (%36), en az ise Göcek Orman İşletme Şefliğinde (%9) çıkmıştır. Toplam yanan alan en fazla Eşen (%29), en az Güneydağ Orman İşletme Şefliğinde (%8) meydana gelmiştir. Yangınların aylara göre dağılımı ve nedenleri incelendiğinde yangın sezonunun haziran-ekim dönemini kapsayan beş ay olduğu ve yangınların %94'üne insanların sebep olduğu ortaya çıkmıştır. Yıldırım nedeniyle çıkan yangınların oranı ise %6'dır. Yerleşim yerlerine göre yangın sayıları ve yanan alan miktarları incelendiğinde sayı olarak 233 adet yangınla Fethiye ilçe merkezi ilk sırayı alırken 166 yangınla Eşen ikinci sırada, 152 yangınla Üzümlü üçüncü sıradadır. En az yangın Gökben, Yakabağ, Karaköy ve Ortaköy ormanlarında çıkmıştır. Yanan alan miktarı bakımından ise sıralama Eşen (1354,6 ha), Üzümlü (1276,1), Minare (1245,0 ha) ve Fethiye-Merkez (1216,7 ha) şeklindedir. En az yanan alan ise 0,6 ha ile Kayaköy'dür. İşletme ormanlarında çıkan (2000-2010 dönemi) yangınların meydana geldiği yerler incelendiğinde yangınların bazı alanlarda yoğunlaştığı, bazı ormanlarda da hiç yangın çıkmadığı görülmüştür. Bunu etkileyen faktörler olarak yerleşim yerleri ve nüfusun dağılımı, turizm, tarımsal faaliyetler, yol güzergâhları, yeryüzü şekli ve orman yapısının etkili olduğu belirlenmiştir. Yangın sayısı bakımından dört bölge birinci derecede, üç bölge ikinci derecede hassas alanlar olarak kabul edilmiştir. Bu alanlar ve yangınların temel nedenleri; Göcek, İnlice, Yanıklar, Kargı, Çiftlik (Nüfus yoğunluğu, turizm ve rekreasyon alanları, Fethiye-Dalaman ana yol güzergahı), Söğütödere, Söğütlü, Üzümlü (Çoban ateşi, çobanlar arası hasımlık), Çukurincir, Gölbent, Eşen, Demirler, Minare, Arifler, Yakabağ, Çaltözü, Alaçat, Çaykenarı (Tarımsal faaliyetler, anız yakma, zeytincilik, Fethiye-Kaş karayolu), Karadere, Kumluova, Karaköy, Dodurga (Nüfus yoğunluğu ve yerleşim alanları, piknik) şeklindedir.

Anahtar kelimeler: Fethiye, Orman yangını, Hassas alanlar, Ekolojik faktörler

Fire problem, distribution of fires and factors effecting fires in Muğla-Fethiye forests

Abstract: This study was conducted in order to an overall evaluation, occurred between 1950-2010 years in the forests of Fethiye Directorate of Forest Enterprise and the range of the fires, and ecological factors which affecting the fires between 2000-2010. 1208 forest fires occurred in the forests of Fethiye Directorate of Forest Enterprise within a period of 61 years and 8368,6 ha area burned. Most fires occurred in Eşen Forest District (36%), the least Göcek Forest District (9%). The field burning the most was Eşen Forest District (29%) and the least being Güneydağ Forest District (9%). When the monthly range of the fires is studied, fire season is seen as the five months June–October. %94 of the fires was caused by humans. The rate of the fires which broke out of thunder is %6. When the number of the fires and burning fields are examined in terms of their habitat, Fethiye central district comes first with 233 fires, Eşen being the second with 166 fires and Üzümlü being the third with 152. The least number of fires occurred in the forests of Gökben, Yakabağ, Karaköy, and Ortaköy. The order in terms of burning fields are Eşen (1354,6 ha), Üzümlü (1276,1 ha), Minare (1245,0 ha), and the central distinct of Fethiye (1216,7 ha). The least burning field is Kayaköy (0,6 ha). When the places of fires in Forest District forests (2000–2010 periods) are examined, it is seen that fires were intense at some parts, or there were not any in some forests. As the influential factors, place of settlement and population range, tourism, road locations, land forms and the structure of forests are shown to be effective. In terms of the number of forests, four regions were first degree delicate and three regions were second degree delicate. The main reason of these fields and of fires: Göcek, İnlice, Yanıklar, Kargı, Çiftlik (population density, the fields of tourism and recreation, Fethiye – Dalaman main road location), Söğütödere, Söğütlü, Üzümlü (shepherd fire, hostility among shepherds), Çukurincir, Gölbent, Eşen, Demirler, Minare, Arifler, Yakabağ, Çaltözü, Alaçat, Çaykenarı (Agricultural activities, time to burn stubble, raising and selling olives), Karadere, Kumluova, Karaköy, Dodurga (Population density and its place of settlement, picnic).

Keywords: Fethiye, Forest fire, Critic areas, Ecological factors

✉ ^a Mersin Üniversitesi, Gülnar Meslek Yüksek Okulu, Mersin
^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği
Bölümü, Isparta

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): mustafaavci@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 19.01.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 29.05.2015



Citation (Atıf): Göktepe, S., Avcı, M., 2015. Muğla-Fethiye ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve yangınlar üzerinde etkili olan faktörler. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 130-140. DOI: [10.18182/tjf.52999](https://doi.org/10.18182/tjf.52999)

1. Giriş

Ormana zarar veren faktörler arasında daima önemini koruyan yangınlar, Türkiye’de ormanların sürekliliğini tehlikeye sokan etkenlerin en önemlilerinden biridir. Özellikle orman yangınlarının çıkmasında ve yayılmasında en uygun koşullara sahip Akdeniz ikliminin etkili olduğu ülkemizin önemli bir kısmı, bu afetin devamlı tehdidi altında bulunmakta ve her yıl çok sayıda çıkan orman yangını sonucu önemli ölçüde orman varlığımız zarar görmektedir.

Ülkemizde 1937 yılından 2014 yılı sonu itibariyle (78 yıl) kaydı tutulan toplam yangın sayısı 98.934 adet olup, yıllık ortalama sayı 1268 adettir. 2004-2014 yılları arasında kapsayan son 11 yıllık dönemde ise toplam 24.440 adet orman yangını meydana gelmiş ve dönem ortalaması 2221 adet/yıl olmuştur. 1937 yılından 2014 yılı sonuna kadar 1.649.646 hektar sahanın yandığı, buna göre yılda ortalama yanan saha miktarının 21.149 hektar, birim yangın başına düşen saha miktarının 16,67 hektar olduğu anlaşılmaktadır. 2004-2014 yıllarını kapsayan son 11 yıllık dönemde ise toplam 93.495 hektar saha yanmış, yıllık ortalama kayıp miktarı 8500 hektar, yangın başına isabet eden saha ise 3,82 hektar olmuştur. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nde 1977-2013 yıllarını kapsayan 37 yıllık dönemde 9795 adet yangın meydana gelmiş ve 72.648 ha alan etkilenmiştir (Anonim, 2014). Küçükosmanoğlu (1990), 1976-1988 döneminde Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nde yıllık ortalama yangın adedinin 143,1 ve yıllık yanan ortalama alan miktarını 2875,3 ha olarak bildirmektedir.

Orman yangınları ile mücadelede, öncelikle nedenlerin araştırılması ve bunların ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Orman idareleri sorumluluk alanlarında çıkan yangınlara ait “Yangın Kayıt Defteri” ve ilgili diğer formlarda tuttuğu kayıtları iyi analiz etmesi durumunda yangınların çıktığı bölgeler, çıkış ve büyüme nedenleri gibi bilgilerden yola çıkarak koruyucu ve önleyici önlemleri daha etkin bir şekilde alabilirler. Ülkemizde bugüne kadar çıkmış olan orman yangınlarının %90’ına insanların sebep olduğu bilinmektedir (Avcı vd., 2009). İnsanı ormandan soyutlamamız mümkün olmadığına göre, onları eğitmemiz, bilinçlendirmemiz şart olup başarı için bu önemli bir ölçüttür.

Yangınların başlaması ve gelişmesiyle doğrudan ilişkili olan yanıcı madde özellikleri, hava halleri ve topoğrafik faktörlerin orman yangınları üzerine olan etkilerinin iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekli koruyucu ve önleyici tedbirlerin alınmasına yardım edecektir. Bu bağlamda, yanıcı maddelere yönelik olan ve önleyici tedbirler arasında yer alan yangın hassasiyet derecelerinin belirlenmesi, yangın öncesi yapılacak planlamalarda özellikle yangınlarla mücadelede kullanılan kaynakların tahsisinde dikkate alınan en önemli kriterdir. Dolayısıyla, yangınlarla mücadelede kullanılacak kaynakların etkin ve ekonomik olarak kullanılabilmesinde, yangın hassasiyet derecelerinin sağlıklı bir şekilde ortaya konulması son derece önemlidir (Küçük ve Ünal, 2005).

Bu çalışmada, Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’nde çıkan yangınlar, çıkış sebepleri, dağılımları, bunların bazı bölgelerde niçin yoğunlaştığı, hassas alanların belirlenmesi ve büyük yangınlar incelenmiştir. Yörenin bitki örtüsü, yeryüzü şekli ve hava hallerinin orman yangınları

üzerindeki etkisi ortaya konulmaya çalışılmış, yangınların en önemli kaynağı olan insan hareketlerinin hangi bölgelerde yoğunlaştığı ve yerleşim yerlerinin dağılımının etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Muğla ilinin güneydoğusunda yer alan Fethiye ilçesi, kuzeybatıda Köyceğiz ilçesi, kuzeyde Gölhisar ve Çameli ilçeleri ile Denizli ve Burdur illeri, doğuda Elmalı ile Antalya ili, güneyde Eşen Çayının denize döküldüğü Çayağzı, batıda Kapıdağ Yarımadası, güneybatıda Akdeniz, Kaş ilçesi ile sınırlanmıştır (Can, 2010).

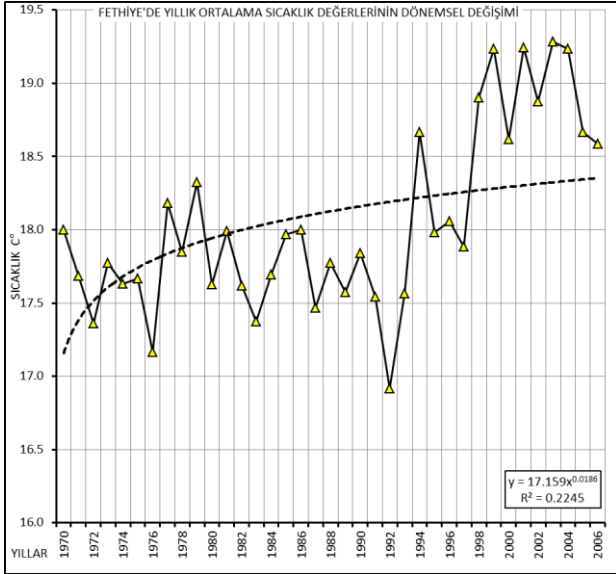
Fethiye ve çevresinde Akdeniz iklimi hâkim olup yazlar sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Yağışlar sonbahar sonu başlamakta ve kışın devam etmektedir. Kıyıda uzaklaştıkça, yükseklerle çıkıldıkça ve iç kesimlere doğru kışlar daha sert geçmekte ve kar yağışları görülmektedir. Yıllık nispi nem ortalaması %68’dir. Şekil 1’de Fethiye Meteoroloji İstasyonu’na ait sıcaklık değerlerinin yıllık ortalamaları (1970-2006 dönemi) verilmiştir. Buna göre 1970-1993 yıllarını kapsayan dönemde yıllık ortalama sıcaklık 17,7 °C arasında değişirken, 1994 yılından itibaren yükselmeye başlamış ve 1994-2006 döneminde 18,7 °C’ye kadar yükselmiş bulunmaktadır (dönemsel ayrımlar Kantarcı 2008’e göre yapılmıştır).

Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü yangın verileri yangın kayıt defteri ve yangın sicil fişlerinden sağlanmıştır. Bu bilgilerin yanı sıra idare teknik elemanlarının özellikle son yıllara ait gözlem ve tecrübelerinden yararlanılmıştır. Çalışma için gerekli haritalar Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nden temin edilmiştir. Yangınların meydana geldiği yerlere ait koordinatlar yangın sicil fişlerinden alınmış (2000-2010 yıllarına ait) ve sayısal haritalara işlenerek yangın yoğunluk haritası elde edilmiştir (Şekil 5). Bu harita ile yörede hassas alanlar belirlenmiş ve bu alanlardaki hassasiyetin nedenleri araştırılmıştır.

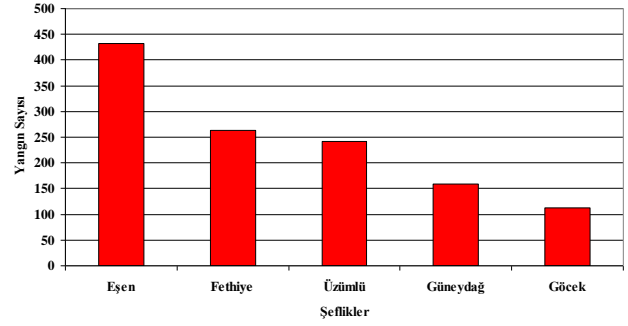
1950–2010 yılları arasında Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’nde çıkan orman yangınlarının işletme şefliklerine dağılımları çizelge ve şekillerle gösterilmiştir. Bu dönemde çıkan 1208 yangının çıkış nedenleri, büyüklükleri, verdiği zararlar ve aylara dağılımı işletme müdürlüklerinde yangın kayıt defterleri incelenerek tespit edilmiştir. Bu yangınlardan büyük zararlara neden olan üç büyük yangına ait dosyalar incelenerek gerekli veriler elde edilmiştir. Bu bilgiler neticesinde büyük yangınların değerlendirmeleri yapılmıştır.

2.1. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’nün tanıtımı

Orman İşletme Müdürlüğü genel alanı 132.254 ha olup bu alanın 94.555 ha’ı ormanlık, kalan 37.699 ha’ı ise açıklık alanıdır. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Fethiye, Eşen, Güneydağ, Göcek ve Üzümlü olmak üzere beş adet işletme şefliği vardır (Şekil 2).



Şekil 1. Fethiye’de ortalama sıcaklık değerlerinin yıllık değişimi (1970-2006 dönemi)



Şekil 3. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’nde 1950–2010 döneminde çıkan yangınların şefliklere dağılımı

3. Bulgular

3.1. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’nün yangın verileri

İşletme Müdürlüğü ormanlarında, 1950–2010 yıllarını kapsayan 61 yıllık dönemde toplam 1208 adet orman yangını meydana gelmiştir (Çizelge 1). En fazla yangın Eşen Orman İşletme Şefliğinde (%36) çıkmıştır. Bunu Fethiye (%22), Üzümlü (%20), Güneydağ (%13) ve Göcek Orman İşletme Şeflikleri (%9) izlemektedir (Şekil 3). Bunu etkileyen temel faktörler; Eşen ve Fethiye şefliklerinin alan olarak büyük olması ve yerleşim yerlerinin bu şefliklerde fazla oluşudur. İşletme genelinde yangın sayısı bazı yıllar daha az olmakla birlikte son yıllarda nüfusun ve turizm faaliyetlerinin artmasına paralel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 4). Ayrıca Şekil 1’de verilen Fethiye ilçesi yıllık ortalama sıcaklık verilerine göre yöre nin sıcaklığının genel itibariyle artış eğiliminde olduğu ve bu durumun yangın hassasiyetini arttırdığı düşünülmektedir.

İşletme Müdürlüğü’nde 1950–2010 yılları arasında çıkan yangınlarda yanan alan miktarları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bu dönemde toplam 8368,6 ha orman zarar görmüştür. En fazla yanan alan 1970’li yıllarda olmuştur. Bu durum ülke genelinde görülen siyasi karışıklık sebebiyle ülke ormanlarının tamamında yaşanan durumla paralellik göstermektedir. Ancak daha sonra yanan alan miktarının genel olarak azalma eğilimi gösterdiği açıkça görülmektedir.

Çizelge 3’de görüleceği üzere işletme ormanlarında her ay az ya da çok yangın çıkmaktadır. Yangınlar esas olarak haziran ayında artmaya başlamakta ve ekim ayının sonuna kadar yangın sezonu devam etmektedir. Ağustos ve eylül ayları yöre ormanları için en kritik aylar olarak dikkati çekmektedir. Buna göre Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü için yangın sezonunun haziran-ekim dönemini kapsayan beş ay olduğu sonucu çıkmaktadır (Şekil 6).

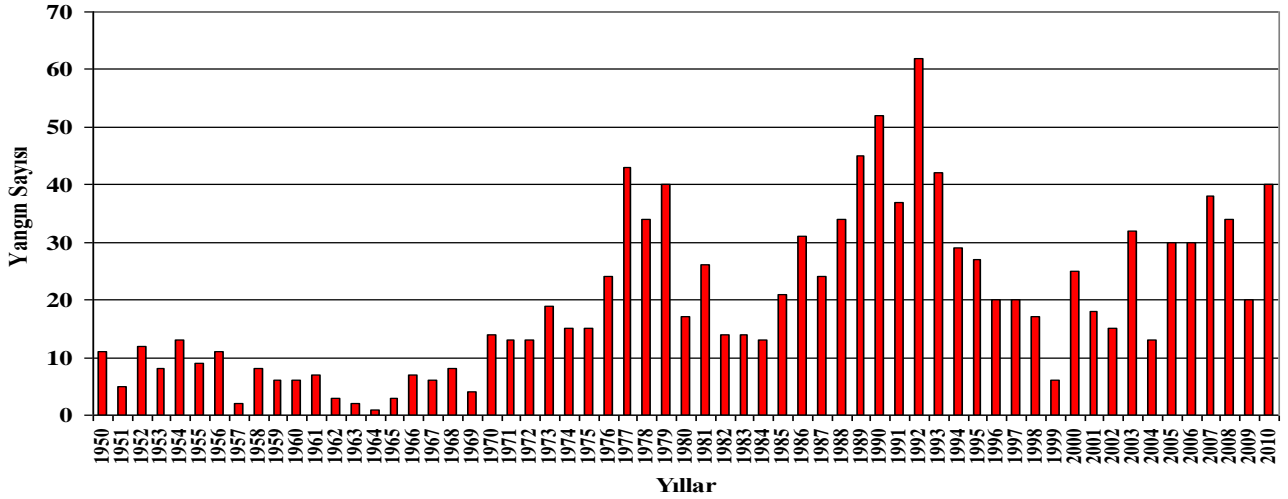
Şekil 5’de 2000–2010 dönemine ait çıkan orman yangınlarının yerleri harita üzerinde verilmiştir. Yangınların tüm orman alanlarına eşit olarak dağılmadığı, bazı alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 2. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü’ne bağlı Orman İşletme Şeflikleri

Çizelge 1. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde şefliklere göre çıkan yangın sayıları

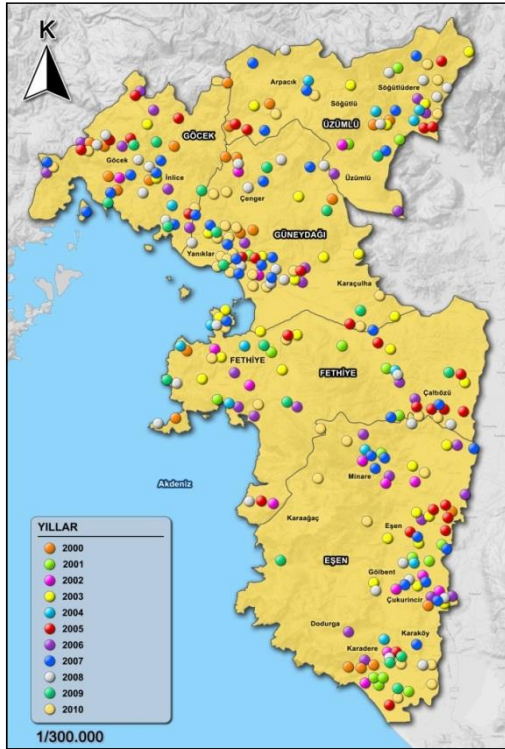
Yıl	Eşen	Fethiye	Üzümlü	Güneydağ	Göcek	Toplam	Yıl	Eşen	Fethiye	Üzümlü	Güneydağ	Göcek	Toplam
1950	-	11	-	-	-	11	1982	5	4	4	1	-	14
1951	-	5	-	-	-	5	1983	7	3	2	2	-	14
1952	-	12	-	-	-	12	1984	4	5	3	1	-	13
1953	2	4	2	-	-	8	1985	12	3	4	2	-	21
1954	5	5	3	-	-	13	1986	9	6	12	2	2	31
1955	1	7	1	-	-	9	1987	7	5	4	3	5	24
1956	3	5	3	-	-	11	1988	7	13	5	5	4	34
1957	-	1	1	-	-	2	1989	13	7	14	4	7	45
1958	5	2	1	-	-	8	1990	24	4	11	8	5	52
1959	1	2	2	-	1	6	1991	13	10	3	6	5	37
1960	-	3	2	-	1	6	1992	34	10	10	7	1	62
1961	1	3	3	-	-	7	1993	15	8	12	3	4	42
1962	1	1	1	-	-	3	1994	19	4	-	5	1	29
1963	-	2	-	-	-	2	1995	10	3	4	4	6	27
1964	-	1	-	-	-	1	1996	8	3	1	6	2	20
1965	1	-	1	-	1	3	1997	7	5	2	3	3	20
1966	4	1	2	-	-	7	1998	6	3	5	-	3	17
1967	1	3	-	-	2	6	1999	2	2	-	1	1	6
1968	5	2	1	-	-	8	2000	7	2	4	5	7	25
1969	3	-	-	1	-	4	2001	9	4	3	2	-	18
1970	9	2	2	-	1	14	2002	8	3	1	2	1	15
1971	10	-	1	1	1	13	2003	9	9	5	7	2	32
1972	9	-	2	1	1	13	2004	3	5	4	-	1	13
1973	8	3	7	1	-	19	2005	7	9	5	3	6	30
1974	5	-	6	2	2	15	2006	10	6	4	3	7	30
1975	7	1	2	3	2	15	2007	10	3	6	11	8	38
1976	6	1	15	1	1	24	2008	7	6	6	8	7	34
1977	12	6	16	7	2	43	2009	4	4	2	4	6	20
1978	13	9	8	4	-	34	2010	7	9	5	16	3	40
1979	20	4	7	9	-	40	Toplam	432	263	242	159	112	1208
1980	9	1	4	3	-	17	%	36	22	20	13	9	100
1981	8	8	8	2	-	26							



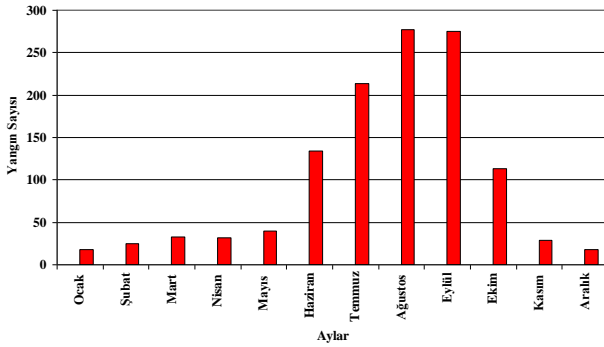
Şekil 4. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde yıllara göre yangınlara dağılımı

Çizelge 2. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde yanan alan miktarları (ha)

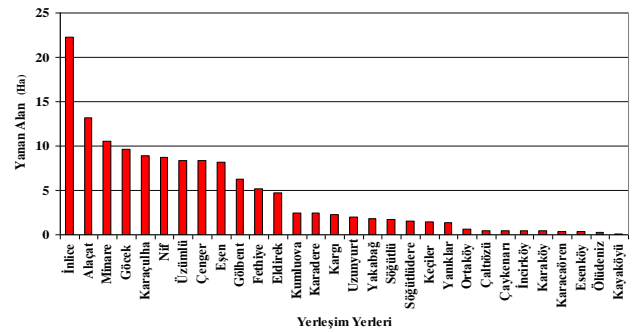
Yıl	Eşen	Fethiye	Üzümlü	Güneydağ	Göcek	Toplam	10 Yıllık Dönem Ortalaması
1950	-	657,0	-	-	-	657,0	
1951	-	41,0	-	-	-	41,0	
1952	-	155,0	-	-	-	155,0	
1953	-	245,0	-	-	-	245,0	
1954	21,0	26,0	312,0	-	-	359,0	182,0
1955	6,0	60,0	3,0	-	-	69,0	
1956	75,0	28,0	-	-	-	103,0	
1957	-	4,0	18,0	-	-	22,0	
1958	20,0	30,0	3,0	-	-	53,0	
1959	5,0	11,0	10,0	-	90,0	116,0	
1960	-	8,0	13,0	-	4,0	25,0	
1961	8,0	4,0	6,0	-	-	18,0	
1962	10,0	-	3,0	-	-	13,0	
1963	-	4,0	-	-	-	4,0	
1964	-	3,0	-	-	-	3,0	
1965	10,0	-	30,0	-	100,0	140,0	25,9
1966	10,0	1,0	8,0	-	-	19,0	
1967	-	3,0	-	-	11,0	14,0	
1968	10,0	-	1,0	-	-	11,0	
1969	7,0	-	-	5,0	-	12,0	
1970	100,0	2,0	24,0	-	-	126,0	
1971	60,0	-	15,0	40,0	3,0	118,0	
1972	52,0	-	2,0	20,0	4,0	78,0	
1973	50,0	60,0	72,0	2,0	-	184,0	
1974	17,0	-	24,0	5,0	500,0	546,0	475,8
1975	29,0	3,0	18,0	6,0	3,0	59,0	
1976	12,0	1,0	170,0	-	1,0	184,0	
1977	1145,0	60,0	1034,0	315,0	7,0	2561,0	
1978	43,0	18,0	41,0	3,0	-	105,0	
1979	449,0	27,0	142,0	179,0	-	797,0	
1980	26,0	1,0	28,0	9,0	-	64,0	
1981	38,0	24,0	150,0	1,0	-	213,0	
1982	8,0	18,0	32,0	-	-	58,0	
1983	36,0	2,0	2,0	35,0	-	75,0	
1984	4,5	4,0	8,0	0,4	-	16,9	
1985	22,0	0,2	3,0	0,7	-	25,9	105,5
1986	7,0	5,5	41,0	0,8	1,5	55,8	
1987	19,0	3,2	2,0	2,0	6,0	32,2	
1988	1,4	21,0	1,1	17,0	416,0	456,5	
1989	27,0	1,2	21,0	7,0	2,0	58,2	
1990	29,0	2,0	44,0	1,3	2,0	78,3	
1991	5,5	3,0	1,0	2,0	0,5	12,0	
1992	41,0	16,0	3,0	3,0	-	63,0	
1993	34,0	39,0	89,0	1,0	18,0	181,0	
1994	8,0	2,0	-	1,0	0,2	11,2	48,7
1995	6,0	4,4	1,0	1,4	6,0	18,8	
1996	1,0	0,3	0,2	3,0	1,0	5,5	
1997	4,4	11,0	0,5	0,3	3,0	19,2	
1998	1,0	9,0	5,0	-	82,0	97,0	
1999	0,7	0,2	-	0,1	0,1	1,1	
2000	1,4	0,2	1,2	1,3	1,0	5,1	
2001	2,8	0,6	0,6	1,1	-	5,1	
2002	2,3	3,7	1,0	0,3	6,0	13,3	
2003	2,9	6,8	1,4	1,0	2,1	14,2	
2004	1,2	1,0	29,8	-	0,1	32,1	
2005	2,7	2,1	80,6	0,4	15,7	101,5	22,6
2006	5,8	1,6	2,5	0,3	0,6	10,8	
2007	4,2	1,1	1,0	6,9	2,5	15,7	
2008	1,3	2,9	0,8	2,6	1,0	8,6	
2009	1,1	1,0	0,2	0,3	0,6	3,2	
2010	6,4	2,6	1,5	2,9	3,2	16,6	
Toplam	2448,4	1607,6	2382,5	659,9	1270,2	8368,6	
%	29	20	28	8	15	100	



Şekil 5. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2000–2010 döneminde çıkan yangınlar



Şekil 6. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde aylara göre çıkan yangın sayısı



Şekil 7. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde yerleşim yerlerine göre yangın başına yanan alan miktarları (ha)

Çizelge 3. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde çıkan yangınların aylara göre dağılımı

Ay	Fethiye	Eşen	Güneydağ	Göcek	Üzümlü	Toplam	%
Ocak	2	7	2	-	7	18	1,5
Şubat	2	8	4	5	6	25	2,1
Mart	7	8	8	3	7	33	2,7
Nisan	9	10	5	1	7	32	2,6
Mayıs	12	6	5	9	8	40	3,2
Haziran	39	29	28	18	20	134	11,2
Temmuz	41	68	41	16	48	214	17,7
Ağustos	62	110	24	24	57	277	22,9
Eylül	53	125	27	18	52	275	22,8
Ekim	20	50	9	14	20	113	9,4
Kasım	11	8	4	1	5	29	2,4
Aralık	5	3	2	3	5	18	1,5
Toplam	263	432	159	112	242	1208	100,0

Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıkan yangınların sebepleri incelendiğinde (1950-2010) yangınların yaklaşık %60'ının meçhul, yani sebebinin bilinemediği görülmektedir. İkinci olarak %13'lük oran ile kaza gelmektedir. %11'lik oran ile ihmal-dikkatsizlik, %10'luk oran ile kasıt ve %6'lık oran ile yıldırım meydana gelmektedir. 2000-2011 döneminde ise bu rakamlar; ihmal-dikkatsizlik %39,6, kasıt %20,4, yıldırım %18,9, kaza %17,9 ve %3,2 ile meçhulden oluşmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 5'de 1950-2010 yılları arasında çıkmış olan yangınların yerleşim yerlerine göre sayısal dağılımı, Çizelge 6'da ise yerleşim yerlerine göre yanan alan miktarları verilmiştir. Yangın sayısı Fethiye-Merkez, Eşen ve Üzümlü'de en yüksek seviyede olup yanan alan bakımından ise Eşen, Üzümlü ve Minare ilk üç sırayı oluşturmaktadır. Çizelge 7 ve Şekil 7'de Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nün yerleşim yerlerinde meydana gelen yangın başına yanan alan miktarları görülmektedir. İnce, yangın sayısı çok fazla olmamakla birlikte yanan alan miktarının büyüklüğü ile ilk sırada bulunmaktadır.

Çizelge 4. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde çıkan orman yangınlarının sebepleri

Sebepler	Fethiye	Eşen	Güneydağ	Göcek	Üzümlü	Toplam	%
Meçhul	163	273	79	42	170	727	60,2
Kasıt	21	56	16	8	23	124	10,3
Dikkatsizlik	7	25	10	15	9	66	5,5
Yıldırım	14	8	13	19	18	72	6,0
İhmal	11	26	12	9	8	66	5,5
Kundaklama	8	9	1	9	4	31	2,6
Sigara	11	11	9	3	1	35	2,9
Kaza	8	5	7	2	4	26	2,1
Enerji Nakil H.	6	5	8	2	-	21	1,7
Tarla Temizliği	1	4	1	-	1	7	0,6
Tedbirsizlik	4	2	-	1	3	10	0,8
Anız Yakma	-	4	1	-	-	5	0,4
Tarla Açmak	4	1	-	-	-	5	0,4
Çöplük	1	2	-	-	-	3	0,2
Piknik Ateşi	2	1	1	1	1	6	0,5
Elektrik Kon.	1	-	1	1	-	3	0,2
Havai Fişek	1	-	-	-	-	1	0,1
Toplam	263	432	159	112	242	1208	100,0

Çizelge 5. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde yerleşim yerlerine göre çıkan yangın sayıları

Yerleşim Bölgesi (İlçe/Belde/Köy)	Yangın Sayısı
Fethiye	233
Eşen	166
Üzümlü	152
Minare	118
Göcek	91
Nif	41
Alaçat	34
Gölbent	31
İnlice	27
Çenger	27
Söğütlüdere	24
Kargı	23
Kumluova	22
Karaçulha	19
Yanıklar	19
Eldirek	17
Söğütlü	13
Karadere	13
Ölüdeniz	12
Çaltıözü	11
Çaykenarı	11
Demirler	10
Esenköy	11
Karacaören	10
Çukurincir	9
İncirköy	9
Kaya Köyü	9
Keçiler	8
Kızılbel	7
Yayla Ceylan	6
Uzunyurt	6
Ortaköy	5
Karaköy	5
Yakabağ	5
Gökben	4

Çizelge 6. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde yerleşim yerlerine göre yanan alanlar (ha)

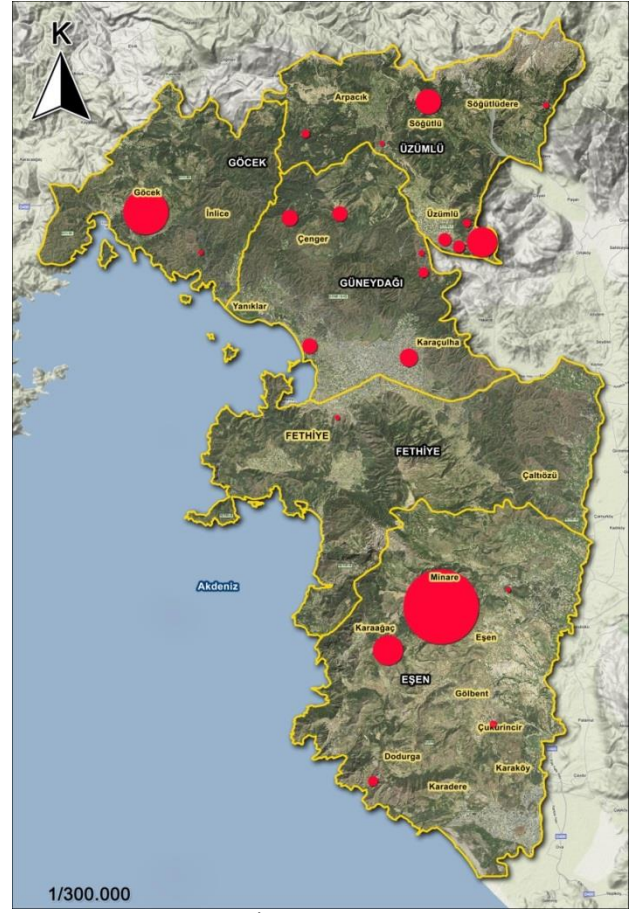
Yerleşim Bölgesi (İlçe/Belde/Köy)	Yanan alan (ha)
Eşen	1354,6
Üzümlü	1276,1
Minare	1245,0
Fethiye	1216,7
Göcek	878,3
İnlice	601,5
Alaçat	481,0
Nif	357,9
Çenger	226,3
Gölbent	193,5
Karaçulha	170,0
Eldirek	80,1
Kumluova	55,1
Kargı	52,8
Söğütlüdere	36,3
Karadere	32,1
Söğütlü	22,1
Yanıklar	25,3
Uzunyurt	12,0
Keçiler	12,0
Yakabağ	9,0
Çaykenarı	5,0
Çaltıözü	5,0
Esenköy	4,2
İncirköy	4,0
Karacaören	4,0
Ortaköy	3,0
Ölüdeniz	3,0
Karaköy	2,1
Kayaköyü	0,6

Çizelge 7. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1950–2010 döneminde yerleşim yerlerine göre yangın başına yanan alan miktarları (ha)

Yerleşim Bölgesi (İlçe/Belde/Köy)	Yangın Başına Yanan Alan (ha)
İnlice	22,28
Alaçat	13,15
Minare	10,55
Göcek	9,65
Karaçulha	8,95
Nif	8,73
Üzümlü	8,40
Çenger	8,38
Eşen	8,16
Gölbent	6,24
Fethiye	5,22
Eldirek	4,71
Kumluova	2,50
Karadere	2,47
Kargı	2,30
Uzunyurt	2,00
Yakabağ	1,80
Söğütü	1,70
Söğütüdere	1,51
Keçiler	1,50
Yanıklar	1,33
Ortaköy	0,60
Çaltözü	0,45
Çaykenarı	0,45
İncirköy	0,44
Karaköy	0,42
Karacaören	0,40
Esenköy	0,38
Ölüdeniz	0,25
Kayaköyü	0,06

3.2. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıkan büyük yangınlar

Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1970-2010 döneminde çıkan büyük yangınlara ait (≥ 50 ha) bilgiler Çizelge 8'de, konumları ise Şekil 8'de görülmektedir. Bu dönemde toplam 22 adet büyük yangın meydana gelmiş olup bunlardan 19 tanesi 1970'li yıllarda yaşanmıştır. En son çıkan büyük yangın 21.08.2005 tarihinde Üzümlü Orman İşletme Şefliği Arpacık Köyü'nde meydana gelmiş ve 80 ha orman alanı zarar görmüştür. İşletme ormanlarında yaşanan en büyük yangın ise 10.07.1977 tarihinde Eşen Orman İşletme Şefliği Minare Köyü'nde meydana gelmiş ve 750 ha alan zarara uğramıştır.



Şekil 8. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1970-2010 döneminde çıkan büyük yangınlar (işaretler yangın büyüklüğü ile orantılıdır)

Çizelge 8. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1970-2010 döneminde çıkan büyük yangınlar (Küçükosmanoğlu, 1987'e göre E, F ve G sınıfı yangınlar)

İşletme Şefliği	Köy	Mevki	Tarih	Yanan Alan (ha)
Fethiye	Ovacık	Kuzyaka	09.08.1973	50
Göcek	İnlice	Küçükargı	14.08.1974	50
Göcek	İnlice	Kesmeli	15.08.1974	450
Üzümlü	Akçay	Köroğlumanas.	12.08.1976	60
Güneydağ	Günlükbaşı	Foçaburnu	16.06.1977	150
Eşen	Sondakdağ	Evrentepe	26.06.1977	100
Üzümlü	Akçay	Sazak	04.07.1977	120
Eşen	Minare	Tahtayurdu	10.07.1977	750
Arpacık	Söğütlü	Asartepe	10.07.1977	250
Güneydağ	Çenger	Gönderesi	09.08.1977	150
Eşen	Minare	Körkaya	05.09.1977	50
Güneydağ	Karaçalha	Gökalan	21.09.1977	180
Eşen	Gölbent	Kuzpınarı	17.10.1977	70
Üzümlü	Akçay	Sazak	17.10.1977	300
Üzümlü	Yakacık	Belenova	11.11.1977	100
Eşen	Dokuzgöl	Kurucan	28.04.1979	300
Arpacık	Sazakgözü	Buzaotu	14.07.1979	50
Güneydağ	Çenger	Güney	27.09.1979	160
Üzümlü	Akçay	Kumalanı	27.09.1979	80
Üzümlü	Akçay	Sazak	09.08.1981	130
Üzümlü	Oyunlu	Oyunlu	23.09.1993	60
Üzümlü	Arpacık	Bağbaşı	21.08.2005	80

3.3. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında yangına hassas alanlar

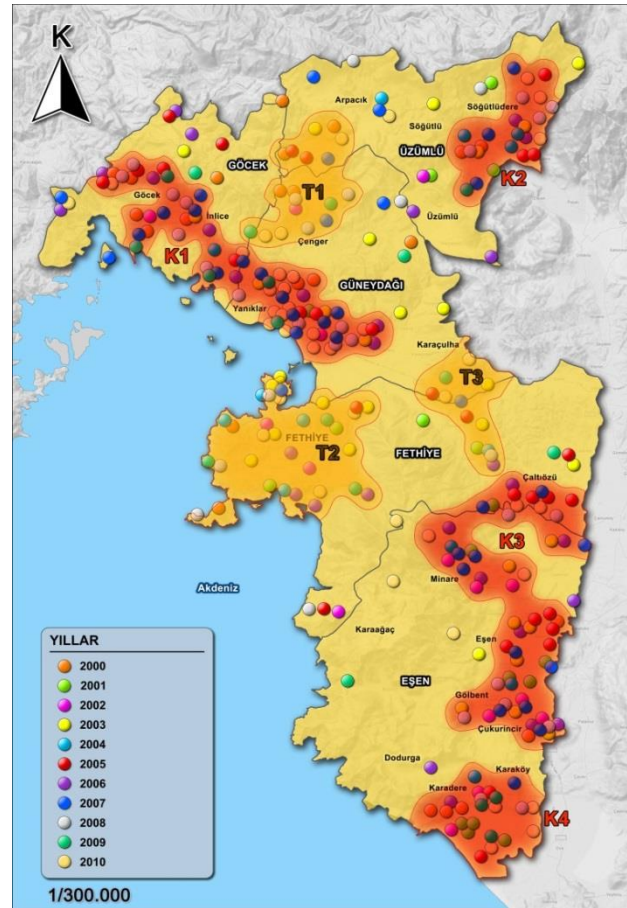
İşletme Müdürlüğü ormanlarında çıkan 2000-2010 yıllarına ait yangınların meydana geldiği yerler incelendiğinde yangınların bazı alanlarda yoğunlaştığı, bazı ormanlarda da hiç yangın çıkmadığı görülmektedir (Şekil 9). Yangınların çıkış sebepleri bu bölgeler itibariyle incelendiğinde dağılım üzerinde genel olarak yerleşim yerleri, turizm, tarımsal faaliyetler ve nüfus dağılımı, yol güzergâhları, yeryüzü şekli ve orman yapısının etkili olduğu anlaşılmıştır. Yangın sayıları bakımından incelendiğinde dört bölge birinci derecede, üç bölge ikinci derecede hassas alanlar olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda çıkan yangınların çıkış nedenleri ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aşağıda haritadaki rumuzları ve nedenleri ile birlikte verilmiştir.

Birinci derecede hassas alanlar:

- *Göcek, İnlice, Yanıklar, Kargı, Çiftlik (K1) →(Nüfus yoğunluğu, turizm ve rekreasyon alanları, Fethiye-Dalaman ana yol güzergahı)
- *Söğütüdere, Söğütlü, Üzümlü (K2) →(Çoban ateşi, çobanlar arası hasımlık)
- *Çukurincir, Gölbent, Eşen, Demirler, Minare, Arifler, Yakabağ, Çaltıözü, Alaçat, Çaykenarı (K3) →(Tarımsal faaliyetler, anız yakma, zeytincilik, Fethiye-Kaş karayolu)
- *Karadere, Kumluova, Karaköy, Dodurga (K4) →(Nüfus yoğunluğu ve yerleşim alanları, piknik)

İkinci derecede hassas alanlar:

- *Çenger, Kuru, Arpacık (T1) →(Kasıt)
- *Fethiye, Ölüdeniz, Keçiler, Kayaköyü (T2) →(Merkez ilçe yerleşimi, turizm, piknik)
- *Karaçalha, Esenköy, Gökben, Bozyer (T3) →(Yerleşim alanları ve tarım)



Şekil 9. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü'nde yangın sayısı açısından hassas alanlar

3.4. Yangın hassasiyetini etkileyen ekolojik ve diğer faktörler

Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü ormanları deniz seviyesinden başlayarak yükseltisi 2500 metreye kadar ulaşan bir yörede bulunmaktadır. Ormanların büyük bir bölümü ova ve yükseltisi düşük alanlarda olmakla birlikte, dağların denize bakan yamaçları ve kısmen de dağların ardında kalan kısımlarda yayılış göstermektedir.

Ormanı oluşturan bitki türleri, asli olarak kızılçam ve refakatçisi olan maki türlerinden ibarettir. Bu yapı geniş bir dağılım yapmakla birlikte yüksek kesimlere çıkıldıkça karaçam, ardıç ve sedir ile karışım yapmaktadır (Kantarıcı, 1990). Kızılçam ile birlikte maki elemanlarının yer yer yoğunluğu hem orman yangınlarının çıkması ve yayılmasında rol oynayan, hem de yangına müdahale esnasında işçilerin ve motorlu araçların çalışmasını zorlaştıran bir faktördür. Özellikle pınal meşesi, mersin, sandal ve funda türleri orman yangınları açısından her bakımdan zorluklara neden olmaktadır. Bunun yanında geniş sahalarda tesis edilmiş genç kızılçam meşcerelerinin varlığı son derece önem taşımaktadır.

Fethiye ormanlarında yangınlara karşı hassasiyeti etkileyen faktörlerden yerleşim alanlarının dağılımı önemli rol oynamaktadır. Fethiye ilçe merkezinin hemen çevresinde yer alan mahalle ve köyler ile kırsal kesimde ve orman içinde bulunan yerleşim yerleri ihmal-dikkatsizlik nedeniyle çıkan yangınlarda önemli bir faktördür. Birçok yerde orman içinden geçen Dalaman-Kaş arasındaki şehirlerarası karayolu yaz aylarında yangının çok çıktığı yerler olarak dikkati çekmektedir.

Fethiye yöresi özellikle sera tarımının yoğun olarak yapıldığı bir yer olup orman-tarım ara kesitlerinde yürütülen tarımsal faaliyetler yangın riskini arttırmaktadır. Tarım alanları ile ormanlar iç içe girmiş durumdadır.

Fethiye ilçesinde nüfus artışı yangın sayılarındaki artışı da beraberinde getirmiştir. İlçenin 1970 yılında nüfusu 60.000, 1990 yılında 100.000 ve 2010 yılında ise 145.000'e ulaşmış durumdadır. Fethiye başta Ölüdeniz ve Göcek olmak üzere birçok sahil ve koylarıyla yaz aylarında yoğun bir turizm faaliyetine sahne olmaktadır. Bu dönemde nüfusun birkaç kat artması ile insan hareketliliği çok sayıda yangın çıkması için yeterli olmaktadır. 2004-2014 yılları arasında Muğla ili, deniz ve hava limanları gümrük kapılarından giriş yapan yabancı turistlerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde sayının genel olarak arttığı, 2004 yılında 2.624.499 olan turist sayısının 2014 yılında 3.280.775'e ulaştığı görülmektedir. Fethiye Turizm Danışma Bürosu'ndan alınan verilere göre ise 2012 yılında Fethiye'yi ziyaret eden turist sayısı yaklaşık 1.250.000'dir.

Fethiye ormanlarının bir kısmı Torosların batı kısmında yer almaktadır. Bu alanlarda hayvancılık ve yaylacılık faaliyetleri yaz aylarında yangınlar bakımından bir risk oluşturmaktadır. Çoban ateşleri nedeniyle ulaşımı zor noktalarda yangınlar çıkmaktadır.

Ülkemizde üretilen çam balının büyük bir kısmı Muğla ili kızılçam ormanlarından sağlanmaktadır. Fethiye ormanları da arıcılık faaliyetlerinin fazla miktarda yapıldığı alanlardandır. Arıcılar kendi geçim kaynakları olması nedeniyle dikkatli olsalar da zaman zaman yangınlara sebep olmaktadır.

4. Sonuç ve öneriler

Ülkemizde her yıl sayısı ve yaktığı alan miktarı değişmekle birlikte çok sayıda yangın çıkmaya ve ağaçlarla birlikte ormanın diğer tüm canlı ve cansız unsurlarına zarar vermeye devam etmektedir. Ülkemiz ormanları için yangın geçmişten bugüne kadar önemini korumuş ve korumaya da devam edecektir. Akdeniz ikliminin etkisi altında olan ormanlar, özellikle son yıllarda doğu Akdeniz havzasında küresel ısınmanın da etkisiyle daha çok tehdit altında kalmaktadır (Türkeş vd., 2000; Kantarıcı, 2008). Küresel ısınma ve yağış azlığının Akdeniz havzasında gelecekte daha ciddi sorunlara yol açacağı bildirilmektedir. Yağışların mevsimsel olarak değişikliğe uğrayacağı, Avrupa'nın birçok bölgesinde yağışlar artarken özellikle doğu Akdeniz'de yaz yağışlarının azalmaya devam edeceği öngörülmektedir (Kayhan, 2007). Kızılçam ormanları yangın sezonunda neredeyse her an yanmaya hazır şartlar altında varlığını sürdürmeye çalışmaktadır.

Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında yangın sezonunun haziran-ekim aylarını kapsadığı belirlenmiştir. Yangınlar mayıs-haziran aylarında artmaya başlamakta, ağustos, eylül aylarında maksimum değerlere ulaşmakta ve ekim ayı sonuna doğru tekrar azalma eğilimi içine girmektedir. Ağustos ayı 277 adet yangınla yangınların en çok çıktığı ay olarak dikkati çekmektedir. Haziran-ekim dönemini kapsayan 5 aylık yangın sezonu boyunca yangın koruma ve savaş organizasyonu her an hazır durumda bulunmalıdır.

1974 yılında Göcek Orman İşletme Şefliği, İnce-Kesmeli mevkiinde ve 1977 yılında Eşen Orman İşletme Şefliğinde Minare-Tahtayurdu mevkiinde çıkan yangınlar 1950-2010 yıllarını kapsayan dönemde meydana gelen büyük orman yangınlarıdır. Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü genel toplamına göre Göcek yangını toplam orman alanının %0,5'ini, Minare yangını ise toplam orman alanının %0,8'ini etkilemiştir.

Fethiye ormanlarında çıkan yangınların sebepleri incelendiğinde (1950-2010 dönemi) yangınların %60'ının nedeni bilinmemektedir. İkinci olarak %13'lük oran ile kaza gelmekte daha sonra %11'lik oran ile ihmal-dikkatsizlik, %10'luk oran ile kasıt ve %6'lık oran ile de yıldırımdan meydana gelmektedir. Buna göre söz konusu dönemde yangınların %94'ü insan kaynaklı olmuştur. Bununla beraber 2000-2010 döneminde ise bu rakamların; ihmal-dikkatsizlik %39,6, kasıt %20,4, yıldırım %18,9, kaza %17,9 ve %3,2 ile meçhul olduğu görülmektedir. Yani insan kaynaklı yangınların sayısı %81,1'e düşmüştür. Yıldırım kaynaklı yangınlar ise %18,9 ile ülke ortalamasının iki katına yakındır. Uzun yıllar ortalaması ile son yıllara ait verilerin arasında önemli değişiklik dikkati çekmektedir. Bunun nedeninin yangınların sebeplerinin tespiti hususunda günümüz imkânlarının geçmişe göre çok daha iyi oluşudur. Ayrıca insanların bilinçlenmesi ve en kısa zamanda orman idaresine haber vermesi, ormanların daha iyi şartlarda gözetimi, yol ağının genişlemesi, yangınlara daha hızlı ulaşım ve teknolojinin getirdiği bazı kolaylıklar günümüzde yangın sebeplerinin tespitini kolaylaştırmaktadır.

Ülkemizde 1997-2007 yıllarını kapsayan dönemde çıkan yangınların %9,7'sine yıldırım sebep olmuştur. Bu dönemde çıkan 1949 adet yıldırım kaynaklı yangının %26,9'ı Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde çıkmıştır. Akdeniz üzerinden gelirken enerjisini arttırarak Türkiye'ye yaklaşık

güneybatıdan giriş yapan siklonların (sinoptik sistemlerin-3b nolu yörünge olarak kabul edilir) katkısıyla Muğla ve Denizli’de yıldırım olayları fazla gözlenir. Bu bölgedeki hâkim rüzgârlar güneybatı yönünden esmekte ve yıldırım için gerekli nemi taşımaktadır (Avcı vd., 2009).

Fethiye ormanlarında meydana gelen yangınların zarar verdiği alanlar incelendiğinde çeşitli faktörlere bağlı olarak dağılımın yeknesak olmadığı, bazı yörelerde yoğunlaştığı açıkça görülebilmektedir. Yerleşim yerleri mülki hudutlarına göre değerlendirildiğinde Göcek, İnce, Yanıklar, Kargı, Çiftlik, Söğütüdere, Söğütü, Üzümlü, Çukurincir, Gölbent, Eşen, Demirler, Minare, Arifler, Yakabağ, Çaltıözü, Alaçat, Çaykenarı, Karadere, Kumluova, Karaköy ve Dodurga’nın ormanlık sahalarının yangın sayı ve alan bakımından diğerlerine göre daha hassas olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Arazi yapısı, meşcere tipleri, yükselti vb. faktörler dışında insan kaynaklı farklılıklar yangınların dağılımını etkileyen en önemli temel unsurdur.

Nüfus yoğunluğu, turizm ve rekreasyon alanları, Fethiye-Dalaman ana yol güzergahı, çoban ateşi, çobanlar arası hasımlık, tarımsal faaliyetler, anız yakma, zeytincilik, Fethiye-Kaş karayolu ve yerleşim alanlarının konumları gibi faktörlerden biri veya birkaçının etkisi ile hassas yörelerde çok sık yangın çıkmaktadır. Yücel (1987), bulgularımıza paralel olarak Fethiye ormanlarında çıkan yangınlara göre yaptığı sınıflandırmada Eşen ve Fethiye Orman İşletme Şeflikleri’ni 100 hektara isabet eden yıllık yangın sayısı bakımından en hassas şeflikler olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada Göcek ormanlarının yangına az hassas olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak son yıllarda Göcek yöresinde nüfus yoğunluğunun hızlı artması ve turizm bakımından gözde yerlerden biri olması nedeniyle bu yörede yangın sıklığının arttığı bulunmuştur.

Eşen Orman İşletme Şefliği’nde Eşen beldesi yerleşim yerinin doğusunda kalan kısmın hemen hemen tamamı yangına çok hassas alanlar olarak bulunmuşken, batı kısmı ise Babadağ’ın güney kısmından itibaren güneyde kısım kadar özellikle arazi yapısı ve nüfus barındırmaması nedeniyle yangın riski taşımadığı belirlenmiştir.

Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında farklı nedenlerle son yıllarda çok sayıda yangın çıkmıştır. Ancak yangın koruma ve savaş organizasyonlarında başarılı uygulamalar sayesinde yanan alan miktarı fazla olmamaktadır. Yangın başına düşen ortalama yanan alan miktarı genel olarak düşüş eğilimi göstermektedir. Bunda çıkan bir yangının görülmesinden itibaren, yangının kontrol altına alınması ve söndürülmesine kadar geçen sürede tecrübeli teknik personel ile arazöz ve söndürme ekiplerinin gayretli çalışmaları önemli rol oynamaktadır. Yangınlara neden olan temel faktör insan olduğuna göre Fethiye yöresinde de özellikle yangın çıkmasını önleyecek eğitim çalışmalarına her yaşta insan için daha fazla önem verilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma “Muğla-Fethiye ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve yangınlar üzerinde etkili olan faktörler” başlıklı yüksek lisans tezinin özetidir. Çalışmayı destekleyen Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü teknik personeline, meteorolojik verilerin analizini yapan Prof. Dr. M. Doğan KANTARCI’ya, haritaların yapımında yardımlarını gördüğümüz Orman Yük. Mühendisi Ogün Ç. TÜRKAY’a, 2371-YL-10 No’lu proje ile tezi destekleyen SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne ve TEMA (Turan Demirarslan Bursu) Vakfına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Avcı, M., Korkmaz, M., Alkan, H., 2009. Türkiye’de Orman Yangınlarının Nedenleri Üzerine Bir Değerlendirme. I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak 2009, Antalya, s. 33-45.
- Anonim, 2014. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı Kayıtları, Ankara.
- Can, R., 2010. Fethiye Ovası ve Yakın Çevresinde Doğal Ortam-İnsan İlişkileri. YL Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Kantarci, M. D., 1990. Akdeniz Bölgesi’nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması. OGM Basımevi, Ankara.
- Kantarci, M. D., 2008. Türkiye’nin Batı Akdeniz Bölümü Ormanları ve Bazı Önemli Sorunlar. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü 50. Yıl Etkinliği, 1-2 Nisan 2008, Antalya.
- Kayhan, M., 2007. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi. 11-13 Nisan 2007, İTÜ, İstanbul, 81-83.
- Küçük, Ö., Ünal, S., 2005. Yangın Hassasiyet Derecesinin Belirlenmesi: Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü Örneği. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 6(1-2): 28-34.
- Küçükosmanoğlu, A., 1987. Türkiye Ormanlarında Çıkan Yangınların Sınıflandırılması İle Büyük Yangınların Çıkma ve Gelişme Nedenleri. VI+245.
- Küçükosmanoğlu, A., 1990. Kızılcam-Orman Yangınları İlişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B, 40 (4): 67-85.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Yücel, M., 1987. Fethiye Yöresi Ormanlarında Yangınların Gözetlenmesi ve Yangın Söndürme Ekiplerinin Planlanması. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten Seri No: 187, Ankara.

Orman köylerinde kadının toplumsal yaşamdaki rolü: Isparta Orman İşletme Şefliği örneği

Sibel Korkmaz^{a,*}, Hasan Alkan^b

Özet: Bu çalışmanın amacı orman köylerinde yaşayan kırsal kadınların ekonomik, sosyal ve kültürel yaşamdaki rolleri üzerine belirlemeler yapmaktır. Araştırmanın evreni Isparta Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki orman köylerinde yaşayan kadınlardır. Bu kapsamda 222 kadın ile anket çalışması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan diğer veri toplama yöntemleri ise yazın analizi, mülakat ve gözlemdir. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin değerlendirilmesi için yüzdelik oranlar ve değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde ise kıkare testinden yararlanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, kadınların ekonomik yaşamda yoğun bir iş yükünün bulunduğu tespit edilmiştir. Ücretsiz aile işçisi kapsamında işlendirilen kadınların çoğunlukla sosyal güvenlikten yoksun oldukları belirlenmiştir. Sosyal yaşamda da kadının önemli rolü bulunmaktadır. Günlük yaşam ortamı olarak kullanılan hanelerin tüm işleri neredeyse kadının üzerindedir. Bunun yanında kadınların hem ekonomik hem de sosyal içerikli kararların verilmesi süreçlerine katılımı çok düşük düzeydedir. Yörede yaygın eğitim çalışmalarının yeterli olmadığı belirlenmiştir. Orman kaynaklarından istihdam olanakları incelendiğinde yörede kadınların çoğunlukla ağaçlandırma, gençlik bakımı ve fidanlık işlerinde işlendirildikleri görülmektedir. Kadınların büyük bir bölümü orman işçiliğini kendileri için uygun iş grubu içerisinde değerlendirmektedir. Çevre orman kaynaklarına yönelik olumlu algıların bulunması kadınların doğal kaynaklarla ilişkisi bakımından önem taşımaktadır. Yöredeki kadınların önemli bir bölümünün yaşamlarından memnun olduğu diğer önemli sonuçlardır.

Anahtar kelimeler: Orman köyleri, Kırsal kadın, Toplumsal yaşam, Isparta

The role of women in community life in forest villages: The example of Isparta Forest District

Abstract: The purpose of the study is to make determinations on the roles that the rural women living in forest villages have on economic, social and cultural life. The object of the study is the women living in forest villages located within the Forest Sub-District Directorate of Isparta. In this context, the survey study was conducted with 222 women. Other data gathering methods used in the study was literature analysis, interviews and observations. The percentage ratios were used to evaluate the data obtained within the scope of the study and the chi-square test was utilized to determine the relationship between the variables. According to the results of study, it was determined that the women have a very heavy workload in economic life. It was also determined that most women made to work, within the context of unpaid family workers, are deprived of social security. The role of women in social life is very important as well. Almost all of the work of the house being used as a daily life area is on the women. In addition, women's participation in decision processes of both economic and social contexts is at a very low level. It was determined that the non-formal education activities are not sufficient either. When the employment opportunities from the forest resources were examined, it was seen that most women in the region were made to work in plantation, youth care and plant nursery work. A large portion of women consider forest labor to be an appropriate work group for them. The presence of positive perception towards environmental forest resources is very important in terms of the relationships the women have with natural resources. A significant portion of women in the region being satisfied with their lives is another important result of the study.

Keywords: Forest villages, Rural women, Community life, Isparta

✉ ^a Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Isparta

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

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): sibelkorkmaz@ogm.gov.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 06.03.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 06.04.2015



Citation (Atıf): Korkmaz, S., Alkan, H., 2015. Orman köylerinde kadının toplumsal yaşamdaki rolü: Isparta Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 141-151. DOI: [10.18182/tjf.77255](https://doi.org/10.18182/tjf.77255)

1. Giriş

Kadının toplum içerisindeki yeri ve önemi azımsanmayacak kadar büyüktür. Nitekim toplumları, nesilleri meydana getiren, onları doğuran ve büyüten, topluma kazandıran kadındır (Koca, 2012). Dünyadaki nüfusun yaklaşık yarısını (%49,7) kadınlar oluşturmaktadır. Dolayısıyla tarihin her döneminde ekonomik ve toplumsal yaşamın bir yanını kadınlar, diğer yanını da erkekler oluşturmuştur. Ancak kadınların ekonomik yaşama katılımları ile toplumsal ve ekonomik kalkınmadan yararlanma düzeyleri, doğru orantılı değildir. Bu durum her ne kadar ülkelerin gelişmişlik düzeyleriyle ilişkilendirilse de genelde kadınların tüm toplumlarda erkeklerin gerisinde kaldıkları bir gerçektir (Pınar, 2008; Demir, 1991). Kırsal alanda kadın, bu eşitsizliğin yanında yoksullukla da daha fazla mücadele etmektedir. Özellikle gençlerin göç etmesi ile birlikte köylerde kadınlar ve yaşlılar yoğun olarak yaşamını sürdürmektedir. Bu yörelerde kadınlar, yaşlılar ve çocuklar dezavantajlı grupları oluştururken, yoksulluk en yoğun olarak bu gruplar arasında görülmekte ve etkisini göstermektedir (TKB, 2009). Kırsal alanda kadının karşı karşıya olduğu birçok sorun bulunmaktadır. Bu sorunları toplumsal yaşam kapsamında değerlendirebilmek için kadının rolünü belirlemek önemlidir. Öte yandan, kırsal alanlar incelendiğinde sosyo-ekonomik ve kültürel yapıları itibarıyla gelişmişlik düzeyi açısından en geride olan yerleşim birimlerinin orman köyleri olduğu görülmektedir. Ülkemizde orman-halk ilişkilerinin en kötü olduğu ve ilişkilerin düzenlenmesine en fazla ihtiyaç duyulan birimler de orman köyleridir. Bu ilişkilerin düzenlenmesinde öncelikli hedef kitlenin çok iyi analiz edilmesi gereklidir (Gümüş, 2004). Bu kapsamda orman köylerinde kadının toplumsal yaşamdaki rolünün belirlenmesi çok daha önemli hale gelmektedir. Diğer kırsal alanlarda olduğu gibi tarım ve hayvancılık uğraşlarının yanında bu köylerde kadınların orman kaynakları ile de yoğun ilişkileri vardır. Hane halkının tüketiminde kullanılan yakacak odun temini, odun dışı ürün toplayıcılığı gibi işler çoğunlukla kadınlar tarafından yerine getirilmektedir (Demir, 2002). Anılan hususlar dikkate alındığında kadın ve doğal kaynaklar ilişkisinin de mutlaka araştırılması gereken bir konu olduğu anlaşılmaktadır (KSGM, 2008).

Bu makalede kırsal kadının ekonomik, sosyal ve kültürel yaşamdaki rolleri üzerine belirlemeler yapılmıştır. Çalışmanın başlıca amaçları;

- Isparta Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki orman köyleri örneğinde kadınların ekonomik, sosyal ve kültürel hayattaki rollerinin belirlenmesi,
- Orman köylerindeki kadınların toplumsal statüsünün ortaya konulması,
- Kadının ormancılık işlerindeki yerinin belirlenmesi ve
- Çevre ve orman kaynaklarının korunmasında kadının üstlendiği görevlerin belirlenmesi ve üstlenmesi gereken rollerin tanımlanmasıdır.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Şefliği sınırları içindeki orman köylerinde yürütülmüştür (Şekil 1).

Isparta Orman İşletme Şefliği, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü'nün üç şefliğinden birisidir. Araştırma alanı içerisine 6831 sayılı orman kanununa göre 7'si 31. madde ve 17'si 32. madde kapsamında değerlendirilen toplam 24 orman köyü girmektedir. Araştırma alanı olarak bu yöre seçilmesinin en temel nedeni buradaki orman köylerinde yaşayan kadına yönelik henüz bir çalışmanın yapılmamış olmasıdır. Araştırmanın birincil verileri anket yöntemiyle elde edilmiştir. Köylere ilişkin sosyo-demografik özellikler, günlük ve ekonomik yaşamda kadın, kadının evlilik ve miras açısından konumu, eğitim, sağlık ve sosyal güvenlik açısından kadının konumu, kadın ve doğal kaynaklar, vb. hususlara yer verilen anket formları hazırlandıktan sonra ilgili akademisyen ve uygulayıcılarla görüşülmüş ve bazı pilot çalışmalar yapılarak anket formlarına son şekli verilmiştir.

Anket formları orman köylerinde yaşayan kadınlara yüz yüze görüşme yöntemiyle uygulanmıştır. Anketlerin uygulanmasında ana ilke olarak basit tesadüfi örnekleme benimsenmiştir. Yapılması gereken en az anket sayısının yani örnek büyüklüğünün belirlenmesinde, sınırlı toplumlarda kullanılan ve aşağıda açıklanan eşitlikten faydalanılmıştır (Karasar, 2005);

$$n = \frac{Z^2 N p q}{ND^2 + Z^2 p q}$$

Burada;

- n : Örnek büyüklüğünü,
- Z : Güven katsayısını (%95'lik güven düzeyi için Z=1,96),
- N : Ana kütle büyüklüğünü,
- p ve q : Ölçülmek istenilen büyüklüğün, ana kütlede bulunma olasılığını (0,5),
- D : Kabul edilen örnekleme hatasını (%10) göstermektedir.

Formüle göre örnek büyüklüğü 96 olarak hesaplanmış olsa da çalışmanın güvenilirliğini arttırmak için çalışma kapsamında 222 adet anket uygulaması yapılmıştır. Anket yapılan köyler ve anket sayıları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Toplam 24 orman köyünden 18'inde anket çalışmaları yürütülmüş, Aliköy, Küçükacılar, Büyükacılar, Bozanönü, Gelincik ve Senirce köylerinde kadınların anket çalışmalarına katılım konusundaki isteksizliklerinden dolayı anket uygulaması yapılmamıştır. Anket uygulamalarında her köyde köyün temsil edilebilmesi için en az on kadın ile anket yapılması hedeflenmiştir.

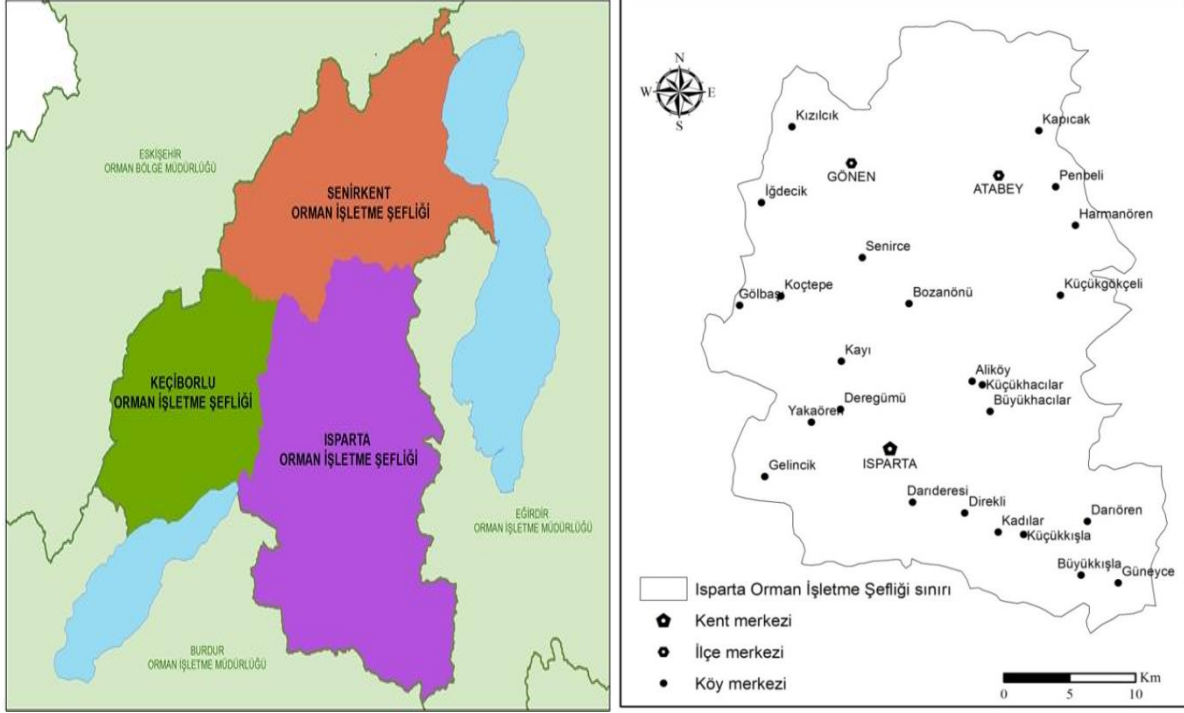
Formlarda yer alan soruların cevapları, kullanılacak istatistik testlerin özelliklerine göre bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra SPSS (Statistical Package for Social Science) 15.0 istatistik paket programı yardımıyla istatistik analizler yapılmıştır. Bulguların sunumunda frekanslar ve yüzde değerlerden yararlanılmıştır. Ayrıca bazı değişkenler arasında ilişki olup olmadığı, kıkare (χ^2) testi ile belirlenmiştir. Parametrik olmayan testler içinde sıklıkla kullanılan ki-kare, iki veya daha fazla değişken grubu arasında ilişki bulunup bulunmadığını incelemek amacıyla kullanılmaktadır (Kalaycı, 2008).

3. Araştırma bulguları ve tartışma

3.1. Araştırmaya katılan kadınların sosyo-ekonomik özellikleri

Ankete katılan kadınlara ilişkin yaş ve gelir düzeyleri Çizelge 2'de, eğitim durumları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Kadınların büyük bir bölümü 26-65 yaş aralığındadır. Gelir düzeyleri incelendiğinde 501-1000 TL gelire sahip olanların oranı %46,4'dür. Ayrıca, kadınların %59'u aile gelirine katkısı olduğunu belirtmektedir. Bu katkının oranı ortalama %33,2 düzeyindedir.



Şekil 1. Araştırma Alanı

Çizelge 1. Anket yapılan köyler ve anket sayıları

Sıra No	İlçe	Köyler	Orman Kaynaklarına Göre Durumu	Orman Kanununa Göre Durumu*	Anket Sayısı
1	İsparta Merkez	Büyükkişla	Oİ	31	10
2		Darıderesi	OB	32	10
3		Darıören	Oİ	31	13
4		Deregümü	OB	32	11
5		Direkli	Oİ	32	12
6		Güneyce	Oİ	31	17
7		Kadılar	Oİ	31	14
8		Kayıköy	OB	31	18
9		Küçükgökçeli	OB	32	15
10		Küçükkişla	Oİ	31	10
11		Yakaören	OB	32	13
12		Harmanören	OB	32	10
13		Kapıcak	OB	32	10
14		Pembeli	OB	32	10
15		Gölbaşı	OB	32	10
16		İğdecik	OB	32	12
17		Kızılcık	OB	32	12
18		Koçtepe	OB	32	15
Toplam					222

* 31: 6831 sayılı Orman Kanununun 31. Maddesi kapsamında mülki hudutları içinde verimli devlet ormanı bulunan köyleri, 32: mülki hudutları içinde verimsiz devlet ormanı bulunan köyleri belirtmektedir.

Çizelge 2. Kadınların yaş ve gelir düzeylerinin yüzdesel dağılımı

Yaş	Sayı	%	Gelir düzeyi (TL/ay)	Sayı	%
18-25	20	9,0	<250	42	18,9
26-45	81	36,5	251-500	57	25,7
46-65	97	43,7	501-1000	103	46,4
>65	24	10,8	>1000	20	9,0
Toplam	222	100,0		222	100,0

Çizelge 3. Kadınların eğitim durumlarının yüzdesel dağılımı

Eğitim Durumu	Sayı	%
Okur-yazar değil	37	16,6
Okur-yazar	14	6,3
İlkokul	140	63,0
Ortaokul	19	8,6
Lise	9	4,1
Üniversite	3	1,4
Toplam	222	100,0

Çizelge 3’de görüldüğü gibi eğitim düzeyi bakımından ilkököl mezunu olanların oranı %63’dür. Bunun yanında okuryazar olmayanlar %16,6’lık bir orana sahiptir.

Kadınlar arasında tapuya kayıtlı herhangi bir gayrimenkul veya menkule sahip olanların oranı %31,1 düzeyindedir. Yani ailenin elde ettiği mülklerin resmi sahibi, büyük oranda erkeklerdir. Araştırmaya katılan kadınların ailelerinin evlerinin kendilerine ait olma oranı %73,4 olarak hesaplanmıştır. Bu evlerin vasıfları ise %23,4 ahşap, %28,4 taş duvar, %25,7 yığma, %22,5 betonarme şeklindedir. Kadınların %63,1’i evlerinin ihtiyaçlarını karşıladığını belirtmektedir. %36,9’luk kesim ise çeşitli nedenlerle evlerini yetersiz görmektedir. Evlerdeki eksiklikler yüzde değerlerine göre sırasıyla ısınma problemleri-evin soğuk olması (%48,8), tuvalet yetersizliği (%46,3), oda sayısının yetersizliği (%43,9), Mutfağın yetersiz olması (%41,5), banyonun yetersiz olması (%39), rutubetli olması (%31,7), foseptik sorunu (%23,2) şeklindedir. Ev eşyası sahipliği bakımından bir inceleme yapıldığında buzdolabının hemen hemen her hanede (%98,2) bulunduğu görülmüştür. Bunu televizyon (%96,4) ve çamaşır makinesi (%83,3) takip etmektedir. Bilgisayar sahipliği %19,8 ve bulaşık makinesi %16,2 ile en düşük düzeydedir.

3.2. Ekonomik yaşamda kadın

Yöredeki köylerin öncelikli uğraşı düzenleri tarım ve hayvancılıktır. Sadece Güneyce köyünde ormancılık etkinlikleri birinci önceliklidir. Bu durumun nedeni, Isparta Orman İşletme Şefliği’nin kesim, gençleştirme, bakım vb. gibi ormancılık faaliyetlerinin bu bölgede yoğunlaşmış olmasıdır. Köylerde az da olsa el sanatları ve mevsimlik işçilik de söz konusudur. Aşağıda bunlara ilişkin ayrıntılar sunulmuştur.

Kadın işgücünün tarım sektörünün ağırlıkta olduğu kırsal alanlarda ücretsiz aile işçisi olarak emek piyasalarında yer almalarına karşılık, ücretli ve yevmiyeli işlerin çoğunlukta olduğu kentsel alanlarda emek piyasalarına giremedikleri ifade edilebilir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre “*istihdam edilen kadın işgücü içinde ücretsiz aile işçilerinin oranı*” kırsal alan için %75-85 arasında değişirken, kentsel alanda ise %9-13 arasındadır (Özer ve Biçerli, 2003). Araştırma alanındaki köylerde toprağa dayalı üretim, haneler düzeyinde yoğun bir şekilde yapıldığı için bu oran ülke ortalamasının oldukça üzerindedir (%92,3). Araştırmaya katılan kadınların %43,7’si ise hayvancılık ile uğraşmaktadır. Bu uğraşı düzeni yörede hem hane halkının ihtiyacını karşılama (%42,7) hem de elde edilen ürünlerin pazara sunulması (%57,3) amacıyla yapılmaktadır. Yörede hayvancılık, salma hayvancılık (%25,8), ahır hayvancılığı (%53,6) ya da ikisi birlikte (%20,6) şeklinde yürütülmektedir. Tarım ve hayvancılık etkinliklerine kadınların katılım yüzdeleri Çizelge 4’te verilmiştir.

Görüldüğü gibi kadınların en yüksek katılımının olduğu işler, hayvan bakımı ve süt sağımıdır. Hayvancılıkla uğraşan hanelerde hayvanların bakımı (yemleme, sulama vb.) işlerinin büyük bir bölümü kadınlar tarafından yapılmaktadır. Kadın katılımının en az olduğu işler ise; budama, tarımsal mücadele, toprağı ekime hazırlama ve ekim işleridir.

Ankete katılan kadınların %42,3’ü mevsimlik işçi olarak da çalışmaktadır. Yörede tarımsal üretim deseni incelendiğinde gül ve elma toplayıcılığı öne çıkmaktadır (Çizelge 5). Ayrıca sebze toplayıcılığı için de kadınlar mevsimlik olarak işlendirilebilmektedir.

Çizelge 4. Tarım ve hayvancılık etkinliklerinin kadınlar tarafından gerçekleştirilme oranları

Tarımsal faaliyetler	Hiç	%25	%50	%75	Tamamı
Ekim	51,1	8,2	28,8	3,7	8,2
Dikim	37,0	11,9	35,6	5,0	10,5
Sulama	44,7	12,0	28,6	3,2	11,5
Toprağı ekime hazırlama	53,1	8,3	27,1	3,7	7,8
Çapa yapma	32,5	11,9	34,0	7,4	14,2
Gübreleme	42,6	12,5	32,9	3,7	8,3
Budama	64,2	6,6	19,8	2,8	6,6
Hasat	40,3	11,1	35,6	5,1	7,9
Taşıma	48,1	13,0	28,7	2,8	7,4
Tarımsal mücadele	49,8	11,2	28,8	2,8	7,4
Tarla-bahçe sulama	45,4	12,4	28,9	3,7	9,6
Kırsal ev bahçesi	51,8	7,1	23,6	5,7	11,8
Hayvan bakımı	18,7	11,5	38,5	12,5	18,8
Süt sağma	15,8	13,7	19,0	12,6	38,9
Ortalama	42,51	10,81	29,28	5,34	12,06

Çalışma alanında yer alan köylerde ormancılık etkinliklerine katılan kadınların oranı %28,8'dir. Bu kadınların %73,4'ü ise ormancılık etkinliklerinde çalışmaktan dolayı memnun olduklarını, %15,6'sı memnun olmadıklarını ifade etmektedir. Kadınların %11'i ise bu konuda kararsızdır. Öte yandan, kadınlara yöneltilen "Sizce orman işçiliği kadınlar için uygun mu?" sorusuna kadınların %54,5'i evet, %31,5'i hayır ve %14'ü ise kararsızım cevabı vermiştir. Kikare analizi bulgularına göre orman işçiliğini kadınlar için uygun bulup bulmama ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($\chi^2=4,535$; $sd=6$; $p=0,605>0,05$). Benzer şekilde eğitim düzeyi ile de bir ilişki söz konusu değildir ($\chi^2=13,777$; $sd=10$; $p=0,183>0,05$). Bununla birlikte orman işçiliğini kadınlar için uygun bulup bulmama ile gelir düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık söz konusudur ($\chi^2=13,249$; $sd=6$; $p=0,039<0,05$). Gelir düzeyi arttıkça kadınlar, orman işçiliğini kendileri için büyük oranda uygun görmemektedir. Orman işçiliğinin diğer toprağa dayalı üretim çeşitlerinden daha zor olması bu duruma neden olmaktadır.

Kadınların çalışmakta oldukları ormancılık işlerine ilişkin ayrıntılar Çizelge 6'da verilmiştir. Görüldüğü gibi kadınlar, daha çok ağaçlandırma ve rehabilitasyon etkinlikleri olmak üzere ekim, dikim, gençlik bakımı ve fidanlık işlerinde çalışmaktadır. Kesme, sürütme ve taşıma şeklinde belirtilen hasat ve taşıma işlerinde çalışanların oranı ise düşük düzeydedir. Bunun en önemli nedenleri yörede odun hammaddesi üretiminin sadece bazı köylerde yapılması ve bu işlerin fiziksel olarak güç ve efor gerektirmesidir.

Çizelge 5. Mevsimlik işçilik kapsamında yapılan uğraşlar

Uğraşlar	Sayı	%
Gül toplama	14	14,9
Elma toplama	43	45,7
Sebze toplama	18	19,1
Gül ve Elma toplama	9	9,6
Gül ve sebze toplama	1	1,1
Elma ve sebze toplama	6	6,4
Gül, elma ve sebze toplama	3	3,2
Toplam	94	100

Çizelge 6. Kadınların ormancılık etkinlikleri kapsamında çalıştığı işler

Ormancılık Etkinlikleri	Evete (%)	Hayır (%)
Ekim (Rehabilitasyon)	79,7	20,3
Dikim (Ağaçlandırma-Rehabilitasyon)	89,1	10,9
Gençlik bakımı (Çapa yapma vb)	82,8	17,2
Fidanlık işleri	71,9	28,1
Kesme	31,3	68,7
Sürütme	28,1	71,9
Taşıma	23,4	76,6

Yukarıda belirtilenler dışında çok az kadın da el sanatları ile ekonomik yaşama katılmaktadır. Kadınların sadece %5'inin el sanatlarından bir geliri vardır. Bununla birlikte orta ve üzeri yaşlara sahip kadınların büyük bir bölümü geçmişte evlerinde halı tezgâhlarının olduğunu ve yoğun bir dokuma (üretim) yapıldığını ancak zamanla masrafların artışı ve ürünlerin düşük fiyatla alıcı bulmasından dolayı bu uğraşı şeklinin terk edildiğini belirtmektedir.

3.3. Günlük yaşamda kadın ve zaman yönetimi

Yöredeki kadınların günlük yaşamda en fazla zaman harcadıkları etkinlikler sırasıyla yemek pişirme (%92,3), temizlik işleri (%79,3), çocuk bakımı (%41,0), bağ-bahçe işleri (%38,7), hayvan bakımı (%32), odun kesme-taşıma (%9) ve ot toplama-taşıma (%2,7) şeklindedir. Yörede kadınlar ortalama akşam saat onda yatmakta ve sabah altıda kalkmaktadır. Serbest zamanlar bakımından bir değerlendirme yapıldığında kadınların %23,9'unun hiç serbest zamanının olmadığı görülmektedir. Serbest zaman değerlendirme şekillerinin ise sırasıyla TV izleme (%42,3), komşu ziyareti (%40,5), dikiş nakış (%12,2), ibadet ve benzeri diğer işler (%12,2), alış-veriş (%5,9) ve halı-kilim dokuma (%1,8) şeklinde olduğu görülmektedir. Kantar (1996) tarafından yapılan çalışmada boş zaman etkinliklerinde komşu ziyaretleri ilk sırada yer almış, TV izleme-radyo dinleme ise son sırada yer almıştır. Kadınların büyük bir bölümü televizyonda dizileri, haberleri ve kadın programlarını takip etmektedir. Kara ve Aktaş (2007) tarafından kadınların tarım ve hayvancılık ile ilgili yayın yapan kanalları izlemediği belirtilerek tarımsal bilginin elde edilmesi için bu kaynakların tercih edilmediği belirlenmiştir. Bu açıdan kırsal kadının kentlerde yaşayan kadınlara benzer şekilde gündemdeki programları izlemeyi tercih ettiği görülmektedir.

Günlük yaşamda giyim tercihlerinin gelenekler, görenekler ve yaşanan köy ortamına göre belirlendiği görülmektedir. Kıyafet seçiminde gelirin ve yaşın da etkisi olduğunu belirten kadınların modayı takip etmedikleri, kendilerine yakışan ve bir önceki cümlede belirtilen koşullara uygun kıyafetleri seçtiği anlaşılmaktadır.

Yöredeki orman köylerinde kadınların büyük bir bölümü ev işlerindeki günlük planlamayı kendileri yapmaktadır. Annesi veya kayınvalidesi ile beraber oturan kadınlarda günlük işlerde karar katılımcı bir yaklaşımla alınmaktadır. Kadının ev işlerindeki durumu ise Çizelge 7'deki gibidir. Görüldüğü üzere yörede kadınlar ev işlerinin ortalama olarak %73,9'unu kendileri yapmaktadır. Bedensel güç gerektiren işler dikkate alındığında bu oran daha da artmaktadır.

Adana ve İçel'in dağlık yörelerindeki orman köylerine yönelik yapılan bir araştırmada bu oran benzer şekilde %72,8 olarak hesaplanmıştır (Kantar, 1996).

Ekonomik kaynakların yönetiminde ise başta bütçe yapma olmak üzere her türlü parasal kaynakların yönetimi büyük oranda erkekler tarafından gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 7. Ev işlerindeki durum

Ev işleri	Kendisi Yapıyor	Yardım alıyor	
Gıda tüketimi	Yiyecekleri satın alma	54,9	45,1
	Ekmek yapma	78,6	21,4
	Yemek hazırlama	91,4	8,6
	Yemek sonrası temizlik	91,4	8,6
	Bulaşık yıkama	92,3	7,7
	Su taşıma	-	-
	Kışık yiyecek hazırlama	84,5	15,5
	Sebze yetiştirme	75,5	24,5
	Hayvansal ürünlerin işlenmesi	81,8	18,2
	Konutun bakımı	Yatakların toplanması-düzeltilmesi	92,3
Günlük ev temizliği		90,9	9,1
Mevsimlik temizlik		84,1	15,9
Boya-badana		32,9	67,1
Avlu temizliği		83,6	16,4
Giyim	Çamaşır yıkama	92,3	7,7
	Ütü	93,9	6,1
	Dikiş ve onarma	93,5	6,5
Aile bireylerinin bakımı	Çocukların beslenmesi	89,9	10,1
	Çocukların fiziksel bakımı	88,6	11,4
	Çocuklara ilgi şefkat gösterme	76,1	23,9
	Çocukların dersleri ile ilgilenme	72,6	27,4
	Yaşlıların bakımı	77,8	22,2
Ekonomik kaynakların yönetimi	Bütçe yapma ve yönetme	30,2	69,8
	Alacak verecek kaydı tutma	25,6	74,4
	Bankaya para yatırma çekme	24,9	75,1
	Çalı çırpı toplama	69,2	30,8
Yakacak temini	Odun kesme	46,4	53,6
	Odun taşıma	53,8	46,2
	Sobanın yakılması	86,9	13,1
Ocak yakılması	Ocak yakılması	86,6	13,4
	Ortalama	73,9	26,1

3.4. Kadının evlilik ve miras açısından durumu

Ankete katılan kadınların %84,2'si evli, %9,9'u dul, %0,9'u nişanlı ve %5'i de bekârdır. İlk evlilik yaşı en düşük 13, en yüksek 36 olarak belirlenmiştir. Ortalama evlilik yaşı 18-19 (18,6)'dur. Evli ve dul olan kadınların tamamı evlendiklerinde hem resmi hem de dinen nikâhlandıklarını belirtmektedir. Evliliklerin büyük bir bölümü aile ve akraba yönlendirmesiyle ve görücü usulü (%75,6) ile yapılmaktadır. Dolayısıyla akraba evlilikleri de söz konusu olabilmektedir. Severek ve isteyerek yapılan evliliklerin oranı sadece %15,8 dolayındadır. Kaçırma ile evlenmenin oranı %6,7'dir. %1,9 oranında ise yakın akraba ile evlilik söz konusudur. Yaş gruplarına göre evlilik kararının verilme durumu incelendiğinde, 46 ve üzeri yaşlardaki evlenmelerde büyük oranda görücü usulünün baskın olduğu yaş azaldıkça severek ve isteyerek evlenmelerin arttığı görülmektedir. Kikare testi bulgularına göre kadınların yaş grupları ile evlilik kararlarının verilmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($\chi^2= 21,549$; $sd=9$; $p=0,010<0,05$). Evlilik kararının nasıl verildiği sorusu eğitim durumuna göre de araştırılmıştır. Çoğunlukla görücü usulü ile evliliklerin yapıldığı yörede üniversite mezunu olan kadınlar severek ve isteyerek evlenmişlerdir. Ancak kikare testi bulgularına göre kadınların eğitim durumları ile evlilik kararlarının verilmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunamamıştır ($\chi^2= 24,710$; $sd=15$; $p=0,054>0,05$).

Sahip olunan çocuk sayısı 1 ile 16 arasında değişmektedir. Ortalama çocuk sahipliliği 3,3'tür. Bunun yanında kadınlara "en fazla kaç çocuğunuzun olmasını

isterdiniz" şeklinde de bir soru yöneltilmiş ve bu sayede mevcut çocuk sayısının azlığı/fazlalığı konusunda bir değerlendirme yapılabilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda ortalama 3 çocuk sahibi olma isteği ortaya çıkmıştır.

Eşlerin %65,6'sı ilkökul, %10,5'i ortaokul, %5,7'si lise ve %3,3'ü ise üniversite mezunudur. Eşlerin %7,7'si herhangi bir mezuniyete sahip olmayıp okur-yazar durumdadır. Eşlerin %7,2'si ise okuryazar değildir. Okur-yazar oranının düşük fakat kadınlarda çok düşük olması, az gelişmişlik göstergelerinden birisi sayılmaktadır (Tümertekin ve Özgünç, 2005). Kikare testi bulgularına göre kadınların eğitim durumu ile eşlerinin eğitim durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuş ($\chi^2= 97,136$; $sd=25$; $p=0,000<0,05$) ve kadınların eğitim durumu arttıkça eşlerinin de eğitim durumlarının yükseldiği belirlenmiştir. Öz bir ifade ile eş seçimi sırasında eğitim durumunun belirleyici bir etken olduğu söylenebilir. Kikare testi bulgularına göre hane gelirleri ile eşlerinin eğitim durumları arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar söz konusudur ($\chi^2= 49,066$; $sd=15$; $p=0,000<0,05$). Hane halkı gelirleri eşlerin eğitim durumu arttıkça artmaktadır.

Ülkemize kadının koruyamadığı haklarından bir tanesi de miras hakkıdır. Yürürlükteki yasalarımıza rağmen, bazıları okur-yazar olmadığı için kandırılarak miras hakkını kaybetmekte, bazıları baskı altında bırakılarak miras hakkından mahrum bırakılmakta, bazıları geleneklere göre miras hakkı olmadığına inanmış olduğundan kendisi miras almak istememektedir. Türk Hukukuna göre, kadın ve erkek arasında miras hakkı açısından bir farklılık yoktur; kadınlar erkeklerle aynı haklara sahiptir (Ayhan, 2012). Ancak İslam hukukuna göre kadınların miras hakkı erkeklerin yarısı

kadardır. Bu durum kadınlar aleyhine oluşan miras dağılım sorununun büyümesine katkı sağlamaktadır (Akdemir, 1997). Kadınların yarısından fazlasının (%53,2) baba evinden miras kalabilecek menkul ve/veya gayrimenkulü bulunmaktadır. Bununla birlikte “Siz miras alabilir misiniz? (veya aldınız mı?)” sorusuna bu kadınların sadece %64,0’ı evet cevabı vermiştir. “Köyünüzde gelenekler nedeniyle kadınlar mirastan pay verilmeme durumu var mı?” şeklinde sorulan soruya ise kadınların %40’ı evet cevabı vermiştir. Öte yandan kadınların %91,0’i kızlarına mirastan pay verme bakımından kararlı bir durum sergilemektedir. Bunda kadınların kendi yaşamış oldukları sorunların etkisinin olması kuvvetle muhtemeldir.

3.5. Kadının aile içi kararlardaki rolü

Kadının aile içi karar alımındaki etkisi, rollerinin tanımlanmasında önemli bir unsurdur. Örneğin ailesel kararlarda kadının hiç etkisinin bulunmadığı durumlarda kadının aile kavramını içselleştirmesi mümkün olamayacaktır. Ataerkil ve erkek egemen geleneksel aile yapısında bu durum görülmektedir. Çalışma alanında yaşayan kadınların büyük bir bölümü (%72,7) karar vermede eşinin kendilerine danıştığını ifade ederken %16,8’lik kısmı bazen danıştığını %10,5’lik kısım ise hiçbir zaman danışmadığını söylemektedir. Bununla birlikte danışmanın da ötesinde karar verme süreci herkesin eşit oy hakkının olduğu bir süreç olarak işletilmeli ve uzlaşma

yoluyla alınmalıdır. Kadınlara yöneltilen “aile içinde kararlar nasıl alınmalıdır?” sorusuna verilen beraber cevabının yüzdesinin oldukça yüksek (%93,7) olması bu yargıyı desteklemektedir.

Kadınların aile içindeki ekonomik içerikli kararlardaki rolleri Çizelge 8’de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi ekonomik kararlarda kadınların katılımı sınırlıdır. Kararlar büyük ölçüde erkekler tarafından ya da erkeklerin kadınlara danışması ile alınmaktadır. Kırsal alanlarda yaşayan kadınlarda ekonomik bağımsızlığın ve ekonomik karar süreçlerine katılımın oldukça sınırlı olması aile reisliği konusunda erkeklere avantajlar sağlamaktadır.

Sosyal kararlarda kadınların rolü ekonomik kararlara kıyasla daha fazladır (Çizelge 9). Bununla birlikte tek başına kadın ya da erkek karar verme oranları incelendiğinde temizlik ve giyim malzemeleri alımı dışındaki tüm kararlarda erkeklerin daha baskın olduğu görülmektedir.

3.6. Eğitim ve kadın

Ankete katılan kadınların yaş grupları itibariyle eğitim düzeyleri Çizelge 10’da gösterilmiştir. Herhangi bir eğitim kurumunu bitiren kadınların oranı yaş gruplarına bağlı olarak farklılaşmaktadır. Kikare testi bulgularına göre kadınların yaş grupları ile eğitim düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ($\chi^2=129,992$; $sd=15$; $p=0,000<0,05$). Köylerde yaş azaldıkça eğitim düzeyi artmaktadır.

Çizelge 8. Ekonomik kararlara katılım

Ekonomik kararlara	Kadın	Erkek	Kadın ve erkek	Aile üyeleri birlikte
	%			
Hayvan alım satımı	8,7	46,5	30,6	14,2
Tarla alım satımı	8,3	47,2	32,1	12,4
Bankaya para yatırma	9,0	63,0	19,9	8,1
Borç-kredi alımı	7,8	63,8	22,0	6,4
Mevsimlik işçi katılım	13,8	42,2	34,2	9,8
Ürün satışı	13,4	46,2	31,7	8,7
Elde edilen gelirleri harcama	9,6	34,4	41,8	14,2
Alet alım satımı	9,6	56,0	25,7	8,7
Ekilecek ürün seçimi	13,0	38,5	38,5	10,0

Çizelge 9. Sosyal kararlara katılım

Sosyal kararlara	Kadın	Erkek	Kadın ve erkek	Aile üyeleri birlikte
	%			
Ziyet eşyası alma	14,1	20,7	57,7	7,5
Ayrı ev açma	8,2	27,0	52,5	12,3
Erkek çocuğun öğrenim süresi	6,4	19,7	53,2	20,7
Kız çocuğun öğrenim süresi	7,4	17,8	53,5	21,3
Çocukların eş seçimine	7,2	13,9	45,7	33,2
Giyim, temizlik vb maddelerin alınmasına	32,3	11,5	43,3	12,9
Çocuk sayısı	8,0	15,2	69,3	7,5
Eve eşya alma	10,6	14,7	65,0	9,7
Seçimlerde oy kararı	26,7	18,0	44,3	11,0

Çizelge 10. Yaş gruplarına göre eğitim düzeyinin değişimi

Yaş	Okur-yazar değil		Okur-yazar		İlkokul		Ortaokul		Lise		Üniversite		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
18-25	0	0	0	0	4	1,8	10	4,5	4	1,8	2	0,9	20	9
26-45	2	0,9	1	0,5	66	29,6	6	2,7	5	2,3	1	0,5	81	36,5
46-65	23	10,3	10	4,4	61	27,5	3	1,4	0	0	0	0	97	43,7
>65	12	5,4	3	1,4	9	4,1	0	0	0	0	0	0	24	10,8
Toplam	37	16,6	14	6,3	140	63	19	8,6	9	4,1	3	1,4	222	100

Okur-yazar olmayanların oranı 46 ve üzeri yaşlarda çok yüksektir. Alkan (2007) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde Trabzon İli orman köylerinde gençlerin eğitim düzeylerinin yüksek olduğu, 45 ve üzeri yaşlardaki kadınların büyük oranda okur-yazar olmadığı belirlenmiştir. Ancak Trabzon İline yönelik yapılan çalışmada; okuryazar olmayan kadınların oranı %40,4 bulunmuştur. Bu bağlamda araştırma alanındaki okuryazar olmayan kadınların oranı Trabzon İli orman köylerindeki kadınlara göre daha düşük düzeydedir.

Okula gitmemenin ya da bir üst eğitim kademesine devam etmemenin en önemli nedeni, aile büyüklerinin bu konudaki isteksizliğidir. Okula gitmemenin ya da bir üst eğitim kademesine devam etmemenin nedenlerinin yaş gruplarına dağılımı Çizelge 11’de görülmektedir. Çizelge incelendiğinde 46 ve üzeri yaşlardaki kadınların yarısından fazlasının okumak istediği halde okula gönderilmediği, gençlerde ise bu oranın azaldığı görülmektedir. Kikare testi bulgularına göre yaş gruplarına bağlı olarak nedenler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($\chi^2= 29,614$; $sd=15$; $p=0,013<0,05$).

Eğitim durumuna göre bir üst eğitim kademesine devam etmemenin nedenleri incelendiğinde (Çizelge.12), hiç okula gitmeyenler ile ilkökul mezunlarının büyük bir bölümünün aileleri tarafından eğitimlerinin devam etmesine izin verilmediği görülmektedir. Kikare testi bulgularına göre eğitim durumuna bağlı olarak nedenler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($\chi^2= 142,305$; $sd=25$; $p=0,000<0,05$).

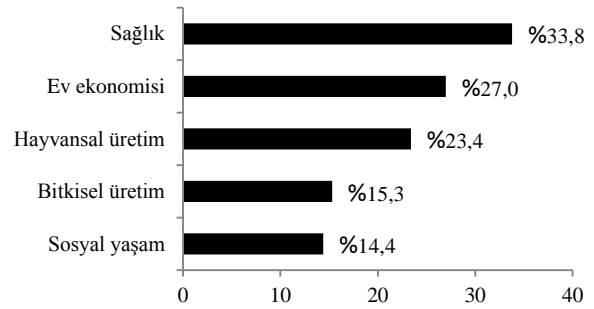
Yaygın eğitim, örgün eğitimin yanında bilgi, beceri, meslek kazandırmaya ve bireysel ve toplumsal gelişmeyi sağlamaya yönelik tüm programlanmış eğitim etkinliklerini kapsamaktadır (KSGM, 2011). Ülkemizde kalkınmadaki önemli rolü çok geç anlaşılan kadınlar için özellikle 1970’lerden sonra örgün eğitimin yanında yaygın eğitim programları da hazırlanmış ve uygulanmaya çalışılmıştır. Çalışma yapılan alanda yaygın eğitim çalışmalarının yeterli olmadığı görülmektedir. Köylerde kadınların %24,8’i ev ekonomisi, tarımsal uygulamalar (sadece erkeklere yönelik) ve aile planlaması gibi konularda yaygın eğitim yapıldığını

belirtmiştir. Kadınların eğitim almak istedikleri konuların başında ise sağlık ile ilgili konular gelmektedir (Şekil 2).

3.7. Sağlık, sosyal güvenlik ve kadın

Türkiye taraf olduğu uluslararası sözleşmeler ile toplumumuzda kadın ve kız çocuklarına verilecek sağlık hizmetlerinin nicelik ve niteliğini kabul görmüş uluslararası standartlara yükselteceği sözünü vermiş durumdadır. Kadın ve erkeklerin eşit fırsatlara ulaşmasını sağlamak amacıyla düzenlenmiş en önemli uluslararası insan hakları belgelerinden biri olan “Kadınlara Karşı Her Türü Ayrımcılığın Önlenmesi Sözleşmesi”nin 12. maddesinde aile planlaması dâhil sağlık hizmetlerinden kadın ve erkeğin eşit olarak yararlanması hususu ele alınmaktadır (KSGM, 2011).

Araştırmamıza katılan kadınların %46,8’i sağlık bakımından sürekli şikâyetleri olduğunu belirtmektedir. Şikâyetlenmelere neden olan başlıca rahatsızlıklar şeker hastalığı, tansiyon, ortopedik rahatsızlıklar ve bel-boyun ağrıları şeklinde sıralanmaktadır. Hastalanan kadınların büyük bir bölümü (%76,5) öncelikle Isparta merkezde bulunan hastanelere, %23,0’i ise sağlık ocaklarına ve %0,5’i de eczanelere gitmeyi tercih etmektedir.



Şekil 2. Eğitim almak istenilen konular*

* Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Çizelge 11. Yaş gruplarına göre bir üst eğitim kademesine devam etmemenin nedenleri

Yaş	Göndermediler		Ben istemedim		Köyümüzde okul yoktu		Başarısız oldum		Ekonomik durum		Fikri yok		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
18-25	8	3,6	5	2,3	1	0,5	1	0,5	3	1,4	2	0,9	20	9,0
26-45	41	18,5	7	3,2	14	6,3	3	1,4	14	6,3	2	0,9	81	36,5
46-65	56	25,2	4	1,8	25	11,3	0	0,0	11	5,0	1	0,5	97	43,7
>65	12	5,4	0	0,0	8	3,6	1	0,5	2	0,9	1	0,5	24	10,8
Toplam	117	52,7	16	7,2	48	21,6	5	2,3	30	13,5	6	2,7	222	100,0

Çizelge 12. Eğitim durumuna göre bir üst eğitim kademesine devam etmemenin nedenleri

Yaş	Göndermediler		Ben istemedim		Köyümüzde okul yoktu		Başarısız oldum		Ekonomik durum		Fikri yok		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Okur-yazar değil	22	9,9	0	0,0	12	5,4	1	0,5	2	0,9	0	0,0	37	16,6
Okur-yazar	9	4,1	0	0,0	3	1,4	0	0,0	0	0,0	2	0,9	14	6,3
İlkokul	72	32,4	7	3,2	32	14,4	1	0,5	26	11,7	2	0,9	140	63,0
Ortaokul	11	5,0	6	2,7	1	0,5	0	0,0	1	0,5	0	0,0	19	8,6
Lise	2	0,9	3	1,4	0	0,0	3	1,4	1	0,5	0	0,0	9	4,1
Üniversite	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	3	1,4
Toplam	117	52,7	16	7,2	48	21,6	5	2,3	30	13,5	6	2,7	222	100,0

İstihdamda yer alan 100 kadından 58,5'i herhangi bir sosyal güvenlik kurumuna kayıtlı olmaksızın çalışmakta, bunların da %56,8'ini ücretsiz aile işçisi olarak çalışan kadınlar oluşturmaktadır. Ücretli veya yevmiyeli çalışan kadınların %26,3'ü, işveren kadınların %26,5'i, kendi hesabına çalışan kadınların %90,7'si herhangi bir sosyal güvenlik kurumuna bağlı olmaksızın çalışmaktadır. Kayıtdışı çalışma Türkiye genelinde %43,2 olup, kırsal kesimlerde 2000 yılında %73,8 (kadın %91,4; erkek %64) ve kentsel yerlerde %28,8 (kadın %30; erkek %28,5) iken; 2010 yılında kırsal yerlerde %67,5 (kadın %87,5; erkek %56,2) ve kentsel yerlerde %30,1 (kadın %35,3; erkek %28,5) dir. Bu oran tarımsal faaliyetlerde 2010 yılında yaklaşık %85,4 iken, tarım dışı faaliyetlerde yaklaşık %29'dur. Bu durum, kayıtdışılığın daha çok kırsal bölgelerde tarımsal faaliyetlerle uğraşanlarda özellikle de ücretsiz aile işçilerinde yoğunlaştığını göstermektedir (KSGM, 2011). Yörede ankete katılan kadınların %79,7'sinin Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) kaydı bulunmamaktadır. SGK'ya kayıtlı 45 kadının %35,5'i Esnaf Sanaatkarlar ve Diğer Bağımsız Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kurumu (BAĞKUR) ve %64,5'i ise Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK) kayıtlıdır. BAĞKUR'a kayıtlı kadınların kayıtlanma biçimi çiftçiliktir. SSK'ya kayıtlı olanlar ise tarım ve ormancılıkla ilgili işlerde işçi olarak çalıştıklarından dolayıdır. SGK'ya kayıtlı olmayan 177 kadının 147'si (%83) eşinin SGK'ya kaydı olduğunu ve sosyal güvenlik haklarından bu şekilde yararlandığını belirtmektedir. Bunun yanında kadınların %14,7'sinin hiçbir biçimde sosyal güvencesinin olmadığı görülmektedir.

3.8. Yaşam memnuniyeti

TÜİK'in 2011 ve 2012 yıllarında Türkiye geneli için yaptığı yaşam memnuniyeti araştırmasında bireylerin 2011 yılında %62,1'i ve 2012 yılında %61'i mutlu olduğunu bildirmiştir. Kadınlarda mutluluk oranları erkeklere göre daha yüksektir. Kadınların 2011 yılında %64,6'sı, 2012 yılında %62,8'i mutlu iken, erkeklerde bu oranlar sırasıyla %59,5 ve %59'dur. Yapılan çalışmada yaş arttıkça mutluluk oranının azaldığı, eğitim düzeyi arttıkça mutluluk düzeyinin arttığı belirlenmiştir (TÜİK, 2013). Bu çalışmada "Genel itibarıyla yaşamınızdan memnun musunuz?" şeklinde sorulan soruyu kadınların %14,4'ü çok memnunum, %61,7'si normal düzeyde memnunum, %16,2'si az memnunum ve %7,7'si ise hiç memnun değilim şeklinde cevaplandırmıştır. Memnun olmayanlar ile az memnun olanların memnuniyetsizlik nedenleri incelendiğinde; kadınların büyük çoğunluğunun bir meslek sahibi olmaması ve üst eğitim düzeyine devam edememesinin mutsuzluklarının temel nedeni olduğu görülmektedir.

Ankete katılan kadınların yaşları ile memnuniyet düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kikare testi bulgularına göre yaş arttıkça memnuniyet düzeyinin görece olarak azaldığı görülmektedir ($\chi^2= 17,120$; $sd=9$; $p=0,047<0,05$). Bu durum TÜİK tarafından yapılan "Yaşam Memnuniyeti Araştırması"nın bulguları ile de örtüşmektedir. Bunun yanında kadınların yaşam memnuniyetleri ile eğitim düzeyleri, evlilik yöntemi, medeni hal ve gelirler arasında anlamlı farklılıklar olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Kadınların yaklaşık yarısı geçmişe göre bugünün koşullarının daha iyi olduğunu belirtmektedir. %32,4'lük bir kesim ise koşulların geçmişe göre kötüleştiğini düşünmektedir. Kadınların büyük bir bölümünün gelecek konusunda belirsizliğin (%36) ve endişelerinin (%29,3) bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 13). Geleceğe yönelik değerlendirmelerin yaşam memnuniyeti ile ilişkisi bulunmaktadır. Kikare bulgularına göre yaşam memnuniyeti ile gelecek beklentileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuş ($\chi^2= 20,177$; $sd=9$; $p=0,017<0,05$) ve yaşamlarından memnun olmayanlar ve düşük düzeyde memnun olanların geleceğe daha kötümser baktığı belirlenmiştir.

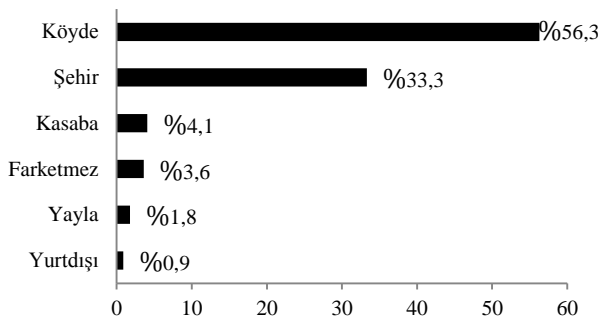
Yaşam memnuniyeti kapsamında yaşanan yer ile ilgili memnuniyet de araştırılmıştır. Bu kapsamda kadınlara "nerede yaşamak isterdiniz" sorusu yöneltilmiş ve alınan cevaplara göre kadınların %56,3'ü köyde yaşamını sürdürmeyi istediği belirlenmiştir (Şekil 3). Yani kadınların yarısından fazlası köyde yaşamaktan memnundur. Bunun yanında yaşam yeri konusunda şehir ikinci sırada yer almaktadır.

4. Sonuç ve öneriler

Isparta'da toplam nüfusun (411.245) %32,6 kırsal alanda bunun da %52,2'si orman köylerinde yaşamaktadır. Kırsal alan ve orman köylerinde yaşama için ülke ortalamaları sırasıyla %23,2 ve %40,8'dir (TÜİK, 2012). Bunun en önemli nedeni Isparta ili orman alanlarının genel alana oranının (%40) ülke ortalamalarından (%27) yüksek oluşu ve bu yüzden orman kaynaklarının içerisinde ve bitişğinde yer alan kırsal yerleşimlerin fazlalığıdır. Orman köylerinde yaşayanlar halen ülkemizin en yoksul kesimini oluşturmaktadır. Kırsal alanlardan kentlere doğru olan göç olgusunun en fazla yaşandığı yerleşim birimleri de orman köyleridir. Orman köyü sayısının artışına rağmen, orman içi ve bitişğinde yaşayan halkın sayısının gün geçtikçe azalması göç olgusu ile açıklanabilmektedir. Ekonomik durumun kötülüğü nedeniyle öncelikle genç erkekler iş bulma ümidiyle köylerden göç etmekte, bu da nüfusun hem cinsiyet olarak kadınlara hem de yaş grupları itibarıyla yaşlılara doğru yönelmesine neden olmaktadır. Araştırılan köylerde 1990 yılında 10128 olan nüfus 2007 yılında 9956'ya ve 2011 yılında 9938'e gerilemiştir. Toplam nüfusun azalışına (göç) bağlı olarak kadın nüfusunda da azalış dikkati çekmektedir. 1990 yılında köylerde yaşayan kadın sayısı 5247 iken, 2011 yılında 5040'a gerilemiştir.

Çizelge 13. Geçmişe göre bugünün ve geleceğin değerlendirilmesi

Ölçek	Geçmişe göre bugün		Bugüne göre gelecek	
	Sayı	%	Sayı	%
Daha iyi	109	49,1	49	22,1
Aynı	27	12,2	28	12,6
Daha kötü	72	32,4	65	29,3
Fikrim yok	14	6,3	80	36,0
Toplam	222	100,0	222	100,0



Şekil 3. Yaşamak istenilen yer

Türkiye için yapılan genellemelerde erkek ve kadın nüfusunun yaklaşık dengeli bir dağılıma sahip olduğu söylenmektedir (Gülçubuk, 2008). Zira 2011 yılı sayımına göre kent ve köyler birlikte değerlendirildiğinde erkek nüfus oranı %50,23 ve kadın nüfus oranı %49,77'dir (TUIK, 2012). Yörede ise 1990 yılından günümüze köylerin büyük bir bölümünde toplam nüfusun içerisinde kadın nüfusun payı artarak yaklaşık %52'ler seviyesini bulmuştur. 2011 sayım sonuçlarına göre Küçükgökçeli köyünde bu oran %66,67, Pembeli köyünde de %55,56 olmuştur. Öz bir ifadeyle orman köylerinde kadının aleyhine gelişen nüfus hareketleri kırsal kalkınma çabalarında kadının önemini bir kat daha arttırmıştır. Bununla birlikte, bulgular kısmında sunulan orman köylerinde yaşayan kadınların sosyo-ekonomik özellikleri, günlük ve aile yaşamındaki rolleri, ekonomik yaşamdaki yeri-rolleri, eğitim, sağlık, vb. hususlar bağlamındaki durumları ve yaşam memnuniyetleri dikkate alındığında kadının hak ettiği ya da olması gereken konumdan hala uzak da olduğu görülmektedir. Bir önceki bölümde ayrıntılı bir şekilde sunulan araştırma bulguları ışığında ortaya konulan önerilerimiz aşağıda sunulmuştur:

- Yörede ilköğretim kapsamında okullaşma oranı yüksek olmasına rağmen üst eğitim kademelerine devam etme konusunda kız çocuklarının karşılaştıkları sorunların çözülmesi gereklidir. Bu kapsamda il ve ilçe merkezlerindeki yatılı okulların yaygınlaştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.
- Kadınlarca yoğun bir şekilde gerçekleştirilen tarım ve hayvancılık etkinliklerine yönelik mesleki kapasitelerinin artırılmasına yönelik yaygın eğitim çalışmaları yürütülmelidir.
- Kooperatiflerin etkinlik düzeylerinin yükseltilmesine yönelik çalışmalara önem verilmeli ve kadınların kooperatif üyesi olmaları sağlanmalıdır.
- Halı-kilim dokumacılığı ve diğer yöresel el sanatlarının geliştirilmesine yönelik projelerle kadınların tarım dışı istihdam alanları artırılmalıdır.
- Ülkemizin farklı alanlarında kırsal kadınların girişimciliğini artırma amaçlı olarak uygulanan mikro kredilerin yörede yaygınlaşmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- ORKÖY tip proje uygulamalarının yerine, yörenin ve köyün özellikleri dikkate alınarak kadın istihdamını artırıcı destekler konusunda projeler üretilmelidir.
- Orman teşkilatı tarafından kadınların orman işçiliği ve iş güvenliği konularında eğitimine yönelik çalışmaların yapılması gereklidir. Çünkü ormancılık işleri teknik bilgi

gerektirmektedir. Ayrıca bu işler, iş kazaları bakımından en riskli iş gruplarından birisidir. Bu eğitimler sertifika programları kapsamında düzenlenmeli ve bu konuda başta Halk Eğitim Merkezleri olmak üzere ilgili kuruluşlar ile eşgüdüm sağlanmalıdır.

- Ormancılık teşkilatı tarafından kadınlara yönelik başta orman kaynakları olmak üzere doğal kaynak yönetimi bilincinin geliştirilmesi amaçlı çalışmalar yapılmalıdır. Çünkü doğal kaynak yönetimi konusunda bilinçli kadınlar, hem doğal kaynakların korunması ve bilinçsiz bir şekilde tüketilmemesinin garantisi olacak hem de yetiştirecekleri nesilde de bu bilincin oluşmasına önemli katkılar sağlayabileceklerdir.
- Yörede sağlık kuruluşlarına ulaşma bakımından ciddi sorunların bulunmamasına rağmen, köylerde bulunan sağlık ocaklarının aile hekimliği kapsamında aktif olarak hizmet vermesi, önleyici sağlık hizmetleri kapsamında bilincin artırılması bakımından önem taşımaktadır.
- Düşük düzeyde olan SGK'ya kayıtlı kadın sayısının artırılması için eğitim verilmesi, gerekli yasal düzenlemelerin yapılarak devlet desteğinin sağlanması gerekmektedir.
- Daha önce de belirtildiği üzere orman köylüleri diğer kırsal alanlarda yaşayanlara göre daha yoksuldur. Bu yörelerde yoksulluğun temel dinamiklerinin belirlenmesi ve çözüm önerilerinin üretilmesi önem taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, "Orman Köylerinde Kadının Toplumsal Yaşamadaki Rolü (Isparta Orman İşletme Şefliği Örneği)" başlıklı yüksek lisans tezinin özetidir. 2428-YL-10 nolu proje ile çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akdemir, S., 1997. Tarih Boyunca ve Kur'an-ı Kerim'de Kadın. İslami Araştırmalar Dergisi, 10(4): 249-258.
- Alkan, S., 2007. Trabzon İli Orman Köylerinde Kadın ve Orman Kaynakları İlişkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 167s, Trabzon.
- Ayhan, A.B., 2012. Kadının Miras Hakkı. <http://www.aydanayhan.com/2012/02/11/kadinin-miras-hakki/> Erişim:11.10.2012.
- Demir, G. 1991. Çalışan Kadınlarda Rol Çatışmaları-Değişik Meslek Dallarında Çalışan Kadınlar Arasında Yapılmış Bir Araştırma (Malatya Örneği). Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 181s, Malatya.
- Demir, S., 2002. Kırsal Kalkınmada Kadınlar. Orman Köyü Kalkındırma Kooperatifleri Yönetici ve Üyelerinin Orman Ekosistemlerindeki Biyolojik Çeşitliliği Yerinde Koruma Eğitimi Projesi (GEF SGP TUR/98/G52), Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, 14s, Ankara.
- Gülçubuk, B., 2008. Türkiye'de Kırsal Kadın, Kırsal Alanda Kadın Çalışmayı, 15-17 Ekim 2008, Ankara, s. 37-46.
- Gümüş, C., 2004. Ormancılık Politikası, Cilt I, KTÜ Basımevi, 444s, Trabzon.

- Kalaycı, Ş. 2008. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım, 426s, Ankara.
- Kantar M., 1996. Adana ve İçel Dağ Köylerinde Yaşayan Kırsal Kadınların Toplumsal Yaşamdaki Roller ve Bu Rollerle İlgili Geleceğe Yönelik Beklentiler. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 135s, Adana.
- Kara, F.Ö., Aktaş, Y., 2007. Şanlıurfa İli'nde Kadınların Tarımsal Yayım Çalışmasından Yararlanmasına Etki Eden Olumsuz Etmenler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 13(2): 71-83.
- Karasar, N., 2005. Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Yayın Dağıtım, 292s, Ankara.
- Koca, B., 2012. Çalışma Hayatı ve Kadın. http://iys.inonu.edu.tr/webpanel/dosyalar/1456/file/Calisma_Hayati_ve_Kadin_Bennur_Koca.pdf, Erişim: 18.11.2012.
- KSGM, 2011. Türkiye'de Kadının Durumu. Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü, http://www.kadinistihdami.net/docs/toplumsal_cinsiyet/tarde_kadinin_durumu_2011_temmuz.pdf, Erişim: 16.11.2012.
- KSGM, 2008. Politika Dokümanı Kadın ve Çevre. Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü, Fersa Ofset, 17s, Ankara.
- Özer, M., Biçerli, K., 2003. Türkiye'de Kadın İşgücünün Panel Veri Analizi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(1): 55-85.
- Pınar, F., 2008. Barbara Frischmuth'ta Çalışan Kadının Sorunları ve Kültürel İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 112s, Van.
- TKB, 2009. Yoksulluk. Bölgesel Kırsal Alanda Kadın Çalıştayı, 17-19 Kasım 2009, 126s, Denizli.
- TÜİK, 2012. İl ve Cinsiyete Göre İl/İlçe Merkezi Belde/Köy Nüfusu ve Nüfus Yoğunluğu. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr, Erişim: 04.01.2012,
- TÜİK, 2013. Yaşam Memnuniyeti Araştırması. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13445>, Erişim: 02.03.2013.
- Tümertekin, E., Özgünç, N., 2005. Ekonomik Coğrafya, Kalkınma ve Küreselleşme, Çantay Kitabevi, 641s. İstanbul.

Effects of water-soluble varnishes on red color tone in wood material colored with water-soluble wood stains

Ahmet Cihangir Yalınkılıç^{a,*}, Abdullah Sönmez^b

Abstract: In this study, changing effect of water-soluble varnishes on red color tone in different wood materials which were colored with water-soluble wood stains in brown tone has been researched. For this purpose, samples which were prepared from the Oriental beech (*Fagus orientalis* L.), Sessile oak (*Quercus petraea* L.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) woods in accordance with TS 53 and TS 2470, after being colored with aniline, ready-mix and chemical stains according to ASTM-E 1347-97, were coated with one-component and two-component waterborne varnishes according to ASTM-D 3023. Color changes were determined in accordance with ASTM 2244. According to research results, the highest color change in red color tone was obtained on oak wood colored with ready-mix stain and after coated with one-component waterborne varnishes; and the lowest change was obtained on Scots pine wood colored with chemical stain and after coated with two-component varnishes.

Keywords: Red color tone, Waterborne varnishes, Water-soluble stains, Wood material

Suda çözünen ağaç boyaları ile renklendirilen ağaç malzeme su bazlı verniklerin kırmızı renk tonuna etkisi

Özet: Bu çalışmada, suda çözünen ağaç boyaları ile kahverengi tonda renklendirilmiş farklı ağaç malzemelerde su bazlı verniklerin kırmızı renk tonunu değiştirici etkisi araştırılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından TS 53 ve TS 2470 esaslarına uyularak hazırlanan örnekler, ASTM-E 1347-97'ye göre anilin, hazır karışım ve kimyasal boya ile renklendirildikten sonra ASTM-D 3023 esaslarına göre tek ve iki bileşenli su bazlı vernikler ile kaplanmıştır. Renk değişimleri ASTM 2244' e göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en fazla kırmızı renk tonu değişimi tek bileşenli vernik uygulanmış hazır karışım boyalı meşede, en az iki bileşenli vernik uygulanmış kimyasal boyalı sarıçamda elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kırmızı renk tonu, Su bazlı vernikler, Suda çözünen boyalar, Ağaç malzeme

1. Introduction

While choosing massive and veneer for furniture and decoration, the most important point to be considered is the color of wood as well as its structure. Because, color determines the beauty and aesthetic value of wood (Şanivar and Zorlu, 1999), and affects the appearance of wood just as much as form and size (Şanivar, 1997).

Different colors can be seen even in the same wood species (Şanivar and Zorlu, 1999). While producing furniture and decoration elements, a coloring treatment is needed in order to obtain colors that are different from the natural color of the wooden material with such thoughts as providing color harmony etc. by force of decoration practices (Sönmez, 2005).

Additionally, in case of demanding to keep natural structure of the wooden material, coloring can be performed with powder stains that solve in water as well as ready mix wood stains sold in the liquid state (Şanivar, 1997).

“Wood stains which are used on wood surfaces do not serve as protective layer, but create a change in color and

tone.” Objects that are made from wooden material and left natural or coated without varnishing have low resistance against external effects (Sönmez, 2005). Therefore, wood surfaces should be coated with protective layers (Sönmez, 1989).

Structural differences are seen due to differences in chemicals ingredients used in producing varnishes for wood surfaces (Sönmez, 1989). When varnishes in different forms are applied over different wood stains, they have a color changing effect on color and tone of colored wood surfaces. This causes results that are undesirable after application, and brings about various conflicts on furniture production (Çakıcıer, 1994).

This study was conducted to determine the changes, which are caused by waterborne varnish application to woods of alder, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* L.) that are colored in brown color tone with water-soluble wood stains, in red color tone of the sample color.

It was reported that varnish type was significant, and the wood species was insignificant in terms of the change,

✉ ^a Dumlupınar University, Simav Faculty of Technical Education, Department of Furniture and Decoration, Kütahya, Turkey

^b Gazi University Technology Faculty, Department of Wood Products Industry Engineering, Ankara, Turkey

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): acihangir.yalinkilic@dpu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.07.2014, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.07.2015



Citation (Atıf): Yalınkılıç, A.C., Sönmez, A., 2015. Effects of water-soluble varnishes on red color tone in wood material colored with water-soluble wood stains. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 152-158.

DOI: [10.18182/tjf.37328](https://doi.org/10.18182/tjf.37328)

which was caused by solvent-borne varnishes applied over the surfaces of wooden material, in the color of water-soluble wood stains (Çakıcıer, 1994).

Color changing effect of the UV rays on acacia, pear, chestnut, sessile oak and Taurus cedar which were processed with teak oil, liquid paraffin and antique varnish was examined. Following the research, it was stated that oil, wax and polish cannot protect the color of wooden materials that were subject to UV rays for 72 hours, and the lowest change in color was seen in liquid paraffin (Söğütü and Sönmez, 2006).

The effect of outdoor conditions on the color of wood was researched by applying cellulosic, synthetic, polyurethane and acid-catalyzed varnish on to the wood panels made from Scots pine, Oriental beech and chestnut. As a result, it was reported that polyurethane varnish and synthetic varnish caused an increase in red color tone (Sönmez, 1996).

Similar color parameters between sapwood and heartwood and causes of differences in color parameters were examined based upon CIE L*a*b* color parameters of Scots pine samples in the air-dried state which were collected from 5 geographic regions of Finland and Switzerland. Following of the research, it was reported that there were important differences between sapwood and heartwood color parameters, and these differences result from the geographic region and use of different woods which belong to the same species (Grekin, 2007).

Color change of Jatoba, Angelim vermelho, Garapeira and Marupa which are from Tropical hardwoods in artificial UV radiation (350 nm, UV-A) was examined with the CIE L*a*b* color measurement system. Following the research, it was stated that the highest loss in value with UV radiation in CIE L*a*b* parameters (ΔL , Δa and Δb) was observed in the characteristics of Marupa wood; Angelim vermelho wood was less affected (Pastore et al., 2004).

Calculability of color coordinates that belong to the color of rough timber in wood industry with CIE L*a*b* color measurement theory has been researched recently. Following of the research, it was reported that, to identify appearance characteristics of wood by means of color and sample features with CIE L*a*b* color measurement is appropriate for classifying; change in the color of wood and color variety can be determined with whitening, seasoning and ageing methods; it will be beneficial to compare wooden pieces that are used indoor and for furniture (Janin et al., 2001).

Color change of wood stains after accelerated wilting was analyzed with CIELAB color measurement system. For this purpose, Scots pine, beech and oak were used as wood materials; and Vandyke Brown stain, aniline, chemical and solvent-borne ready-mix stains were used as wood coloring. Brown color tone was applied as the sample color. Following the research, it was indicated that stain type and wood species were effective in wilting; and the highest wilting appeared in beech wood material that was colored with eco-color stain (Sönmez et al., 2003).

After different types of wood materials were colored with Vandyke Brown stain, aniline, chemical and ready mix stains, accelerated ageing treatment was applied for 72 hours that was prepared under xenon arc lamp; it was found that there was a considerable decrease in the red color tone (Delikan, 2001).

It was indicated that waterborne varnishes had color-changing effect, especially in tannin-rich trees (Budakçı, 2003).

Effects of bleaching treatments in the surfaces of impregnated and not impregnated wood materials on macroscopic change, color, brightness and strength of adhesion to surface were researched; and it was stated that bleaching solutions caused color changes in all impregnated and not impregnated samples; synthetic and waterborne varnishes showed more sensitivity (Atar, 1999).

After bleaching treatment with NaOH + H₂O₂ and NaSiO₃ + H₂O₂ in 25% concentration was applied to the experiment samples which were prepared from witch elm wood, effects of bleaching chemical substances on red color tone formation on the surfaces over which polyurethane and polyester varnish were applied were determined according to ASMT-D 2244 principles. Following the research, it was stated that the darkest red color tone was in the natural samples over which polyurethane varnish was applied; and the lightest red color tone was in the samples over which NaOH + H₂O₂ and polyester were applied (Özçifçi and Atar, 2002).

Color changing effect of one and two-component waterborne varnishes on Oriental beech (*Fagus orientalis* L.), Sessile oak (*Quercus petraea* L.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), which were colored in brown color tone with water-soluble aniline, ready-mix and chemical stains was researched. According to results of the research, it was indicated that the highest color change appeared in oak wood colored with ready-mix stain which were coated with one-component varnish; and the lowest color change was in beech wood colored with chemical stain which were coated with two-component varnish (Yalınkılıç, 2008).

2. Material and method

2.1. Wood material

Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and Sessile oak (*Quercus petraea* L.), which are from broad-leaved trees and commonly used in woodworking industry in Turkey, and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), which is from needle-leaved trees were used as experiment materials. Wood materials used in experiments were supplied from the market with the random method.

2.2. Coloring materials

Aniline, ready-mix and chemical stains were used in experiments. In order to obtain brown color, the aniline stains and tannin and potassium bicarbonate were procured in powder form, while ready-mix stain was procured in liquid form from market.

2.3. Coating materials

One-component (self crosslinked) waterborne varnish that was used in coating experiment samples was applied as silk matt and two-component waterborne varnish was applied as bright. Single-component varnish was procured from TRIMETAL's Turkey distributor Uzertaş Paint Industry Trade and Investment Inc. (İstanbul), while dual-

component varnish was procured from KIMETSAN Ltd. Şti. (Ankara).

2.4. Preparing experiment samples

Samples were prepared according to TS 53 (1981) and TS 2470 (1976) principles, by using sapwood parts and the parts of randomly-chosen first class material that are smooth fibrous, without knot or crack and have no color and density difference, and by using them in a way that the annual rings were upright.

After experiment, samples were cut to $110 \times 110 \times 12$ mm, and they were kept under the conditions of 20 ± 2 °C temperature and $50 \pm 5\%$ relative humidity until they reached constant weight TS 2471, (1976). Average moisture of 10 randomly-chosen samples was determined as $9 \pm 0.5\%$. After samples which were taken into their final sizes ($100 \times 100 \times 10$ mm) were sanded with No. 80 and No. 100 sandpapers following the first coarse and medium in grit, very fine was made with No. 120 sandpaper following the final sponging with water. Before coating treatments, sanded surfaces were cleaning out the dust. In the research, 180 experiment samples in total were prepared; 10 for each wood species, coating and varnish type and 10 for each color measurement treatment and sample ($3 \times 3 \times 2 \times 1 \times 10$).

Brown color tone was chosen for coloring experiment samples. Coloring was made according to ASTM-E 1347 – 97 (2005) principles. In parallel with it, while preparing coloring formulas, it was taken into consideration that the colors should be in the same tone in solved that was prepared with different stains. Example of brown color formula of aniline coating is shown in Table 1 (Sönmez, 2005).

Examples of brown color formula of water-soluble one and two-stage chemical staining are shown in Table 2 (Sönmez, 2005).

Walnut color stains which are sold as ready-mix was used in order to obtain brown color. It was applied to experiment samples as concentrated.

pH values of the stains used in experiments were measured via pH-meter, and were given in Table 3 (Yalınkılıç, 2008).

Varnishing samples were made in the form of industrial application according to ASTM D-3023 (1998) principles and proposals of producing companies. Varnishes were applied to experiment samples with a medium brush. The amount of varnish was determined by conforming to the proposals of producing companies about the number of layer that are required to be applied, and by scaling with analytical and 0.01 precision balance in a way that there are 120 grams (4.2329 ounce) per m^2 .

In accordance with the proposals of producing companies, one-component varnish was applied in three-coat without filler layer at 24 - hour intervals to the polished samples without sanding between the layers and they were kept drying for 3 weeks.

Two-component filler varnish, in accordance with the proposals of producing companies, was applied in two-coat at 1-hour intervals to the polished samples after resin (prime) was applied in one-coat so as to prevent varnish from being absorbed unnecessarily and to increase layer performance. Samples over which filler varnish was applied

were kept drying for 24 hours in a dust-free environment at room temperature in parallel with the ground plane. Dried samples were sanded with 220 and 320 water sandpaper equally, and varnish dusts were cleaned with a soft hair brush and vacuum method. Gloss varnish to which hardener was added was applied in two-coat to the surfaces of experiments samples and kept drying for 3 weeks under the conditions of 20 ± 2 °C temperature $50 \pm 5\%$ relative humidity.

2.5. Color measurement

Color measurements were performed with MINOLTA CR - 231 color measurement device according to principles stipulated in ASTM D 2244, (2007). Measurement principle of the device which can measure according to CIE $L^*a^*b^*$ color system is shown in Figure 1 (Özçifçi and Atar, 2002). Color change in the surface of wood material is determined with H° angle. Constriction of the angle shows approach to red color, and extension of it shows approach to yellow color.

CIELAB color intent was identified by International Commission on Illumination (Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)) in 1976. In the system, color is represented as a spot in three dimensions (Çağlar and Yamanel, 2007). Differences in colors and their positions are determined according to L^* , a^* , b^* color coordinates. Here, L^* is located in the axis of black and white ($L^* = 0$ for black, $L^* = 100$ for white); a^* in the axis of red and green (positive value red, negative value green); and b^* in the axis of yellow and blue (positive value yellow, negative value blue) (Sögütü and Sönmez, 2006).

Table 1. Example of brown color formula of aniline stain

Wood Species	Color	Mix (5% Basic Melt)
Beech Oak Scots pine	Brown	Red 10 Part Yellow 20 Part Blue 10 Part Black 5 Part

Table 2. Examples of brown color formula of water-soluble one and two-stage chemical staining

Chemical Coloring	Wood species	Color	Stain Formula	Explanation
One-stage	Oak		3 - 5% Bichromate of Potassium solution	30 - 50 g Bichromate of potas is solved in 1 L hot water and applied to the surface as cold.
Two-stage	Scots pine Beech	Brown	5% Tannic acid 5% Bichromate of Potassium	50 g Tannic acid is solved in 1 L water. Then 50 g Bichromate of potas is solved in 1 L water and applied to the surface as cold.

Table 3. pH values of water-soluble stains

pH values of water-soluble stains		
Stains		pH-meter (25 °C)
Ready-mix	Walnut	7,8
Chemical	Bichromate of potassium	4,3
	Tannic acid	3,9
Aniline	Mix	8

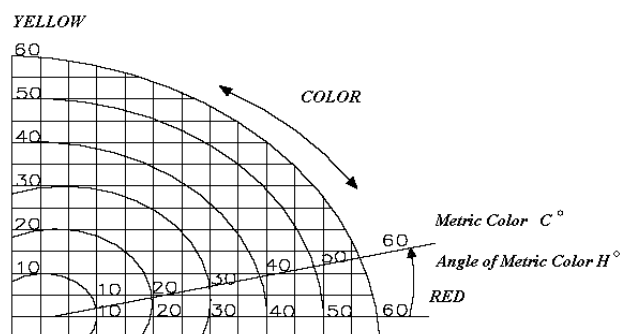


Figure 1. Color measurement principle

In order to determine the change in red color tone (a^*) of brown, variable quality Δa^* was calculated as ($\Delta a^* = \text{Post-vernishing } a^* - \text{Post-coloring } a^*$). That Δa^* is in low value means red color tone of the sample color did not change or changed little.

2.6. Statistical evaluation

Measurement differences were used as data in evaluating the results (post-vernishing – post-coloring). Multiple analysis of variance (MANOVA) was applied to the data in the MSTAT-C statistical evaluation program; when difference between groups is proven significant, difference between the average values was compared with the Duncan test. So, order by performance between the factors that were included in experiment was determined to be divided into homogeneity groups according to critical value of the least significant difference (LSD).

3. Results

Red color tone values, which were obtained with post-vernishing and post-coloring measurements, were used in order to determine the interaction of waterborne varnishes with water-soluble wood stains and on their differences were given in Table 4.

According to the table, red color values were found different in terms of wood species, varnish and coating type. Multi-factor analysis of variance was performed in order to determine the source of differences, and its results were shown in Table 5.

According to the results of the variance analysis; wood species, coating and varnish type and their mutual interactions were found statistically meaningful ($P \leq 0.05$). Comparison results of Duncan test which was made at the level of wood species, stain and varnish type were given in Table 6.

According to Table 6, the highest change in red color tone was found in beech at the level of wood species; in ready-mix stain at the level of stain type; in one-component varnish at the level of varnish type, the lowest change in red color tone was found in Scots pine, chemical stain and two-component varnish.

Comparison results of Duncan test, which was made at the level of interaction of wood species-stain type, wood species-varnish type, were given in Table 7.

According to Table 7, at the level of interaction between wood species and stain type, chemical stain made the lowest change in red color tone on beech wood with 2.094 value,

while ready-mix stain made the highest change with 12.72 value. While chemical stain made the lowest change in red color tone on oak wood with 2.750 value, ready-mix stain made the highest change with 13.53 value. While chemical stain made the lowest change in red color tone on Scots pine wood with 0.193 value, ready-mix stain made the highest change with 11.86 value. According to these results, the highest change in red color tone was obtained in oak which was colored with ready-mix stain; and the lowest change was obtained in Scots pine which was colored with chemical stain. Difference between the beech and oak which were colored with chemical stain was found statistically insignificant.

Two-component varnish, at the level of interaction of wood species-varnish type, made the lowest change in red color tone while one-component varnish made the highest change. According to these results, the highest change in red color tone was obtained in beech over which one-component varnish was applied; and the lowest change was obtained in beech over which two-component varnish was applied. Difference between oak and Scots pine over which one-component varnish was applied, and beech and oak over which two-component varnish was applied were found statistically insignificant.

Comparison results of Duncan test which was made at the level of interaction of stain-varnish type were given in Table 8.

According to Table 8, two-component varnish made the lowest change in red color tone on aniline stain with 3.924 value, one-component varnish made the highest change with 7.647 value. While two-component varnish made the lowest change in red color tone on ready-mix stain with value of 11.04, one-component varnish made the highest change with value of 14.37. While two-component varnish made the lowest change in red color tone on chemical stain with value of 1.337, one-component varnish made the highest change with value of 2.021. According to these results, the highest change in red color tone was obtained in one-component varnish which was applied over ready-mix stain; and the lowest change was obtained in two-component varnish which was applied over chemical stain.

Comparison results of Duncan test which was made at the level of interaction between wood species and stain and varnish type were given in Table 9.

According to Table 9, the highest change in red color tone was seen in oak over which one-component varnish and ready-mix stain were applied, the lowest change was obtained in Scots pine over which two-component varnish and chemical stain were applied.

Change in red color tone at the level of interaction of wood species and stain and varnish type is shown in Figure 2.

4. Discussions

Results below can be discussed according to the findings which were obtained in the research.

Waterborne varnishes caused an increase in red color tone of the sample color. In literature, it has been reported that varnishes having different structures had different effects on colors and tones of painted wood surfaces when applied to different wood stains (Çakıcıer, 1994).

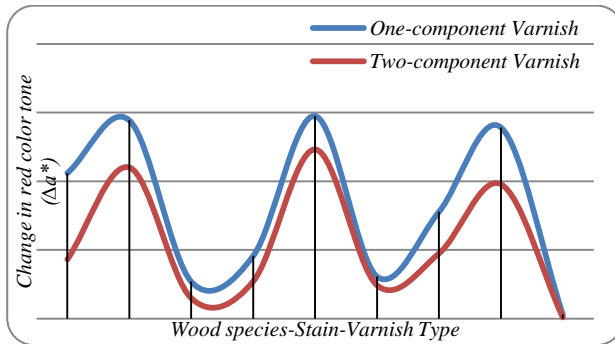


Figure 2. Change in red color tone at the level of interaction of wood species stain varnish type

It was determined that in comparison with one-component varnish, two-component varnish had a less color changing effect on three wood species and stain types.

It was determined that use of chemical stain had a less color changing effect on three wood species compared to other stain types. It can be said that this situation is caused from acidic characteristic of the chemical stain (Table 3). In literature, it has been stated that the most important metal salt used as final staining tool in chemical coloring is potassium bichromate, that the potassium bichromate obtained as a result of reaction of chrome metal, which is used in coloring, with acids gives different colors when reacting with chemicals used in first staining, and that the final staining materials obtained in this way give acid reaction (Sönmez, 2005).

Table 4. Average values on post-varnishing and post-coloring measurement of red color tone (a*) and their differences

Wood species	Varnish type	Coating type	Post-varnishing	Post-coloring	Difference
Beech	One-component	Aniline	15.23	4.63	10.6
		Ready-mix	23.44	9.00	14.14
		Chemical	13.50	10.81	2.69
	Two-component	Aniline	9.33	5.02	4.31
		Ready-mix	20.37	9.36	11.01
		Chemical	12.65	11.16	1.49
Oak	One-component	Aniline	10.17	5.61	4.56
		Ready-mix	24.45	9.71	14.74
		Chemical	13.77	10.71	3.06
	Two-component	Aniline	8.23	5.51	2.72
		Ready-mix	20.23	7.91	12.32
		Chemical	13.42	10.98	2.44
Scots pine	One-component	Aniline	14.23	6.46	7.77
		Ready-mix	28.24	14.32	13.92
		Chemical	11.72	11.42	0.3
	Two-component	Aniline	10.63	5.89	4.74
		Ready-mix	23.61	13.82	9.79
		Chemical	11.78	11.69	0.09

Table 5. Results of variance analysis on change in red color tone

Factor	Degrees of freedom	Total square	Square average	F value	P ≤ 0,05
Wood species (A)	2	52.983	26.491	15.9040	0.0000*
Coating type (B)	2	3726.033	1863.017	29.7259	0.0000*
Interaction (AB)	4	198.059	49.515	24.6305	0.0000*
Varnish type (C)	1	299.615	299.615	4.8379	0.0010*
Interaction (AC)	2	30.451	15.226	9.1407	0.0002*
Interaction (BC)	2	82.055	41.027	24.6305	0.0000*
Interaction (ABC)	4	32.234	8.059	4.8379	0.0010*
Error	162	269.845	1.666		
Total	179	4691.275			

*Difference is meaningful according to 0.05

Table 6. Comparison results of duncan test made at the level of wood species, stain and varnish type

Wood species					
Beech		Oak		Scots pine	
\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
7.424	A*	6.641	B	6.103	C
Stain type					
Ready-mix		Aniline		Chemical	
\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
12.70	A*	5.786	B	1.679	C
LSD : ± 0,4650					
Varnish type					
One-component			Two-component		
\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
8.013	A*	5.433	B		
LSD : ± 0.3797					

\bar{X} : Arithmetic average HG: Homogeneity Group
*: The highest increase in red color tone

Table 7. Comparison results of duncan test made at the level of interaction of wood species-stain type, wood species-varnish type

Wood species	Stain type						Varnish type			
	Aniline		Ready-mix		Chemical		One-component		Two-component	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Beech	7.456	D	12.72	B	2.094	G	9.246	A*	5.603	C
Oak	3.640	F	13.53	A*	2.750	G	7.460	B	5.821	C
Scots pine	6.260	E	11.86	C	0.193	H	7.333	B	4.874	D
LSD : ± 0.8054						LSD : ± 0.6576				

*: The highest increase in red color tone

Table 8. Comparison results of duncan test made at the level of interaction of stain-varnish type

Stain type	One-component Varnish		Two-component Varnish	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Aniline	7.647	C	3.924	D
Ready-mix	14.37	A*	11.04	B
Chemical	2.021	E	1.337	F
LSD : ± 0.6576				

*: The highest increase in red color tone

Table 9. Comparison results of duncan test made at the level of interaction between wood species and stain and varnish type

Wood species	Stain type	One-component Varnish		Two-component Varnish	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Beech	Aniline	10.60	CD	4.311	F
	Ready-mix	14.44	A	11.01	C
	Chemical	2.697	G	1.490	H
Oak	Aniline	4.566	F	2.714	G
	Ready-mix	14.75	A*	12.32	B
	Chemical	3.066	G	2.433	GH
Scots pine	Aniline	7.775	E	4.746	F
	Ready-mix	13.92	A	9.788	D
	Chemical	0.2990	I	0.08700	I**
LSD : ± 1.139					

*: The highest increase in red color tone **: The lowest increase in red color tone

It was found that in comparison with other stain + varnish interactions, chemical stain + two-component varnish had a less coloring effect on three wood species. It can be said that this situation might be caused from that chemical stain doesn't make homogenous coloring, which is one of top surface quality criteria, (Sönmez, 2005) and from the difference between the chemical stain and the chemicals used in production of dual-component varnish. In literature, it has been reported that structural differences occur due to the chemicals used in production of varnishes used in wood surfaces (Sönmez, 1989).

It was found that ready-mix stain increased change in red color tone maximally. It may be said that this stems from the fact that ready-mix stain was used as concentrated. It may be suggested that ready-mix stain be used mixing with water at a certain rate.

Minimum change exhibited by Scotch pine may be caused from that its color is lighter than the woods of beech and oak trees. In literature it has been reported that the red color is obtained in Scotch pine at minimum and beech tree at maximum in terms of tree species. This situation is in parallel with the literature (Pelit, 2007).

Conclusion

As a result, it may be suggested that in furniture and decoration practices where red color tone of brown which was chosen as sample is not required to be changed, wood

material of Scots pine which is coated with two-component varnish colored with chemical stain be used. In the case that in furniture and decoration field, beech and oak are used as wood material; aniline and ready-mix stains are used as coating type; and one-component varnish is used as varnish type, it is important to consider the difference which should occur in color tone in this regard.

Ability of waterborne varnishes and water-soluble wood stains to wet wood materials may be the research subject. Additionally, it may be suggested to work on color and brightness of different colors that are obtained mixing stains certain rates.

References

- ASTM-E 1347-97, 2005. Standard Method of Color Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry, ASTM Standards, 1-5.
- ASTM D-3023, 1998. Standard practice for resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents.
- ASTM-D 2244, 2007. Standard Practice for Calculation or Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinate, ASTM Standards, A.B.D.
- Atar, M., 1999. Effects of Chemical Whitening Substances on Surface Layer Treatments in Wood Materials.

- Doctoral Thesis, Gazi University, Faculty of Sciences, Ankara.
- Budakçı, M., 2003. Designing And Producing Pneumatic Adhesion Device And Trying On Wood Varnishes. Doctoral Thesis, Gazi University, Faculty of Sciences, Ankara.
- Çağlar, A., Yamanel, K., 2007. Methods For Determining Color Of The Teeth. ADO Clinical Sciences Magazine, 2 (1): 49-54.
- Çakıcıer, N., 1994. Changes That Are Caused By Varnishes Used Over Wood Surfaces, In The Color Wood Coatings Melted With Water. Postgraduate Thesis, Gazi University, Faculty of Sciences, Ankara.
- Delikan, A.B., 2001. Accelerated Wilting Experiments Applying Different Coatings To Different Wood Species. Postgraduate Thesis, Gazi University Faculty of Sciences, Ankara.
- Grekin, M., 2007. Color and Color Uniformity Variation of Scots Pine Wood in the Air-Dry Condition. Wood and Fiber Science, 39: 279-290.
- Janin, G., Gonzalez, J., Ananiás, R., Charrier, B., Fernandes, G.S., Dilem, A., 2001. Aesthetics Appreciation of Wood Colour and Patterns by Colorimetry, Part 1. Colorimetry Theory for the CIELab System. Maderas. Ciencia y tecnología, 3 (1-2): 03-13.
- Özçifçi, A., Atar, M., 2002. Effects of Some Chemical Substances on the Color Tone of Witch Elm Wood (*Ulmus Campestris* Spach). Technology, Issue 1-2: 21-28.
- Pastore, T.C.M., Santos, K.O., Rubim, J.C., 2004. A spectrophotometric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. Bioresource Technology, 93: 37-42.
- Pelit, H., 2007. The Effect Of Wood's Moisture Content On Layer Properties Of Water Borne Varnishes. Postgraduate Thesis, Gazi University Faculty of Sciences, Ankara.
- Söğütü, C., Sönmez, A., 2006. Color Changing Effect Of UV Rays On Some Native Trees Which Were Processed With Different Protectors. Gazi University Engineering and Architecture Magazine, 21(1): 151-159.
- Sönmez, A., Budakçı, M., Delikan, A.B., 2003. Color Changes In Wood Materials That Are Colored With Wood Coatings. G. U. Sciences Magazine, 16 (4): 769-777.
- Sönmez, A., 1996. Color Changing Effect Of External Air Conditions On Varnished Surfaces. G.U. Industrial Technology Magazine, Issue 2, Ankara.
- Sönmez, A., 1989. Durability of Varnishes used on Surfaces of Wooden Furniture against Important Physical, Mechanical and Chemical Effects. Doctoral Thesis, Gazi University Faculty of Sciences, Ankara.
- Sönmez, A., 2005. Surface Layer Treatment on Woodworking-I Preparation and Coloring. (Corrected and Broadened II. Edition) Cem Web Offset, Ankara, pp. 4-7-66-68-74-75-80-83-84-88.
- Şanıvar, N., 1997. Surface Layer Treatment on Woodworking. National Education Press, 3rd Edition, Istanbul, pp. 103-104.
- Şanıvar, N., Zorlu, I., 1999. Materials on Woodworking. National Education Press 7th Edition, Istanbul, pp. 63-64.
- TS 2471, 1976. Wood, Determination of Moisture Content for Physical and Mechanical Tests, T.S.E., Ankara.
- TS 53, 1981. Wood-Sampling and Test Methods-Determination of Physical Properties, T.S.E., Ankara.
- TS 2470, 1976. Wood-Sampling Methods and General Requirements for Physical and Mechanical Tests, T.S.E., Ankara.
- Yalınkılıç, A.C., 2008. The Effect Of Coloring For Brown Tone With The Reaction Of Waterborne Varnishes And Waterborne Coatings On Wood Materials. Postgraduate Thesis, Gazi University Faculty of Sciences, Ankara.

Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.) odunundan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretim parametrelerinin belirlenmesi

Ayhan Gençer^{a,*}, Ufuk Özgül^a

Özet: Bu çalışmada, Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.) odunundan Soda (NaOH) yöntemiyle kâğıt hamuru ve deneme kâğıtları üretilmiştir. Literatür araştırması yapılarak yonga/çözelti oranı 1/5, pişirme sıcaklığı 170±2 °C, maksimum sıcaklığa ulaşma süresi 90 dakika sabit alınarak; Soda (NaOH) yönteminde NaOH oranı %20, %22, %24, %26, maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 60 dakika ve 90 dakika alınarak 8 adet pişirme yapılmıştır. Yapılan pişirmeler sonucunda NaOH yönteminde, pişirme süresinin artmasıyla kappa numarası ve viskozitenin azaldığı, elenmiş verim ise %20 NaOH ve %22 NaOH'da artarken, %24 NaOH ve %26 NaOH'da azaldığı tespit edilmiştir. Bu değerlere göre sürenin etkisi incelendiğinde %24 NaOH'da 150 dakikada artışta iken aynı konsantrasyonda 180 dakikada azalmaya başlamıştır. Buna göre yüksek konsantrasyonlarda süre artışı ile verim kaybı meydana gelmektedir. Bu durum %24 NaOH oranında 150 dakikalık pişirmede viskozite değerinin 883,13 cm³/g, 180 dk'lık pişirmede 857,05 cm³/g olması ile de doğrulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Corylus avellana* L., Yaygın fındık, Soda, Kâğıt hamuru üretimi

Determination of pulp production paramemeters from common hazelnut (*Corylus avellana* L.) wood using soda method

Abstract: In this study, pulp and papers were produced from common hazelnut (*Coryllus avellana* L.) wood by using Soda (NaOH) methods. According to the literature, chip/solution ratio was chosen as 1/5, cooking temperature was 170±2 °C and duration of reaching maximum temperature was 90 minutes. NaOH ratios were chosen as %20, %22, %24 and %26, cooking durations at maximum temperature were 60 and 90 minutes and 8 cooking were carried out. According to the results, as cooking duration increased kappa number and viscosity was reduced, screened yield was increased with %20 and %22 NaOH and decreased at %24 and %26 NaOH. Investigating the effect of cooking duration, screened yield increased at %24 NaOH with 150 minutes, it was decreased at 180 minutes with same concentration. Thus, yield lost was observed at increased cooking duration with high concentrations. Same situation was observed and it was proved that %24 NaOH and 150 minutes cooking duration having 883.13 cm³/g viscosity value and for 180 minutes it was 857.05 cm³/g.

Keywords: *Corylus avellana* L., Common hazel, Soda pulp production

1. Giriş

Dünya nüfus artışı ile hammaddelere olan talep de hızla artmaktadır. Bu talebi karşılayabilmek için kaynakların etkili kullanılmasının yanında ikame hammaddelerin kullanılabilirliği de araştırılmalıdır. Kâğıt hamuru üretiminde temel hammadde odundur. Ancak, yapacak değeri olan odunun kâğıtçılıkta kullanılması kâğıt üretim maliyetini arttırmaktadır. Bu nedenle, ormanlarımızda bulunan fakat geniş kullanım alanı bulamayan türlerden faydalanmak daha az maliyetle kâğıt hamuru üretmek bakımından oldukça önemlidir.

Fındık (*Corylus*) Betulaceae familyasından olup on türü altında toplanır ve Avrupa Balkanlar Asya Türkiye'nin kuzeyi ve İran'da yayılmıştır (Yalıtık ve Efe, 2000). Ülkemizde doğal olarak yetişme gösteren Yaygın Fındık (*Corylus avellana* L.), Kuzey Anadolu'da, Karadeniz Bölgesinde ormanlarda, özellikle yapraklı ve az da olsa iğne yapraklı-yapraklı ormanlarında 20-1500 m yükseltilerde, Batı, Güney ve Doğu Anadolu'da da nadir olarak, dere kenarlarında

görülmektedir (Sarıbaş, 2012). Trabzon yöresinde yetişen *Corylus colurna* L. 0-2500 doğal yayılış gösterdiğini ve 250-1000 m arasında kuzey ve doğu bakılarda en iyi verim alındığı belirtilmiştir (Aydınoglu, 2010). Fındık, bir tarım ürünü olarak ülkemizde büyük bir öneme sahiptir. Toprak Mahsulleri Ofisi 2013 verilerine göre dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'ini ve ihracatının yaklaşık %80'ini Türkiye yapmaktadır (TMO, 2013). Türkiye'de fındık üretim alanı 2010 yılında 6.678.649 hektar olup (TEPGE, 2011), *Corylus avellana* L. bunlar arasında ticari bakımdan en önemlisidir (FAOSTAT, 2011).

Bir ağaç türünden kâğıt hamuru üretiminde değişkenlerden bazıları; yoğunluk, fırın kuru ağırlığa oranla etkili alkali, pişirme sıcaklığı ve süresidir (Clayton, 1969). Kimyasal yöntemlerle kâğıt hamuru üretimi; orta lamelde bulunan lignini çözücü kimyasal maddelerle belirli bir sıcaklık ve basınç altında hiç bir mekanik etki yapmadan lifleri bireysel hale getirme işlemidir (Bostancı, 1987). Soda yöntemiyle kâğıt hamuru üretiminde genellikle yapraklı ağaç odunları tercih edilmektedir. Bu hamurlardan yumuşak

✉ ^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ayhangencer61@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.11.2014, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.07.2015



Citation (Atf): Gençer, A., Özgül, U., 2015. Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.) odunundan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretim parametrelerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 159-163.
DOI: [10.18182/tjf.09112](https://doi.org/10.18182/tjf.09112)

ve düzgün yüzeyli baskı kâğıtları elde edilir (Kırcı, 2000). Bu çalışmada amaç, endüstriyel kullanımda yeterince yer bulamamış, Yaygın Fındık (*Corylus avellana* L.) odununun soda yöntemi ile kâğıt üretim parametrelerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Hammadde

Çalışmada kullanılan Yaygın Fındık (*Corylus avellana* L.) odunu Türkiye'nin kuzey illerinden biri olan Bartın'dan 35-60 m rakımdan kuzey batı bakısından temin edilmiştir. Boyuna yönde 5 er cm'lik silindirler halinde kesildikten sonra yongalama işlemi el yardımı ile yapılmıştır. Kâğıt hamuru üretiminde kullanılan NaOH, MERCK Darmstadt - Germany den temin edilmiştir.

2.2. Kâğıt hamuru üretimi

Kimyasal hamur üretiminde lignini uzaklaştırmak sıcaklık, kimyasal madde ve pişirme süresinin ortak bir bileşenidir. Jahan vd. (2008), Akasya (*Acacia auriculiformis*) odununun soda yöntemi ile (%20 NaOH) yapılan çalışmada 150 dakikada elenmiş verimi %42.5 kappa numarasını 22 bulmuşlardır. Benzer bir çalışmada sürenin uzatılması ile kappa numarasının 56 dan 25.5 e düştüğü belirtilmiştir (Mansouri vd., 2012) Şeker akça ağacı (*Acer saccharum*) odunundan elde edilen ağartılmamış kraft, AC-kraft ve AC-SAQ hamurlarında kappa numarasını sırasıyla 17.4, 17.8 ve 19.3 bulmuşlardır (Francis vd., 2008). Deney planı hazırlanırken literatürde yapraklı ağaçlardan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretimi incelenmiştir. Soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretiminde uygun pişirme sıcaklığının akasya (*Acacia auriculiformis*) odunda 170°C (Jahan vd., 2008), zeytin ağacı budama artıklarında 174°C (López, 2000) olarak belirlenmiştir. Pırnal meşesinde (*Quercus ilex* L.) üç farklı pişirme sıcaklığı (135-165-195°C) denenmiş ve hamur verimi, üretilen kâğıtların bazı mekanik özellikleri ve beyazlık değerleri memnun edici seviyede olduğu belirtilmiştir (Alaejos vd., 2008). Bu kaynakların ışığında, çalışmamızda Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.)'dan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretiminde pişirme sıcaklığının 170°C sabit alınması uygun görülmüştür. Üzüm asması budama atıklarından soda yöntemi ile yapılan bir çalışmada pişirme süresi 30-120 dakika aralıklarında denenmiş ve sürenin uzatılmasının hamur verimini düşürdüğü belirtilmiştir (Mansouri vd., 2012). Kâğıt hamuru üretiminde kullanılan odun hammaddesinin özgül ağırlığı arttıkça kazana yüklenen birim yonga hacmindeki lif kütlesi de doğru orantılı olarak artmakta ve buna bağlı olarak kazan kapasitesi yükselmektedir. Ancak, yüksek özgül ağırlık pişirme çözeltilsinin yonga merkezine penetrasyonunu geciktirmektedir. Bu durumda yongaların dış yüzeylerinde selüloz bozunmaya başladığı halde, iç kısımlar pişmemiş kalabilir ve elek artığı yüksek çıkar. Bu durumda maksimum sıcaklığa çıkış süresini arttırmak gerekir. Bu nedenle pişirme süresinin etkisini ortaya koymak için maksimum sıcaklığa ulaşma süresi 90 dk. sabit tutularak, maksimum sıcaklıkta 60-90 dakika olmak üzere, iki farklı pişirme süresi denenmiştir. Yapraklı ağaç odunlarından soda antrakinin (SAQ) yönteminde çözelti / yonga oranı 5/1 alındığında

pişirme performansının iyi olduğu belirtilmiştir (Francis vd., 2008). Bu nedenle çözelti / yonga oranı 5/1 sabit alınarak, tam kuru yonga ağırlığına göre NaOH oranları ve pişirme süresi değiştirilerek Çizelge 1'deki gibi 8 farklı koşuldan oluşan bir deney planı uygulanmıştır.

Her bir pişirmede 700 g tam kuru yonga kullanılmıştır. Pişirme işlemleri elektrik ile ısıtılan, 25 kg/cm² basınca dayanıklı, 15 lt kapasiteli, dakikada 2 devir yapabilen laboratuvar tipi pişirme kazanında ± 2 °C hassasiyetle yapılmıştır.

2.3. Kâğıt üretimi

Hamurlar TAPPI T 275 sp-02 standardına göre Somerville tipi sarsıntılı vakum eleğinde elenerek elek artığı ayrılmıştır. Elenen hamurlar TAPPI T 200 sp-01 standardına göre Hollander'de 35 °SR ve 50 °SR'e kadar dövülmüştür. Hamurların serbestlik derecesi Schopper Riegler cihazında ISO 5267-1 standardına göre belirlenmiştir. Üretilen hamurların TAPPI T 236 om-99om-99 standardına göre kappa numarası ve SCAN-CM 15-62 standardına göre viskozite değerleri ölçülmüştür. Dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR kadar dövülmüş hamurlardan ISO 5269-2 standardına göre 75 \pm 2 g/m² gramajlı 10'ar adet deneme kâğıdı yapılmıştır.

2.4. Kâğıt testleri

Deneme kâğıtları TAPPI T 402 sp-03 standardına göre 23 \pm 2 °C sıcaklık ve %50 \pm 2 bağıl nemde 24 saat kondisyonlandıktan sonra kâğıtlarda kalınlık (TAPPI T 411 om-97), hava geçirgenliği (ISO 5636-3), opaklık (TAPPI T 519 om-02), parlaklık (TAPPI T 525 om-02), yırtılma indisi (TAPPI T 414 om-98), patlama indisi (TAPPI T 403 om-02) ve kopma indisi (TAPPI T 494 om-01) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen verilerin aritmetik ortalaması ve standart sapması Microsoft Office 2010 paket programı ile belirlenmiş ve SPSS 16.0 paket programı kullanılarak deneme kâğıtlarının özelliklerinin birbirine etkisini tespit etmek için çoğul varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığı tespit etmek için ise bu farkın %95 güven aralığında anlamlı olup olmadığı Duncan testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular

Özgül ağırlığa göre sınıflandırmada 540 kg/m³ den küçük olan odunlar düşük yoğunluklu, büyük olanlar ise yüksek yoğunluklu kabul edilmektedir (Hart, 1969). Bu çalışmada *Corylus avellana* L. odununun tam kuru yoğunluğu 670 kg/m³ hesaplanmış ve yüksek yoğunluklu odun grubuna ait olduğu görülmektedir. Ayrıca, ülkemizde geniş yayılış alanı olan doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) nın tam kuru yoğunluğu 631 kg/m³ (Bektaş ve Güler 2001), fındığın (*Corylus colurna* L.) tam kuru yoğunluğu 627 kg/m³ (Zeidler, 2012) ve 699 kg/m³ (Korkut vd., 2008) olup, çalışmamızla benzerlik göstermektedirler.

Çizelge 1. Kâğıt hamuru üretim için uygulanan pişirme planı

Pişirme No	NaOH (%)	M.S.P.S. (dk)
S1	20	60
S2	22	60
S3	24	60
S4	26	60
S5	20	90
S6	22	90
S7	24	90
S8	26	90

Not: M.S.P.S: Maksimum Sıcaklıkta Pişirme Süresi

NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verim, elek artığı, toplam verim, kappa numarası ve viskozitesi Çizelge 2’de verilmiştir.

Kâğıt hamuru değerlendirilirken yüksek verim ve viskozite, düşük kappa numarasına sahip hamurlar esas alınmaktadır. Çizelge 2 incelendiğinde *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi incelendiğinde en yüksek elenmiş verim S6 numaralı pişirmede %47.59, en düşük kappa numarası S8 numaralı pişirmede %14.90, en yüksek viskozite S1 numaralı pişirmede 961.60 cm³/g olarak tespit edilmiştir.

Farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarında NaOH oranı ve süre arttıkça kappa numarasının azaldığı ve en düşük kappa numarası S8 numaralı pişirmede (%14.90) olduğu görülmektedir. Selüloz her ne kadar alkaliye dayanıklı bir polimer olsa da NaOH konsantrasyonunun artması polimer zincir uzunluğu kısaltmaktadır. En yüksek viskozite düşük konsantrasyonda (%20) S1 numaralı pişirmede (961.60 cm³/g) tespit edilmiş ve NaOH oranı ve süre arttıkça viskozitenin azaldığı görülmüştür. Pişirme sürenin etkisi incelendiğinde, elenmiş verim 150 dk. da kimyasal madde oranı arttıkça artmakta ve en yüksek değere %24 oranında (S3) ulaşmakta ve NaOH oranı arttıkça azalmaya başlamaktadır. 180 dakikalık pişirmelerde elenmiş verim kimyasal madde ile doğru orantılı artmakta en yüksek değere %22 konsantrasyonda (S7) ulaşmakta ve benzer şekilde NaOH oranı arttıkça azalmaktadır. %18 NaOH da elenmiş verim 0.5 azalarak %42, ağartılabilirlik önemli ölçüde azalarak kappa numarası 39.9 a yükselmiştir. Elde edilen hamurların dövülmemiş, 35 °SR, 50 °SR’de üretilen deneme kâğıtlarının bazı özellikleri Çizelge 3’de görülmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde aynı sütundaki aynı harfler %95 güven aralığında farkların istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir. Ayrıca aynı sütundaki * işareti o özelliğin en yüksek değerini göstermektedir.

Deneme kâğıtlarında en yüksek kalınlık S8 numaralı pişirmede dövülmemiş hamurlardan 143.75 µm ve dövme ile azalmıştır. Kâğıt geçirme yapısından dolayı sıvıları absorbe ve gazları geçirme özelliğine sahiptir (Eroğlu, 2000). Dövülmemiş hamurlarda tüm pişirmeler için hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk’ dan büyük çıkmıştır. Yapraklı ağaç odunlarından soda yöntemiyle üretilen hamurların lif boyu kısa ve mukavemet değerleri düşüktür. Yalnız bu hamurlardan opaklık ve hava geçirgenliği yüksek, oldukça yumuşak ve düzgün yüzeyli baskı kâğıtları elde edilir (Kırcı, 2000). Dövme ile azalarak en düşük hava geçirgenliği S2 numaralı pişirmede 50 °SR serbestlik derecesinde 14,65 ml/dk olarak ölçülmüştür.

Dövme ile opaklık değeri azaldığından (Casey, 1960; Eroğlu, 2003) en yüksek opaklık değeri dövülmemiş hamurlarda S4 numaralı pişirmede %99.92 olarak, en yüksek parlaklık yine dövülmemiş hamurlarda S8 numaralı pişirmeden üretilen kâğıtlarda %26.62 olarak ölçülmüştür. En yüksek yırtılma indisi değeri dövülmemiş hamurlarda S4 numaralı pişirmede 4.53 mN.m²/g. Uzun lifli ibreli hamurları dövüldüğü zaman genellikle yırtılma direnci maksimuma ulaşır (Eroğlu, 1990). Ancak, yapraklı ağaç lifleri kısa lif grubuna dahil olduğundan dövme ile lif kesilmesinin de etkisiyle yırtılma direnci azalmıştır. Dövme süresi arttıkça kopma-patlama ve yırtılma dirençleri arasında ters bir bağlantı geliştiğinden kopma ve patlama direnci yüksek olan kâğıtların yırtılma dirençleri düşer (Casey, 1960). Sırasıyla, en yüksek kopma indisi ve en yüksek patlama indisi değeri serbestlik derecesi 50 °SR olan hamurlardan üretilen kâğıtlarda (S5=93.82 N.m/g) ve (S5=5.10 kPa.m²/g) elde edilmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Fındık (*Corylus avellana* L.) odununun tam kuru yoğunluğu 670 kg/m³ hesaplanmış olup, yüksek yoğunluklu odun sınıfına girmektedir. Yüksek yoğunluk kazana yonga yüklemesinde kazan kapasitesini artırarak birim kazan hacminden elde edilen hamur verimini arttırmaktadır. NaOH yöntemiyle fındık odunundan kâğıt hamuru üretiminde elenmiş verimin (%47.59) yüksek olması esas alınır %22 NaOH ve maksimum sıcaklıkta 90 dakika (S6) pişirmelidir. Kappa numarasının azalması hamurda kalan ligninin azaldığını göstermekte olup, ağartmanın kolaylaşacağı anlamına gelmektedir. O halde üretilen hamur ağartılacak ise en düşük kappa numarasının elde edildiği S8 numaralı pişirme (14.90) ve yüksek viskozite isteniyorsa S1 numaralı pişirme (961.60 cm³/g) şartları uygulanmalıdır. Genel amaçlı kâğıt üretiminde kâğıdın her özelliği kullanılmaya yerine uymayabilir. Bazı fiziksel optik ve mekanik özellikler dövme ile belirlenir. *Corylus avellana* L.’ dan NaOH yöntemi ile kâğıt hamuru üretiminde kâğıtlarda yüksek opaklık, parlaklık, hava geçirgenliği yırtılma direnci isteniyorsa dövülmemiş hamurlardan kâğıt üretilmelidir. Kopma değeri ve patlama değeri yüksek isteniyorsa 50 °SR ye kadar dövülen hamurlardan kâğıt üretilmelidir. Üretilen hamurlarda. Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.)’nin kâğıt hamuru özellikleri tam olarak belirlemek için diğer hamur üretim yöntemlerinin de araştırılması gerektiği kanaatindeyiz.

Çizelge 2. *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappa numarası ve viskozitesi

No	Elenmiş verim (%)	Elek Artığı (%)	Toplam verim (%)	Kappa no	Viskozite cm ³ /g
S1	35,87	18,07	53,94	35,25	961,60
S2	45,37	6,34	51,71	26,70	943,85
S3	47,27	3,04	50,31	25,20	883,13
S4	45,50	0,57	46,07	15,75	742,48
S5	42,40	7,18	49,58	30,85	959,66
S6	47,59	2,78	50,37	22,70	928,50
S7	46,97	0,91	47,88	20,35	857,05
S8	45,39	0,14	45,53	14,90	719,01

Çizelge 3. *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel, optik, mekanik özellikleri ve Duncan testi

°SR	Kod	Fiziksel özellikler		Optik özellikler		Mekanik özellikler		
		Kalınlık (µm)	Hava geçirgenliği (ml/dk)	Opaklık (%)	Parlaklık (%)	Yırtılma indisi (mN.m ² /g)	Kopma indisi (N.m/g)	Patlama indisi (kPa.m ² /g)
Dövülmemiş	S1	138,50 k	>5000 n	99,87 j	19,68 k	3,97 cdefg	42,09 ab	1,77 a
	S2	135,00 j	>5000 n	99,85 j	22,68 p	4,40 gh	44,94 bcd	1,92 b
	S3	137,50 k	>5000 n	99,87 j	23,92 s	4,23 fgh	46,74 cde	2,14 c
	S4	138,75 k	>5000 n	99,92 j*	26,01 t	4,53 h*	42,55 abc	2,12 c
	S5	128,25 i	>5000 n	99,88 j	20,30 m	4,51 h	55,20 f	2,55 d
	S6	135,50 j	>5000 n	99,86 j	23,47 r	4,43 gh	49,86 e	2,16 c
	S7	141,25 l	>5000 n	99,88 j	23,94 s	4,03 defg	48,44 de	2,25 c
	S8	143,75 m	>5000 n	99,80 j	26,62 u*	3,20 a	38,66 a	1,69 a
35	S1	95,25 f	84,40 g	99,21 f	15,56 c	3,70 bcde	86,00 ij	4,94 ijk
	S2	95,25 f	132,30 k	99,25 fg	18,33 h	3,97 cdefg	91,79 klm	5,01 kl
	S3	100,25 h	212,90 m	99,42 hi	19,94 l	4,20 fgh	85,22 ij	4,68 fg
	S4	95,00 f	100,50 h	99,24 f g	20,74 n	4,14 efgh	80,11 gh	4,70 fgh
	S5	95,25 f	109,25 i	99,38 ghi	16,36 e	4,13 defgh	93,82 lm	4,99 kl
	S6	97,75 g	163,10 l	99,46 hi	19,27 j	4,04 defg	86,44 ij	4,80 ghi
	S7	100 h	162,50 l	99,54 i	19,92 l	4,26 fgh	88,96 jk	4,64 f
	S8	95,50 f	117,00 j	99,36 fgh	22,10 o	3,67 bcd	78,26 g	4,25 e
50	S1	87,75 ab	16,50 a	98,57 b	13,85 a	3,11 a	94,98 m*	4,98 jkl
	S2	88,25 abc	14,65 a	98,30 a	16,05 d	3,53 abc	94,04 lm	5,05 kl
	S3	93,00 e	51,35 f	98,97 e	18,19 h	3,80 bcdef	86,84 ij	4,84 hij
	S4	89,50 cd	25,05 c	98,60 bc	18,98 i	3,47 ab	86,07 ij	4,76 fgh
	S5	89,50 cd	21,45 b	98,76 cd	14,80 b	3,39 ab	93,82 lm	5,10 l*
	S6	87,25 a	21,05 b	98,46 b	16,68 f	3,49 ab	91,31 klm	4,94 ijk
	S7	90,25 d	38,00 e	98,84 de	17,63 g	3,54 abc	89,68 jkl	4,82 ghi
	S8	88,75 bc	29,10 d	98,81 de	19,78 k	3,50 ab	82,82 hi	4,30 e

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılmasında, proje kapsamında Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Merkezinden maddi destek alınmıştır. 2013.1.87 nolu proje ile desteğini esirgemeyen Bartın Üniversitesi yönetimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alaejos, J., López, F., Pérez, A., Rodríguez, A., Jiménez, L., 2008. Influence of the holm oak soda pulping conditions on the properties of the resulting paper sheets. *Bioresource Technology*, 99(14): 6320-6324.
- Aydinoglu, A.C., 2010. Examining environmental condition on the growth areas of Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.). *African Journal of Biotechnology*, 9(39): 6492-6502.
- Bektaş, İ., Güler, C., 2001. Andırın Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(4): 209-215.
- Bostancı, Ş., 1987. Kâğıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi. Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi, Karadeniz Üniversitesi Basımevi, Genel Yayın No:114, Fakülte Yayın No: 13. Trabzon.
- Casey, J. P., 1960. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, Cilt 1. Third Edition, Wiley Interscience Publisher Inc, New York.
- Eroğlu, H., 2003. Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziki Ders Notları. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 27, Fakülte Yayın No: 13, Bartın.
- Eroğlu, H., 1990. Kâğıt ve Karton Üretim Teknolojisi 2. Baskı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No:90 Fakülte Yayın No: 6, Trabzon
- FAOSTAT,2011.<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Erişim: 25.12.2014.
- Clayton, D.W., 1969. The Pulping of Wood. Second Edition, Cilt 1, McGraw Hill, New York, s.387,
- Francis, R.C., Bolton, T.S., Abdoulmoumine, N., Lavrykova, N., Bose, S.K., 2008. Positive and negative aspects of soda/anthraquinone pulping of hardwoods. *Bioresource Technology*, 99(17): 8453-8457.
- Hart, J.S., 1969. The Pulping of Wood. Second Edition, Volume 1, McGraw Hill, New York,s.279-280.
- ISO 5267-1 (2001) Pulps — Determination of drainability — Part 2: "Canadian Standard" freeness method
- ISO 5269-2 (2013). Pulps -- Preparation of laboratory sheets for physical testing -- Part 2: Rapid-Köthen method.
- ISO 8791-2 (2013). Paper and board -- Determination of roughness/smoothness (air leak methods) -- Part 2: Bendtsen method.
- ISO 5636-3 (2013). Paper and board -- Determination of air permeance (medium range) -- Part 3: Bendtsen method.
- Jahan, M.S.; Sabina, R.; Rubaiyat, A., 2008. Alkaline pulping and bleaching of *Acacia auriculiformis* grown in Bangladesh. *Turk J Agric For.*, 32 (4): 339-347.
- Kırcı, H., 2000. Kâğıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Ders Notları Yayın No:63, Trabzon,
- Korkut, D. S., Korkut, S., Bekar,I., Budakçı, M., Dilik, T., Çakıcıer, N., 2008. The effect of heat treatment on physical properties and surface roughness of Turkish hazel (*Corylus colurna* L.). *Molecular Sciences*, 9(4): 1772-1783.
- López, F., Ariza, J., Pérez, I., Jiménez, L., 2000. Comparative study sheets from olive tree pulp obtained by soda, sulphite or kraft pulping. *Bioresource Technology*, 71(1): 83-86.
- Mansouri, S., Khiari, R., Bendouissa, N., Saadallah, S.,

- Mhenni, F., Mauret, E., 2012. Chemical composition and pulp characterization of Tunisian vine stems. *Industrial Crops and Products*, 36(1): 22-27.
- SCAN-CM 15-62 (1962) Viscosity of cellulose in cupriethylenediamine solution (CED)
- Sarıbaş, M., 2012. *Dendroloji II Angiospermae, Kapalı Tohumlular Angiospermae (Amentiferae)*. Bartın Üniversitesi Yayın No:7, Orman Fakültesi Yayın No:5, Bartın.
- TAPPI T 200 sp-01 Laboratory beating of pulp (Valley beater method)
- TAPPI T 236 om-99 (1999) Kappa number of pulp.
- TAPPI T 275 sp-02 Screening of pulp (Somerville-type equipment)
- TAPPI T 402 sp-03 Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets, and related products.
- TAPPI T 403 om-02 (2002). Bursting strength of paper
- TAPPI T 411 om-97 (1997). Thickness (caliper) of paper, paperboard, and combined board of paper.
- TAPPI T 414 om-98 (1998). Internal tearing resistance of paper (Elmendorf-type method)
- TAPPI T 519 om-02 (2002). Diffuse opacity of paper (d/0 paper backing).
- TAPPI T 494 om-01 (2001). Tensile properties of paper and paperboard.
- TAPPI T 525 om-02 (2002). Diffuse brightness of pulp
- TEPGE, 2011. *Durum ve Tahmin Fındık 2011/2012*. TEPGE Yayın No: 1918, ISBN: 978-975-407-338-6, ISSN: 1306-0260, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.
- TMO, 2013. *2012 Yılı Fındık Sektör Raporu*. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yalıtırık, F., Efe, A., 2000. *Dendrology Handbook, Gymnospermae-Angiospermae*. Faculty of Forestry Publication, University of Istanbul Publication, Istanbul, Turkey.
- Zeidler, A., 2012. Variation of wood density in Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) grown in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 58(4): 145-151.

Analitik hiyerarşi süreci kullanılarak en uygun ekoturizm etkinliğinin belirlenmesi

Hasan Yılmaz^a, Hilal Surat^{b,*}

Özet: Artvin iline bağlı Yusufeli ilçesinin sahip olduğu kaynaklar bakımından, ekoturizmin önemli cazibe noktalarından birisidir. Yusufeli ilçesi, Çoruh vadisinde yer alan zengin flora ve faunası, yaklaşık 550 ila 3937 m yükseklikler arasındaki değişken topografik yapısı, yöresel ürünler ve el sanatlarındaki zenginliği, yöresel mimarisi, tarihsel zenginliği ve ilginç jeolojik oluşumları ile ekoturizm açısından önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Araştırmada karmaşık ve çok ölçütlü karar verme probleminin çözümünde kullanılmak üzere, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) isimli yöneylem araştırma tekniği seçilmiş ve kullanılmıştır. Yapılan anket çalışması bölgeyi tanıyan eğitim seviyesi yüksek çeşitli kamu kurum ve kuruluş yöneticileri, çalışanları ile yerel yönetim temsilcileri, ev hanımı, esnaf, sivil toplum kurum üyeleri-çalışanları, tur düzenleyenler ve tur rehberleri gibi farklı meslek gruplarıyla ortaklaşa yürütülmüştür. Elde edilen AHS Analiz sonucuna göre, en yüksek öncelik değerine sahip ekoturizm etkinliği (0.172) doğa keşif yürüyüşü etkinliği ön plana çıkmıştır. Doğa keşif yürüyüşü etkinliğini sırasıyla, suya dayalı aktiviteler (0.167),bisiklet safari (0.156),flora keşif -yaban hayatı gözleme (0.144),tarihi ve kültürel varlıkların keşifi (0.135) kuş - kelebek gözleme (0.127) ve kamp-karavan turizmi (0.0997) etkinlikleri izlemiştir.

Anahtar kelimeler: Katılımcı planlama, Ekoturizm planlaması, Analitik hiyerarşi süreci, Yusufeli

Determination of the most convenient ecotourism activity by using analytic hierarchy process

Abstract: Yusufeli ilçesi important attraction centres in Artvin province for ecotourism activities for the values they inhabit. These centres have important ecotourism potentials with diverse flora and fauna existent in Coruh Valley watershed, variable soil structures between the elevations of 550 and 3937 m, rich local products and handicrafts, local and traditional architecture, historical background and interesting geological formations. This research its flexibility, effectiveness, and ability to deal with qualitative and quantitative criteria, the AHP was selected and used for applying to decision makers, the public, stakeholders and sector experts participation in activity selection problem of ecotourism planning. According to the analysis results obtained AHS, eco activity having the highest priority value (0.172) to nature discovery walk activity coming to the fore. Respectively, the nature discovery walk activity followed by water-based activities (0.167), bicycle safari (0.156), flora wildlife observation reconnaissance (0.144), history and discovery of cultural property (0.135) bird - butterfly monitoring (0.127) and camp-caravan tourism (0.0997).

Keywords: Participatory planning, Ecotourism planning, Analytic hierarchy process, Yusufeli

1. Giriş

Turizm, dinlence, eğlence ve serbest zamanları değerlendirme ile bütünleşmiş (Arslan, 2000), ileri teknoloji, araç gereç zenginliği, bilgi, yetenek tecrübe, yaratıcılık, üretkenlik isteyen, alt yapı, üst yapı, ulaşım, iletişim, işletme, üretim, hizmet, derleme, pazarlama, tanıtım, etkileşim, tüketim, organizasyon, kültür, sanat, rekreasyon ve benzer öğeler içeren (Soley, 1991) teknik, ekonomik, sosyal ve kültürel içerikli bir kavramdır. Turizm, kavram ve etkinlik açısından sürekli olarak değişen ve gelişen bir yapı göstermektedir. Turizm, istihdama olumlu etkisi, önemli bir gelir kaynağı olması, katma değerinin yüksek olması, altyapı, üstyapı ve diğer sektörlerle olumlu etkisi nedeniyle özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından

önemli bir sektör olarak kabul edilmekte ve hızla gelişimini sürdürmektedir (Arslan, 2000).

Dünyadaki hızlı ekonomik, siyasal, teknolojik gelişmeler ve değişimlere paralel olarak, giderek lüks turizm hareketlerine katılım azalmakta, bir tür doyum sınırına gelen alışılmış turizm merkezlerinden az da olsa uzaklaşma yönünde bir eğilim gözlenmektedir (Arslan, 2000; Arslan, 2005; Avcıkurt, 2007). Değişen turist profili ve kitlesel turizmin fiziksel ve sosyal çevreye verdiği olumsuz koşullar görülmeye başlandığında, çevreye duyarlı turizm yaklaşımları ve doğal kaynakları koruma kavramlarının benimsendiği kitlesel turizme alternatif oluşturacak yeni turizm türleri oluşturulmaya başlanmıştır (Arslan, 2000; Kuter ve Ünal, 2009). Ekoturizm de bu turizm türlerinden biridir. Ekoturizm sayesinde bu tür doğal kaynaklar turizm amaçlı kullanılarak değerlendirilmektedir (Çağatay, 2002).

✉ ^a Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum

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

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): hilal881@artvin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.04.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.07.2015



Citation (Atf): Yılmaz, H., Surat, H., 2015. Analitik hiyerarşi süreci kullanılarak en uygun ekoturizm etkinliğinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 164-176. DOI: [10.18182/tjf.86170](https://doi.org/10.18182/tjf.86170)

Ekoturizm kavramı kökeni Yunanca oikos (ev) ve logos (kelime)'a dayanan, organizmalar ve onların çevresi ile ilişkilerini inceleyen ve bilimsel anlamda ekoloji olarak adlandırılan kelimedenden ortaya çıkmıştır (Demir ve Çevirgen, 2006). Ekoturizm teriminin etimolojisi konusunda literatürde bir fikir birliği yoktur. Bazı araştırmacılar, terimin kökeninin Hetzer'in 1965 yılında ekoturizmle ilgili yazılarına kadar dayandığını, bazı araştırmacılar ise Ekoturizm terimi ilk kez 1978'de Kenton Miller tarafından kullanıldığını savunmaktadır (Rahemtulla ve Wellstead, 2001). Dolayısıyla ekoturizme ilişkin çeşitli tanımlar yer almaktadır. Hetzer (1965)'e göre ekoturizm; özellikle kuşlar ve diğer yaban hayatı, doğal alanlar, kayalıklar, mağaralar, fosil alanları, arkeolojik sitler, sulak alanlar ve nadir türler veya tehlike altındaki türlerin bulunduğu alanlar gibi doğal ve arkeolojik kaynaklara dayanan turizmdir (Caldicott ve Fuller, 2005; Kuter ve Ünal, 2009). Ceballas-Lascurian (1987)'e göre ekoturizm; "insanın olumsuz etkilerinin nispeten az olduğu alanlara manzara, bitki örtüsü ve hayvanların yanı sıra geçmişte ve günümüzde halen bulunan kültürel kaynak değerlerine hayranlık duymak, hoşlanmak ve özel bir çalışma yapmak için yapılan seyahatler"dir. Ekoturizm Topluluğu (Ecotourism Society) ekoturizmi, çevreyi koruyan ve yerel halkın refahını sürdüren, doğal alanlara doğru olan sorumlu turizm olarak tanımlarken (Leung vd., 2001), Uluslararası Ekoturizm Derneği (TIES The International Ecotourism Society) (1990) ise ekoturizmi; çevreyi koruyan ve yerel halkın refahını geliştiren, doğal alanlara yapılan sorumlu seyahat, IUCN ise ekoturizmi; "geçmiş ve gelecekteki kültürel özelliklerin her birine eşlik ederek düşük ziyaretçi etkisi ile korumayı geliştiren, yerel halkın aktif sosyo-ekonomik katılımına olanak tanıyan, doğadan zevk almak ve doğanın değerini anlamak amacıyla doğal alanda yapılan çevresel açıdan sorumlu seyahat" olarak tanımlamıştır (The Nature Conservancy, 2009). Collin (2004) tarafından ise; "doğal kaynakların korunmasıyla yerel halka mali faydalar sağlayan ve çevreyi olumsuz etkilemeden, insanların doğal alan bilincini artıran turizm türü" olarak tanımlanmıştır.

Ekoturizm, günümüzde ulaştığı konumu itibariyle birçok ülke için ekonomik anlamda önem kazanmıştır. Bu ülkelerin ekoturizm alanında başarılı olabilmelerinde en önemli sebep ise ekoturizmin yapısına uygun gelişmeyi sağlayabilmeleridir. Ekoturizmin uzun dönemde sürdürülebilirliğinin temel bakımından bu turizm türünün yapısını oluşturan temel unsurların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu unsurlar arasında ekoturizm endüstrisi, ulusal ve yerel yönetimler, yerel toplum, sivil toplum örgütleri ve uluslararası kuruluşlar yer almaktadır (Lascurian, 1996; Liu, 2000; Weaver and Opperman, 2000).

Araştırma Yusufeli ilçe merkezi başta olmak üzere Tekkale, Kılıçkaya, Demirkent, İnanlı, İşhan, Ögdem, Altıparmak, Özgüven, Demirdöven, Balalan, Darıca, Yaylalar ve diğer yerleşim yerlerini de içine alan yaklaşık 2327 km²'lik alanda yürütülmüştür. Çalışmada doğal ve kültürel verilerinin sağlanması, sosyo-ekonomik yapısının incelenmesi ile ortaya çıkacak olan sonuçların, eko turizm ve kırsal rekreasyonun entegre edilmesi, Yusufeli ilçesi ve yakın çevresi doğal ve kültürel çevre potansiyeli değerlendirilerek bölgeye uygun eko turizm kullanımları yönünden (dağ, tarımsal turizm, yayla turizmi, trekking/doğa yürüyüşü, yaban hayatı gözlemciliği, flora

turizmi, akarsu turizmi gibi) alternatifler arasında hangi turizm etkinliğinin alanda değerlendirilebileceği konuları üzerinde durulmuştur. Araştırma alanındaki yapı incelenerek çevresel-sosyal-ekonomik boyutlu, uygun içerikte etkinliklerin tasarlanması hedeflenmiş ve tanımlarda yer alan, doğayı ve kültürü kullanma, tüketmeme, değiştirmeme, yerel halka fayda sağlama, onlarla bütünleşme noktalarına dikkat ederek, aday etkinliklerin oluşturulmasına çalışılmıştır.

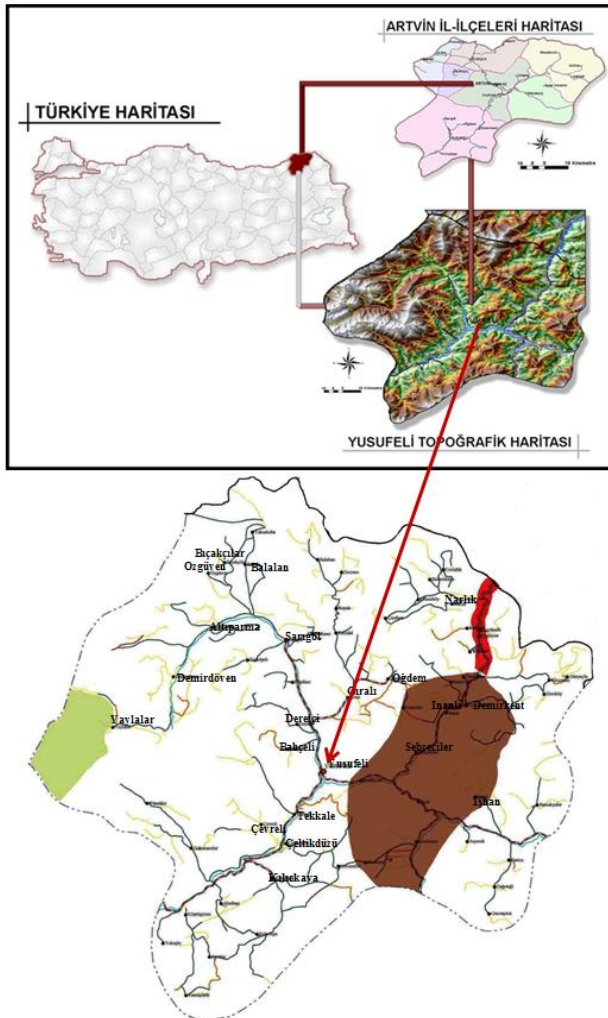
Çalışma alanı ile ilgili ulusal ölçekte proje çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Söz konusu projelerin ortak özelliği, sürdürülebilirlik yaklaşımı kapsamında koruma-kullanma stratejisini önermeleridir. Bu projelerde koruma-kullanma planlama stratejisindeki ana eğilim, Ekoturizm aktivitelerinin alanda gerçekleştirilmesidir. Bu stratejiler doğrultusunda araştırmada, AHS tekniği ile ilçenin doğal, tarihi-kültürel ve alan kullanım hedef ve politikalarına ilişkin faktörler temel kriterler göz önünde bulundurularak ilçede yapılabilecek en uygun ekoturizm etkinlik/etkinliklerinin ağırlık puanları belirlenmiş ve bu puanlama sonucu en yüksek ağırlık puanı alan etkinlik/etkinlikler için en uygun planlama kararları ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Yusufeli ilçesi ve yakın çevresi oluşturmaktadır (Şekil 1.). İlçeyi ziyarete gelen turistlerin çoğunlukla ziyaret etiketleri ve ilçenin sahip olduğu doğal-kültürel ve tarihi değerler dikkate alınarak Yusufeli ilçe merkezi, 27 adet köy (Altıparmak, Balalan, Balcılı, Bıçakçılar, Bahçeli, Çeltik Düzü, Çevreli, Demirkent, Demirdöven, Dereiçi, Dokumacılar, Esendal, İşhan, İnanlı, Kılıçkaya Belediyesi, Küplüce, Kömürlü, Olgunlar, Ögdem, Özgüven, Narlık, Sarıgöl, Tekkale, Sebzeçiler, Yaylalar, Yüncüler) ve Yusufeli sınırları içerisinde ulusal ve uluslararası öneme sahip alanlar çalışma alanının sınırlarını oluşturmaktadır. Bu ulusal ve uluslararası öneme sahip alanlar arasında; Türkiye'nin en zengin doğal bitkisel çeşitliliğe sahip Çoruh Vadisi yer almaktadır. Sahip olduğu biyoçeşitliliği ile Kafkasya Ekolojik Bölgesinin batı ucunu oluşturan Çoruh Vadisi aynı zamanda, Uluslararası Koruma Örgütünün (WWF) seçtiği dünyanın 34 sıcak noktadan biri olarak da ön plana çıkmaktadır. Dünyadaki iki farklı bitki coğrafi bölgesinin (Avrupa-Sibirya ve İran-Turan) kesişim noktasında bulunan ilçe, Karadeniz'de Akdeniz ekosisteminin varlık sürdürdüğü eşsiz bir alandır. Bu özel alanın dikkate ve korunmaya değer biyoçeşitliliği, bir yandan, 3000 m'leri bulan rakım farklılıkları, diğer yandan da vadiler arasında görülen iklim farklılıklarının sonucudur. WWF ayrıca Kafkasya'nın ılıman ormanlarını dünya üzerinde bulunan öncelikli 200 ekolojik bölgeden bir tanesi olarak sınıflandırmıştır. Yaklaşık 750 taksonun yer aldığı Çoruh vadisi, florası aynı zamanda Önemli Bitki Alanı (ÖBA) olarak da çok önemli bir konuma sahiptir. Çoruh Vadisi 100'ün üzerinde türü ile ülke çapında nadir takson içermekte ve dar yayılışı ile endemikler bakımından Türkiye'deki en zengin alanlardan biridir (Demirel, 1997; Anonim, 2006; Demirel, 2002; Kurt ve Balkız 2011). Yörede bulunan 113 nadir bitki taksonundan neredeyse yarısı (62 tür) bölgeye endemiktir. Türkiye'de yaşayan

yaklaşık 380 kelebek türünün 200'ü plan bölgesinde bulunmaktadır. Yörede Türkiye'deki sürüngen ve çift yaşamlı türlerinin yaklaşık %15'i bulunmaktadır (22 tür). Yörede 79 memeli türü yaşamaktadır. Türkiye'de üreyen kuş türlerinin yaklaşık %40'ı plan bölgesinde yaşamakta ve üremektedir (118 tür). Bölgede nesilleri küresel ve/veya ulusal ölçekte tehlike altında olan çift yaşamlı, sürüngen, kuş ve memeli türleri bulunmaktadır (Kurt ve Balkız 2011). Ekoturizm açısından çok fazla fırsata sahip olan ilçe, doğal zenginliklerine, farklı kültürlerin ve dinlerin uzun yıllardır birlikte yaşamasıyla oluşan kültürel ve tarihi değerleri de eklendiğinde önemi daha da artmaktadır. Ayrıca ekoturizmin diğer önemli bir unsuru olan yayla, çiftlik turizmi gibi kırsal turizme yönelik sahip olduğu değerler, ekoturizmin gelişmesini destekleyecek önemli kaynakları oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı

Çalışmada, 1/25.000 ölçekli sayısal yükseklik, arazi kullanım, vejetasyon haritaları, Artvin İlindeki Orman Bölge Müdürlüğünün, Yusufeli İlçesi Orman İşletme Müdürlüğünün, Yusufeli İlçesi Doğa Koruma Ve Milli Parklar Şubesi'nin ve Artvin İl Turizm Müdürlüğünün verilerinden yararlanılmıştır. Aynı zamanda Türkiye Turizm Stratejisi Eylem Planı (Kültür ve Turizm Bakanlığı), Kaçkar Dağları Yusufeli Bölgesi Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Hususlarına Dayalı Bölgesel Sektörlü Yönetim Planı, Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı Ve Koruma Projesi (2011/ Orman Bakanlığı, TEMA), Yerel Doğa Rehberleri Eğitimi (2010/ Yusufeli Orman İşletme Müdürlüğü), çalışmalarından faydalanılmıştır. Bunun yanında, AHS tekniği için hazırlanmış "AHS Karşılaştırma Formları" hazırlanarak, görüşmeler sırasında kullanılmıştır. Hazırlanan AHS Karşılaştırma Formlarının yüz yüze, her bir Kamu Kurum ve Kuruluş Temsilcisi, Çıkar ve Baskı Grubu Temsilcisi, Yerel Yönetici ve Yerel Halk Temsilcisi, Ekoturist ve Uzman tarafından olmak üzere toplam 625 kişi tarafından doldurulması sağlanmıştır.

2.2. Yöntem

Çalışmada, Kamu Kurum ve Kuruluş Temsilcileri, Çıkar ve Baskı Grubu Temsilcileri, Yerel Yöneticiler ve Yerel Halk Temsilcileri, Ekoturistler ve Uzmanların tercihlerini dikkate alarak ilçede yapılabilecek en uygun ekoturizm etkinliğini belirlemeye yönelik ekoturizm stratejilerinin belirlenmesi ve öncelik sıralamasına konulmasına yönelik elde edilecek ortak kararın belirlenmesinde AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) tekniği kullanılmıştır. Aşağıda bu teknik tanıtılmakta ve bu tekniğin çözüm aşamalarına değinilmektedir

Analitik hiyerarşi süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği ilk olarak 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından ortaya konmuş olup karar problemlerinin çözümünde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden birisidir (Saaty, 1977). AHS çok boyutlu ve çok kriterli karar almayı, objektif ve subjektif faktörleri birleştirme olanağını (Yılmaz, 1999; Daşdemir ve Güngör, 2002; Görmüş, 2012) sunduğu için ve karmaşık çevresel karar analizlerinde (Zahedi, 1986; Anselin et al., 1989; Roper-Lowe and Sharp, 1990; Yılmaz, 1999) farklı meslek disiplinleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

İlk olarak Myers ve Alpert (1968) tarafından ortaya atılan ve daha sonra Saaty (1977-1982) tarafından geliştirilen AHS (Saaty ve Vargas, 2006) karar elemanları, karar, seçenek ve kriterlere göreceli önem değerleri verilerek, yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan karar verme sürecidir (Akpınar, 1995; Yılmaz, 1999; Daşdemir ve Güngör, 2002; Özdemir ve Özveri, 2004; Saaty ve Vargas, 2006; Eroğlu ve Lorcü, 2007; Görmüş, 2012). AHS ile karar vermede, nicel (kantitatif) değerlerin yanı sıra nitel (kalitatif) değerler de değerlendirilmektedir (Özdemir ve Özveri, 2004; Eroğlu ve Lorcü, 2007).

Bu model, karmaşık problemlerin çözümünde uzman ağırlıklı kişilere uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntem, ekonomi, planlama, enerji politikaları, kaynak tesisleri,

sağlık, proje seçimi, pazarlama, muhasebe, eğitim, mimarlık, mühendislik, turizm ve karmaşık, çevresel karar analizlerinde kullanılabilmektedir (Zahedi, 1986; Anselm et al., 1989; Roper-Lowe and Sharp, 1990; Kangas, 1992-1993-1994; Lee et al., 1995; Yaralıoğlu, 1999; Kuruüzü ve Atsan, 2001; Yılmaz, 1999; Saaty, 2001; Yılmaz, 2004; Yılmaz, 2005). Katılımcı yaklaşımlarda, kamu ve çıkar-baskı gruplarına doğal kaynakların yönetimi konusunda fikirlerini ifade etme imkânı verilmekte ve bu gruplar karar vermeyi etkilemektedir. Böylece katılımcıların alınan kararlara sahip çıkması ve uygulamaları desteklemeleri sağlanmaktadır (Forman and Gass, 2001; Kuruüzüm ve Atsan, 2001; Lee et al. 1995). Rahemtulla and Wellstead (2001)'e göre ekoturizmde yer alan taraflar, a) katılımcılar (ziyaretçiler) b) operatörler (arz eden kişi veya kurumlar) c) kaynak yöneticileri (planlama, koruma ve yönetimden sorumlu olanlardır. Drumm and Moore (2002)'ye göre ise ekoturizm yapılacak alanın yönetim kadrosu, kamu kurum temsilcileri, uzmanlar ve bilim adamları, yerel temsilciler, tur operatörleri, kar amacı gütmeyen sivil toplum temsilcileri planlama sürecine katılmalıdır.

AHS tekniği dört aşamada gerçekleştirilmektedir; karar hiyerarşisinin kurulması, karar elemanlarının ikili karşılaştırması, karar elemanlarının önceliklendirilmesi ve karar elemanlarının öncelik değerlerinin belirlenmesi (Akpınar, 1995; Yılmaz, 1999; Daşdemir ve Güngör, 2002;

Bhushan ve Rai, 2004; Günden ve Miran 2008; Ayan et al., 2009). Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS sürdürülebilir alan kullanım planlaması için önemlidir (Akpınar et al., 2005). Parçalama ve sentez üzerine kurgulanan AHS karşılaştırılan seçenek ya da elementlerin üstünlük ve önem derecelerini mantıksal olarak belirleyen ve sınıflayan bir sistemdir (Aydoğan, 1992; Cengiz ve Çelem, 2003). Bir karar verme probleminin AHS tekniği kullanılarak çözümlenmesinde aşağıdaki adımlar izlenmektedir (Zahedi, 1986):

Adım 1: Karar verme problemini tanımlayabilecek karar elemanlarından oluşan bir karar hiyerarşisi kurulur. Bu karar hiyerarşisinin kurulabilmesi için;

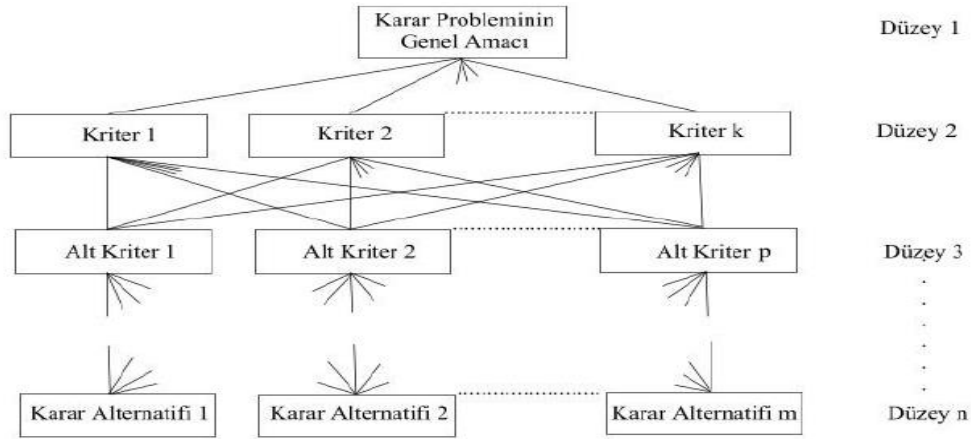
Adım 2: Karar elemanlarının kendi aralarında ikili olarak karşılaştırılması suretiyle gerekli veriler elde edilir. İkili karşılaştırmalar yapılırken; karşılaştırılan elemanlardan hem üstün olan, hem de üstünlük derecesi araştırılır,

Adım 3: Özdeğer yöntemi kullanılmak suretiyle karar elemanlarının göreceli öncelik (önem, ağırlık) değerleri tahmin edilir,

Adım 4: Karar elemanlarının göreceli öncelik değerlerine göre, karar seçeneklerinin genel öncelik değerleri ve sıralaması elde edilir.

AHS Tekniğinin anlaşılmasına yardımcı olma yönünde, bu tekniğin kullanılması durumunda izlenmesi gereken çözümlene süreci, aşağıdaki aşamalara ayrılmaktadır:

Karar Hiyerarşisi



Şekil 2. AHS Tekniğinde Karar Hiyerarşisi Şemasının Standart Formu (Yılmaz, 2005)

Hiyerarşik modelin kurulması, en üst düzeye problemin genel amacının yerleştirilmesi ile başlamaktadır. Daha sonra alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterler tespit edilir ve bu kriterler hiyerarşik bir yapıda düzenlenir. Bu hiyerarşide kriterlerden oluşan bir düzey ve her bir kriterin alt kriterlere ayrıldığı düzey veya düzeyler bulunur. Hiyerarşinin en alt düzeyine problemin karar alternatiflerinin yerleştirilmesi ile hiyerarşi oluşturma süreci tamamlanır. Sonuçta hiyerarşinin en üst düzeyi ile en alt düzeyi, aradaki düzeyler vasıtasıyla birbirleri ile ilişkilendirilmektedir. (Saaty, 1990; Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Böylece hiyerarşik model oluşturulduğunda, ele alınan problem parçalara bölünmüş ve parçaların birbiri ile olan ilişkileri “ağaç” benzeri bir yapıda göstermiş olur (Şekil 2.) (Yılmaz, 2005).

Amaç

Hiyerarşinin en üst düzeyinde Düzey 1’de “amaç” bulunmaktadır. AHS tekniğine dayalı modellerde amaç tek olduğundan, hiyerarşinin en üst düzeyinde tek bir eleman bulunmaktadır. Amaç elemanının ağırlığı 1’dir. Katılımcı yaklaşımla en uygun ekoturizm etkinliğinin seçimi problemi için Şekil 3’te sunulan karar hiyerarşisi modeli oluşturulmuştur. Buna göre karar hiyerarşisinin en üst düzeyinde “en uygun ekoturizm etkinliğinin seçimi” genel amacı bulunmaktadır.

Amaç düzeyinin altında genel olarak “Ölçütler” bulunur. Fakat bu düzeyi karar verme probleminin gerektirdiği biçimde değiştirmek olanaklıdır. Amaç düzeyinin altında genel olarak “ölçütler” bulunur. Karar vermede ölçütler gibi etkili olan faktörler, bir düzey olarak modele katılabilir.

Çıkar-baskı grupları

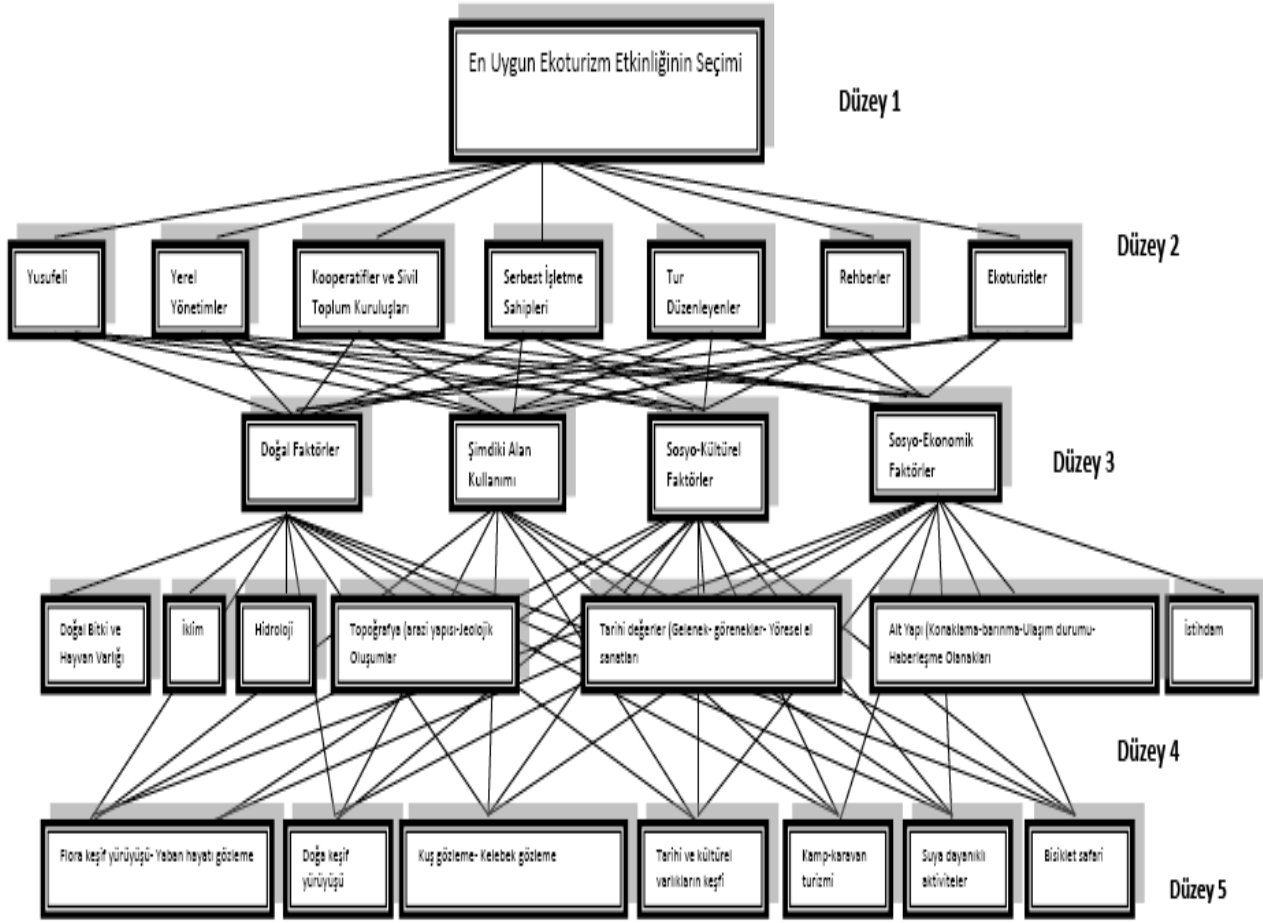
Bu çalışmada katılımcı bir anlayışla en uygun ekoturizm etkinliklerinin belirlenmesi hedeflendiğinden, çıkar ve baskı grupları karar hiyerarşisine bir Düzey 2 olarak katılmış ve en uygun ekoturizm seçeneğini ortaya koyacak Ölçütlerin önem derecelerinin belirlenmesi kararına, çıkar ve baskı grupları katkıda bulunmuştur. Bir başka deyişle, farklı talepleri temsil eden toplumsal kesimlerin tercihlerini kaynak planlamasına yansıtacak bir adım oluşturulmuştur (Çizelge 1).

Ölçütler

Karar vermede ölçütler gibi etkili olan faktörler, bir düzey olarak modele katılabilir. Çalışma alanı ilgili veriler, katılımcılar tarafından ön planda tutulan ve ulusal çalışmalarda yörenin kimliğini tanımlayan özellikler ve planlama stratejileri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Kullanılan ölçüt amaca göre karşılaştırılır, Ölçütlerin ağırlıkları toplamı, 1’e eşittir. Ölçütlerin altında, gerekliyse “alt ölçütler” bulunur. Kurulan Karar hiyerarşisindeki Düzey 3’de “karar ölçütleri” Düzey 4’de “alt karar ölçütleri” yer almıştır. Bu kapsamda ekoturizm etkinliğinin ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel yönlerinin dikkate alınabildiği karar ölçütlerinin kullanılması, ekoturizm tanımına uygun bir etkinliğin seçilebilmesi için gereklidir. Model kurma çalışmaları sırasında ekoturizm planlaması ile ilgili literatür de incelenmiş ve sekiz ekolojik, yedi ekonomik, altı sosyal, dört kültürel olmak üzere yirmi beş farklı ölçüt belirlenmiştir. Fakat modelin sonraki düzeylerinde yapılacak ikili karşılaştırmalar ve karşılaştırmayı yapacak katılımcıların zamanları dikkate alınarak, ölçütler birleştirilmek suretiyle sayıları azaltılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Karar hiyerarşisinde yer alan düzeyler

En Uygun Ekoturizm Etkinliği (Düzey 1)			
Karar Vericiler (Düzey 2)	Modelde kullanılan karar –alt karar ölçütleri		En uygun ekoturizm etkinliğinin seçiminde kullanılan karar seçenekleri (Düzey 5)
	Karar ölçütleri (Düzey 3)	Alt karar ölçütleri (Düzey 4)	
Kamu-çıkarcı baskı grupları	Doğal faktörler	Yusufeli Belediyesi	Kuş gözleme
		Yerel yöneticiler	Kelebek gözleme
Kamu-çıkarcı baskı grupları	Doğal faktörler	Koop. ve sivil toplum k.	Bisiklet safari
		Serbest İşletmeler	Flora keşif yürüyüş
		Tur rehberleri	Yaban hayatı gözleme
		Tur şirketleri	Tarihi-kültürel varlıkların keşfi
		Ekoturistler	Kamp-karavan turizmi
			Suya dayalı aktiviteler
			Doğa yürüyüşü
			Zirai alanlar
			Bağ-bahçe
			Çayır
Uzmanlar	Mevcut alan kullanımı	Fundalık	Turistik alan
		Sanayi	
	Sosyo-ekonomik faktörler	İstihdam	
	Sosyo-kültürel faktörler	Alt yapı	
		Tarihi-kültürel değerler	
		gelenek görenekler	
		Yöresel el sanatları	



Şekil 3. Çalışmada kullanılan karar hiyerarşisi (Surat, 2011)

Karar seçenekleri

Hiyerarşinin en alt düzeyinde ise Düzey 5 “karar seçenekleri (alternatifler)” yer almaktadır. Karar seçenekleri tek bir ölçüt/alt ölçütten değil, her bir ölçüt/alt ölçütten etkilenmektedir. Karar seçenekleri oluşturulurken, araştırma sırasında yapılan ekoturizm envanterinden yararlanılmıştır. Belirlenen ekoturizm değerleri 1/25000 ölçekli bir haritaya işlenmiştir. Haritalama işlemi sırasında floraya, faunaya ait doğal ekoturizm değerleri ile kültürel ekoturizm değerleri, yollar, konaklamaya uygun alanlar, araçla ulaşım, buluşma noktaları, ayrı ayrı haritaya geçirilmiştir. Bu işlem araştırmacılara ekoturizm değerlerini, kısıt ve olanakları bir bütün halinde görme olanağını sağlamıştır. Etkinlikte ele alınan ekoturizm değerleri, etkinliğe katılabilecek ekoturistlerin özellikleri bakımında farklılık gösteren etkinlikler “aday karar seçeneği” olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

İkili karşılaştırmalar

İkili karşılaştırmalar işlemi, karar hiyerarşisinin bir üst düzeyindeki elemanlar dikkate alınarak, bir alt düzeydeki elemanların kendi aralarında ve ikili karşılaştırmaları şeklinde gerçekleştirilmektedir. İkili karşılaştırmalar sonucunda, ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilmektedir. Çizelge 2’de gösterilen, 1-9 ölçeğine göre, karar verici veya

uzmanlar tarafından takdir edilmekte, öznel yargılar sayısallaştırılmaktadır.

İkili karşılaştırmalar matrisine bağlı olarak öncelik vektörü elde edilmekte ve her bir karar elemanının öncelik değeri hesaplanmaktadır. AHS tekniğinde yapılan ikili karşılaştırma hükümleri öznel olarak belirlendiği için, hesaplamalar sırasında tutarsızlıklar da ortaya çıkabilmektedir. AHS tekniğinde bu durumu ölçmek için “tutarlılık oranı (TO)” hesaplamaları yapılmaktadır. Bunun için ikili karşılaştırmalar matrisi (A), sonuç olarak bulunan öncelik vektörü (W) ile çarpılarak, yeni bir vektör elde edilmektedir.

Çıkar ve baskı gruplarının karşılaştırılması

Kamu ve çıkar-baskı gruplarının kendi aralarında ikili olarak karşılaştırılarak öncelik değerlerinin belirlenmesinde gerekli bilgileri elde etmek üzere, aşığıdaki “karar vericilere” başvurulmuştur:

- Yerel Yöneticiler (Tekkale, Kılıçkaya, Demirkent, İnanlı, İşhan, Öğdem, Altıparmak, Özgüven, Demirdöven, Balalan, Darıca, Yaylalar ve diğer yerleşim yerlerinin muhtar ve azaları),
- Kooperatifler ve Sivil Toplum Kuruluşları (Barhal Bilim Kültür Gençlik ve Spor Kulübü Yusufeli Kayak Rafting Dağcılık İhtisas Spor Kulübü Derneği, Yusufeli Kültür

Sanat ve Turizm Derneği Yusufeli Kültür Derneği, Yusufeli Kültür Ve Dayanışma Derneği, Yusufeli Geleneksel Boğa Güreşlerini Tanıtma Derneği)

- Yusufeli Belediyesi
- Serbest İşletme Sahipleri
- Tur Rehberleri, Tur şirketleri
- Ekoturistler

Görüldüğü gibi, kamu yöneticileri çıkar ve baskı grupları ile sürekli çalışan, onların etki ve önemini bilen kişiler olarak karar verme modelinde yer almıştır.

Ölçütlerin karşılaştırılması

Modelde yer alan karar ölçütlerinin öncelikleri mevcut ekoturizm kaynaklarının yönetiminde toplumsal taleplerin yönünü ifade eden önemli bir karardır. Modelin bu aşamasında yapılması gereken toplumsal tercihlerin dikkate alınmasıdır. Bu da yukarıda belirtilen her bir kamu ve çıkar-baskı grubu temsilcisi tarafından karar ölçütlerinin ikili olarak karşılaştırılması ve öncelik değerlerinin belirlenmesiyle sağlanmıştır.

Karar seçeneklerinin karşılaştırılması

Her bir karar ölçütüne göre, hiyerarşinin bu düzeyindeki seçenek ekoturizm etkinliklerinin öncelik değerleri hesaplamaları, uzmanlardan elde edilen ikili karşılaştırma bilgilerine dayalı olarak yapılmıştır. Bu doğrultuda aşağıdaki 8 adet uzmanın hükümlerine başvurulmuştur:

- Araştırmacılar (2 adet)
- Yusufeli Orman İşletme Müdürü,
- Yusufeli Orman İşletme Şefleri (Yusufeli, Altıparmak, Öğdem, Kılıçkaya)
- Yusufeli Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Mühendisi

Öncelik değerlerinin belirlenmesi

AHS tekniği, karar hiyerarşisinin her bir düzeyindeki elemanların öncelik değerlerinin belirlenmesinde, ikili karşılaştırmalardan faydalanmaktadır. seçenek ekoturizm etkinlikleri arasından en uygun olanının seçilmesini

amaçlayan bu çalışmada kurulan karar verme modelinde, aşağıdaki önceliklerin belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır:

- Her bir karar verici tarafından, genel amaca göre Düzey 2'deki kamu ve çıkar-baskı gruplarına ait önceliklerin belirlenmesi,
- Her bir kamu ve çıkar-baskı grubu tarafından, Düzey 3'deki karar ölçütlerine ait önceliklerin belirlenmesi,
- Her bir uzman tarafından, karar ölçütlerine göre Düzey 4'deki seçenek ekoturizm etkinliklerine ait önceliklerin belirlenmesi.

3. Bulgular

En uygun ekoturizm etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan AHS ikili karşılaştırma anket değerlendirmeleri ile oluşturulan matris sonuçlarına göre Kamu ve çıkar-baskı gruplarını (Düzey 2), Kamu ve çıkar-baskı grupları temsilcilerinin karar ölçütlerine (Düzey 3) ve alt karar ölçütlerine (Düzey 4) yönelik karar vericiler tarafından yapılan ikili karşılaştırmalara göre hesaplanan öncelik değerlerinin genel aritmetik ortalamasına göre öncelikli olan ölçüt değerleri Çizelge 3'te sunulmaktadır.

Çizelge 3'de karar vericiler tarafından kamu ve çıkar-baskı grupları için tespit edilmiş öncelik değerlerinin genel aritmetik ortalamaları dikkate alındığında, *Yerel yöneticiler* (0.262) öncelik değerleri ile en yüksek önceliğe sahip Kamu ve çıkar-baskı grubu olduğu görülmektedir. Yerel yöneticileri, Yusufeli Belediyesi (0.197), Tur Rehberleri (0.131), Ekoturistler (0.130), Kooperatif ve sivil Toplum Kuruluşları (0.103) ve Serbest İşletmeler (0.096) ve Tur şirketleri (0.081) izlemektedir. Çizelge 3'de görüldüğü üzere öncelik değerlerine bakıldığında; en yüksek öncelik değeri ile birinci sırada *Doğal Faktörler* ölçütünün (0.382) geldiği görülmektedir. İkinci sırada Mevcut Alan Kullanımı ölçütü (0.224) ve üçüncü sırada ise Sosyo-Ekonomik Faktörler ölçütü (0.213) gelmektedir. Yine Çizelge 3'de, Kamu ve çıkar-baskı gruplarının alt karar ölçütlerini karşılaştırmaları sonucu genel aritmetik ortalamalarına bakıldığında; en yüksek öncelik değerine sahip alt faktörlerden ilk sırada 0,223 öncelik değeri ile *istihdam* faktörü gelmektedir. İkinci sırada ise 0,166 öncelik değeri ile alt yapı, üçüncü sırada 0,148 öncelik değeri ile Doğal bitki ve hayvan varlığı gelmektedir. En düşük öncelik değerleri sırasıyla 0,107 öncelik değerleri ile iklim ve 0.106 öncelik değeri hidroloji faktörü gelmektedir.

Çizelge 2. AHS tekniğinde tercihler için kullanılan ikili karşılaştırmalar ölçeği (Saaty, 1990)

Sözel tercih hükmü	Açıklama	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 faaliyeti diğerine göre kuvvetle tercih ettiriyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görünüyor	7
Kesinlikle tercih edilme	Bir faaliyeti diğerine 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
Karşıt değerler	Bir eleman başka bir elemanla karşılaştırıldığında yukarıdaki değerlerden birisi atanır. Bunlardan ikinci eleman birinci elemanla karşılaştırıldığında ters değere sahip olur	

Çizelge 3. Karar vericilerin ve kamu ve çıkar-baskı gruplarını-karar ölçütlerini-alt karar ölçütlerini belirlemeye yönelik ikili karşılaştırmalarının öncelik değerleri

Karar Vericiler	Tutarlılık oranı	Kamu ve çıkar baskı grupları													
		Yusufeli Belediyesi		Yerel yöneticiler		Koop. ve sivil toplum		Serbest işletmeler		Tur rehberleri		Ekoturistler		Tur şirketleri	
		Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra
Artvin Çevre ve Orman İl Müd.	0.028	0.308	6	0.233	7	0.380	4	0.294	1	0.185	3	0.2307	2	0.0563	5
Artvin Kültür ve Turizm İl Müd.	0.021	0.138	3	0.32	7	0.0567	6	0.390	1	0.069	5	0.0205	2	0.0507	4
Yusufeli Kaymakamı	0.012	0.2	1	0.163	3	0.064	6	0.218	2	0.160	5	0.178	4	0.041	7
Yusufeli Orm.İşletme Mdr.	0.051	0.032	7	0.253	2	0.135	3	0.081	5	0.09	6	0.0307	1	0.012	4
Yusufeli Orman İşletme Şefi	0.0081	0.128	2	0.735	4	0.027	5	0.34	1	0.12	3	0.34	1	0.027	5
Altıparmak Orm. İşletme Şefi	0.051	0.143	5	0.226	2	0.0728	6	0.104	3	0.098	4	0.0404	1	0.029	7
Öğdem Orm. İşletme Şefi	0.096	0.028	2	0.126	4	0.0275	1	0.102	5	0.01	7	0.227	3	0.032	6
Kılıçkaya Orm. İşletme Şefi	0.07	0.184	4	0.184	1	0.199	3	0.013	6	0.033	7	0.114	2	0.022	5
Yusufeli Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müh.	0.02	0.586	6	0.1135	4	0.1196	7	0.538	5	1.165	1	0.1102	2	0.014	3
Genel aritmetik ortalama	0.0397	0.197	2	0.262	5	0.103	6	0.096	6	0.131	4	0.130	2	0.081	7

Kamu-çıkâr baskı grupları	Tutarlılık oranı	Karar ölçütleri									
		Doğal faktörler		Mevcut alan kullanımı		Sosyo-kültürel faktörler		Sosyo-ekonomik faktörler			
		Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra
Yusufeli Belediyesi	0.0197	0.638	1	0.0445	1	0.1605	3	0.16	2		
Yerel yöneticiler	0.038	0.349	1	0.400	1	0.076	3	0.175	4		
Koop. ve Sivil Toplum Krş.	0.006	0.451	1	0.427	1	0.061	2	0.061	3		
Serbest İşletmeler	0.016	0.048	4	0.45	4	0.296	1	0.206	2		
Tur Rehberleri	0.048	0.260	1	0.0386	1	0.1144	4	0.587	3		
Tur şirketleri	0.043	0.588	1	0.039	1	0.244	4	0.129	2		
Ekoturistler	0.021	0.34	1	0.166	1	0.321	3	0.173	2		
Genel aritmetik ortalama	0.0274	0.382	1	0.224	1	0.181	3	0.213	3		

Kamu-çıkâr baskı grupları	Tutarlılık oranı	Alt karar ölçütleri													
		Doğal Bitki ve hayvan varlığı		İklim		Hidroloji		Topoğrafya		İstihdam		Alt Yapı		Tarihi –kültürel değerler varlığı	
		Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra
Yusufeli Belediyesi	0.045	0.152	5	0.107	7	0.105	3	0.068	6	0.159	1	0.308	3	0.129	5
Yerel yöneticiler	0.015	0.124	4	0.113	6	0.036	4	0.094	7	0.245	1	0.152	2	0.127	3
Kooperatif ve Sivil Toplum Kuruluşları	0.026	0.076	5	0.043	7	0.067	3	0.037	7	0.222	1	0.043	1	0.040	3
Serbest İşletmeler	0.0090	0.212	6	0.036	6	0.099	3	0.163	6	0.349	1	0.157	5	0.051	2
Tur Rehberleri	0.0067	0.157	4	0.131	6	0.177	4	0.131	5	0.225	1	0.114	1	0.152	2
Tur şirketleri	0.0035	0.144	5	0.162	7	0.129	2	0.120	6	0.201	1	0.212	2	0.131	6
Ekoturistler	0.056	0.174	5	0.159	7	0.132	3	0.248	4	0.162	1	0.174	3	0.261	5
Genel aritmetik ortalama	0.023	0.148	5	0.107	7	0.106	3	0.123	6	0.223	1	0.166	2	0.127	4

Kamu ve çıkar-baskı grubu temsilcilerinin karar ölçütlerini ikili karşılaştırmalarına dayalı olarak hesaplanan öncelik değerlerinin genel aritmetik ortalamalarına bakıldığında; *Doğal faktörler ölçütünün* ortalama 0.382 öncelik değeri ile ilk öncelik sırasında yer aldığı anlaşılmaktadır. Bu ölçütü sırasıyla; *şimdiki alan kullanımı* (0.224), *sosyo-kültürel faktörler* (0.213), *sosyo-ekonomik faktörler* (0.181), ölçütleri takip etmektedir. Alt karar ölçütlerini ikili karşılaştırmalarına dayalı olarak hesaplanan

öncelik değerlerinin genel aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise doğal faktörlerden *Hidroloji* 0.267, sosyo-ekonomik faktörlerden *istihdam* 0.525, sosyo-kültürel faktörlerden *Gelenek- Görenekler Varlığı* (0.572) öncelik değeri ile ilk öncelik sırasında yer almaktadır.

Uzman görüşlerine göre tespit edilen ekoturizm etkinliklerinin öncelik değerleri: Uzmanların her birine, karar ölçütlerinin her bir için ekoturizm etkinliklerine (karar

seçeneklerine) yönelik ikili karşılaştırmalar yaptırılmış ve öncelik değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4'teki öncelik değerleri incelendiğinde uzmanlara göre;

- Sosyo-kültürel faktörler ölçütü için 0,308 öncelik değeri ile *Flora keşif- Yaban hayatı Gözleme* en yüksek değere sahiptir.
- Sosyo-ekonomik faktörler ölçütü için 0,311 öncelik değeri ile *Flora keşif- Yaban hayatı Gözleme* etkinliği ve 0,234 öncelik değeri ile *Kuş-Kelebek Gözleme* etkinliği en yüksek değere sahiptir.
- *Mevcut alan kullanımı ölçütü* için 0,229 öncelik değeri ile *Kuş-Kelebek Gözleme* etkinliği en yüksek değere sahiptir.
- *Doğal faktörler ölçütü* için 0,201 öncelik değeri ile *Kuş-Kelebek Gözleme* etkinliği en yüksek değere sahiptir.

Çizelge 4'teki Uzmanların Alt Karar Ölçütlerine göre yaptıkları İkili Karşılaştırmaları ve öncelik değerleri incelendiğinde; en uygun ekoturizm etkinliği seçiminde etkili olan alt karar ölçütlerinden en yüksek öncelik değerine sahip (0,373) ile tarihi-kültürel değerlerin varlığı ilk sırada yer almaktadır. Bu alt karar ölçütünü sırasıyla istihdam

(0,318), hidroloji (0,307), doğal bitki ve hayvan varlığı (0,247) ve iklim (0,053) öncelik değeri ile izlemektedir.

Katılımcı bir yaklaşımla karar vericiler, kamu ve çıkar-baskı grupları ve uzmanların tercihlerini dikkate alarak seçenek ekoturizm etkinlikleri arasından en uygun olanını seçebilmek için, öncelikle karar hiyerarşisinin her bir düzeyindeki her bir elemanın öncelik değerlerini kullanarak, her bir düzey için öncelik vektörleri veya matrisleri oluşturulmuştur. Elde edilen 2. düzey öncelik vektöründeki ikili karşılaştırmalarda kamu ve çıkar-baskı gruplarından en yüksek öncelik değerini yerel yöneticiler (0,261) almıştır. Bunu sırasıyla Yusufeli belediyesi (0.197), tur rehberleri (0.131), ekoturistler (0.130), Kooperatif ve sivil toplum kuruluşları (0.103), serbest işletmeler (0.096) ve en düşük öncelik değeriyle tur şirketleri (0,0815) izlemektedir. 2. düzeyde yer alan kamu-çıkar baskı gruplarının 3-4. düzeydeki öncelik değerlerini belirlemeye yönelik yapmış oldukları karşılaştırmalarda ortaya çıkan öncelik matrisi aşağıda Çizelge 5'de verilmiştir.

Uzmanların Düzey 3 ve Düzey 4'deki öncelik değerlerinin aritmetik ortalamaları ile 5. Düzeydeki öncelik değerlerini belirlemeye yönelik yapmış oldukları karşılaştırmalarda ortaya çıkan öncelik matrisi aşağıda Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 4. Uzmanların Düzey 3 ve Düzey 4'e göre ikili karşılaştırmaları ve öncelik değerleri

Alternatif ekoturizm etkinlikleri															
Karar ölçütleri	Tutarlılık oranı	Flora keşif-yaban hayatı Gözleme		Kuş- kelebek gözleme		Doğa keşif yürüyüşü		Tarihi ve kültürel varlıkların keşfi		Kamp-karavan turizmi		Suya dayanıklı aktiviteler		Bisiklet safari	
		Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra
Doğal faktörler	0.147	0.160	4	0.201	5	0.131	4	0.131	2	0.081	6	0.191	3	0.105	7
Mevcut alan kullanımları	0.043	0.116	3	0.229	1	0.165	5	0.181	2	0.0315	7	0.0963	4	0.181	6
Sosyo-ekonomik faktörler	0.0114	0.311	3	0.234	6	0.113	5	0.092	4	0.112	2	0.123	1	0.124	7
Sosyo kültürel faktörler	0.0151	0.308	3	0.114	6	0.107	5	0.130	2	0.052	6	0.103	4	0.05	7
Genel aritmetik ortalama	0.0541	0.224	3	0.195	5	0.129	5	0.134	3	0.069	5	0.128	3	0.115	7

Alternatif ekoturizm etkinlikleri															
Alt karar ölçütleri	Tutarlılık oranı	Flora keşif-yaban hayatı gözleme		Kuş- kelebek gözleme		Doğa keşif yürüyüşü		Tarihi ve kültürel varlıkların keşfi		Kamp-karavan turizmi		Suya dayanıklı aktiviteler		Bisiklet safari	
		Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra	Öncelik	Sıra
Doğal bitki ve hayvan varlığı	0.0396	0.195	2	0.103	6	0.149	5	0.247	5	0.096	9	0.146	7	0.0635	6
İklim	0.033	0.187	1	0.121	3	0.176	3	0.053	6	0.121	5	0.181	4	0.161	2
Hidroloji	0.0372	0.155	3	0.153	3	0.186	5	0.064	7	0.117	2	0.307	1	0.0175	7
Topoğrafya	0.0427	0.136	3	0.121	4	0.145	2	0.112	6	0.118	5	0.133	2	0.235	1
İstihdam	0.0101	0.128	3	0.147	2	0.106	6	0.067	7	0.121	4	0.318	1	0.113	4
Alt yapı	0.00643	0.0819	6	0.113	6	0.147	5	0.128	4	0.192	2	0.141	3	0.197	1
Tarihi -kültürel değerler varlığı	0.0594	0.0351	7	0.103	5	0.123	4	0.373	1	0.155	2	0.064	7	0.147	3
Genel aritmetik ort.	0.0326	0.131	4	0.123	4	0.147	4	0.149	5	0.131	4	0.184	4	0.133	3

Not: 4 adet uzman tarafından yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarının aritmetik ortalamalarına göre elde edilmiştir.

Çizelge 5. Kamu ve çıkar-baskı gruplarının vermiş oldukları alt karar ölçütlerine yönelik öncelik değerleri (Düzy 4 öncelik vektörü)

	Yusufeli belediyesi	Yerel yöneticiler	Kooperatifle ve sivil toplum kuruluşları	Serbest işletmeler	Tur rehberleri	Ekoturistler	Tur şirketleri
Doğal bitki ve hayvan varlığı	0.152	0.124	0.076	0.212	0.157	0.144	0.174
İklim	0.107	0.113	0.430	0.036	0.131	0.162	0.159
Hidroloji	0.105	0.036	0.067	0.099	0.177	0.129	0.132
Topoğrafya	0.068	0.094	0.037	0.163	0.131	0.120	0.248
İstihdam	0.159	0.245	0.222	0.349	0.225	0.201	0.162
Alt yapı	0.308	0.152	0.043	0.157	0.114	0.212	0.174
Tarihi-kültürel değerler varlığı	0.129	0.127	0.040	0.051	0.152	0.131	0.261

Çizelge 6. Her bir karar ölçütünün uzmanlar tarafından ekoturizm etkinliklerinin öncelik değerlerinin aritmetik ortalamaları

	Doğal bitki ve hayvan varlığı	İklim	Hidroloji	Topoğrafya	İstihdam	Alt yapı	Tarihi-kültürel değerler varlığı
Flora keşif- yaban hayatı gözleme	0.195	0.187	0.155	0.136	0.128	0.0819	0.0351
Kuş- kelebek gözleme	0.103	0.121	0.153	0.121	0.147	0.113	0.103
Doğa keşif yürüyüşü	0.149	0.176	0.186	0.145	0.106	0.147	0.123
Tarihi ve kültürel varlıkların keşfi	0.247	0.053	0.064	0.112	0.067	0.128	0.373
Kamp-karavan turizmi	0.096	0.121	0.117	0.118	0.121	0.192	0.155
Suya dayanlı aktiviteler	0.146	0.181	0.307	0.133	0.318	0.141	0.064
Bisiklet safari	0.0635	0.161	0.0175	0.235	0.113	0.197	0.147

En uygun ekoturizm etkinliğinin seçimi amacına göre genel öncelik değerleri ve sıralamasını elde etmek ve böylece seçenek ekoturizm etkinlikleri arasında en uygun olanı seçebilmek için, karar hiyerarşisinin “en aşağı düzeyinden en üst düzeye” doğru vektör ve matrisler arasında çarpma işlemleri gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, ölçütlere göre seçenek ekoturizm etkinliklerinin her birinin öncelik değerlerini gösteren öncelik matrisi ile kamu ve çıkar baskı grupları temsilcilerine göre karar ölçütlerinin her birinin öncelik değerlerini gösteren öncelik matrisi çarpılmıştır. Elde edilen bu matris, kamu ve baskı-çıkâr grubu temsilcilerinin her birine göre; karar seçeneklerinin her birinin göreceli öncelik değerini vermektedir. Yapılan matris çarpımı karar modelinin 2. düzeyi ile 3. düzeyini ilişkilendirmiştir. Bununla birlikte, modelin 1. düzeyini karar verme işlemine etkisini ortaya koyabilmek ve en uygun ekoturizm etkinliğini seçmek için, 2. ve 3. düzeylerden elde edilen göreceli öncelik değerleri matrisi ile, 1 düzeye ait, kamu ve çıkar baskı grupları öncelik vektörü çarpılmaktadır. Yapılan işlem sonucunda elde edilen sütun matris, en uygun ekoturizm etkinliğinin seçilmesi genel amacına göre; her bir etkinliğin (flora keşif - yaban hayatı gözleme, Kuş - Kelebek Gözleme, doğa keşif yürüyüşü, Tarihi ve Kültürel Varlıkların Keşfi, Kamp-Karavan Turizmi, suya dayalı aktiviteler, bisiklet safari) göreceli öncelik değerini ifade etmektedir. Sonuç olarak, AHS tekniğinin seçenek ekoturizm etkinliklerinin genel öncelik değerleri ve öncelik sıralaması Çizelge 7’de verilmektedir. Çizelge 7’ e göre; karar vericiler, kamu ve çıkar-baskı grubu temsilcileri ve uzmanların tercihlerini ve görüşlerini dikkate alarak, katılımcı yaklaşımla en uygun ekoturizm etkinliğinin seçilmesi problemini çözmek isteyen karar vericinin en yüksek göreceli öncelik değerine sahip (0.172) *doğa keşif yürüyüşü* etkinliğini önceliklendirmesi gereklidir. AHS tekniğinin sonucu etkinlikler arasında bir sıralama yapma olanağını karar vericiye tanımaktadır. *doğa keşif yürüyüşü* etkinliğini sırasıyla, *suya dayalı aktiviteler* (0.167), *bisiklet safari* (0.156), *flora keşif -yaban hayatı gözleme* (0.144), *tarihi ve kültürel varlıkların keşfi* (0.135), *kuş - kelebek gözleme* (0.127) ve *kamp-karavan turizmi* (0.0997) etkinlikleri izlemektedir.

Çizelge 7. En uygun ekoturizm etkinliklerinin en yüksek göreceli öncelik değerleri

Seçenek ekoturizm etkinlikleri		
	Öncelik değeri	Öncelik sırası
Flora keşif -yaban hayatı gözleme	0.144	4
Kuş - kelebek gözleme	0.127	6
Doğa keşif yürüyüşü	0.172	1
Tarihi ve kültürel varlıkların keşfi	0.135	5
Kamp-karavan turizmi	0.0997	7
Suya dayalı aktiviteler	0.167	2
Bisiklet safari	0.156	3

Karar vericilerin kamu ve çıkar-baskı gruplarına verdiği öncelikler, kamu ve çıkar-baskı grupları temsilcilerinin karar ölçütlerine yönelik tercihleri ve uzmanların her bir karar ölçütüne göre seçenek ekoturizm etkinliklerinin önemi konusundaki hükümleri doğrultusunda AHS tekniğinin uygulanması ile ortaya çıkan sonuçlar, seçenek ekoturizm etkinlikleri arasında “*doğa keşif yürüyüşü*” etkinliğinin seçilmesi gereken etkinlik olduğunu ortaya koymaktadır.

4. Sonuç ve öneriler

Turizm çeşitlerinden biri olan ekoturizmi daha etkin kılacak, yerel ekonomi üzerine etkilerinin bilinmesinde, turizmi besleyen çevresel faktörlerin korunmasında ve bu faktörlerin ayrıntılı olarak tanımlanmasında yöre halkının görüş ve önerileri de önem taşımaktadır. Fakat yerel katılımın tüm problemlere kesin bir çözüm olduğu da düşünülmemelidir. Çalışma alanına en uygun ekoturizm etkinliğinin seçilmesinde AHS tekniğinin kullanımı suretiyle, karar vericiler, uzmanlar ve ilgi grupları ile birlikte kamu ve çıkar-baskı gruplarının da karar verme sürecine doğrudan katılımlarının sağlandığı katılımcı bir yaklaşım gerçekleştirilmiştir.

Yapılan AHS analizine göre kriterleri, konuyla ilişkin yapılan diğer araştırmalar, çalışma alanında yapılan envanter çalışması esnasında yapılan anket çalışmaları sonuçları ve bölgede gerçekleştirilecek ekoturizm aktivitelerinin gelecekte oluşabilecek olumlu ve olumsuz etkileri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Buna göre karar

vericilerin kamu çıkar baskı gruplarını belirlemeye yönelik yapılan karşılaştırmalarda elde edilen öncelik değerlerinin genel aritmetik ortalamalarına bakıldığında Yerel Yöneticilerin 0.262 ile en yüksek öncelik değerini alırken, 0.081 ile Tur Şirketleri en düşük öncelik değerini almıştır. Bu sonuca göre ekoturizm gibi doğaya dayalı yapılan bir turizm etkinliğinin karar vericiler tarafından doğru şekilde anlaşıldığı ve yerel yönetimlerin yörede yapılacak etkinlikler için öncelikli söz sahibi olması ve ekonomik getiri ilk olarak yerelde kalması gerekliliğinin bilincinde oldukları yargısına varılabilir.

Belirlenen kamu-çıkâr baskı grupları ile karar ölçütlerini belirlemeye yönelik yapılan ikili karşılaştırmalarda elde edilen öncelik değerlerin genel aritmetik ortalamalarına bakıldığında Doğal Faktörler ölçütünün 0.382 ile en yüksek öncelik değerini alırken, 0.181 ile Sosyo-Kültürel Faktörler ölçütünün en düşük öncelik değerini aldığı görülmüştür. Bu sonuca göre yöreye gelen turistlerin yöreyi ziyaret etmeyi tercih etme sebepleri arasında Yusufeli'nin sahip olduğu eşsiz doğal güzellikleri ile tanınıyor olmasıdır. Yine kamu-çıkâr gruplarının alt karar ölçütlerini belirlemeye yönelik yapmış oldukları ikili karşılaştırmalarda en yüksek öncelik değerini 0.223 ile İstihdam faktörü alırken, 0.107 ile İklim faktörü en düşük öncelik değerini almıştır. Buda yörede yapılacak ekoturizm etkinliklerinin yörenin ekonomisine önemli girdi sağlayacağı, istihdam yaratabileceği anlayışı ile ön planda tutulmuş kanısına varılmaktadır.

Uzmanların, karar vericilerin ve kamu-çıkâr baskı gruplarının tercih ve görüşleri dikkate alınarak yaptıkları ikili karşılaştırmalar sonucu yörede yapılabilecek en uygun ekoturizm etkinliği olarak 0.172 öncelik değeri ile doğa keşif yürüyüşü ilk sırada yer alırken, 0.099 öncelik değeri ile de Kamp-karavan turizmi en son sırada yer almaktadır (Bkz: Çizelge 7). Doğa keşif yürüyüşü, suya dayalı aktiviteler, bisiklet safari etkinliklerinin en uygun etkinlikler olarak seçilmesinin en önemli sebeplerinden başında bu etkinliklerin gerçekleştirilebileceği keşfedilmeyi bekleyen Yusufeli ve çevresinde yer alan ormanlık alanlar, yaylalar, akarsular, şelaleler, mağaralar, zengin doğal bitki örtüsü ve hayvan varlığı, özgün mimariye sahip evleri, zengin tarihi ve kültürel yapısı gelmektedir.

Tüm bu bakış açıları ile turizmin ve ekoturizmin temel hammaddeğini oluşturan doğal, tarihi ve kültürel değerlerin sürekliliğinin sağlanması ile turizm pazarlamasındaki en önemli tanıtımın çevre duyarlılığına dayanması, koruma-kullanma dengesine dayalı "turizmin fiziksel planlaması" ile mümkün olmasını öngörmektedir. Çevreye duyarlı turizmin gelişebilmesi için, doğal zenginliklerin, sit alanlarının, özel çevre koruma alanlarının, doğrudan turizm alanı olarak kullanılması yerine bu alanların özelliklerini dikkate alarak bütünleşik, diğer alanlarla ve koruma esasları doğrultusunda hem alan olarak hem de kullanım olarak sınırlandırılarak turizme açılması önemlidir. Ayrıca doğa koruma ile ilgili kuruluşların çalışmaları esas alınarak, sürdürülebilir kullanımların dikkate alınması ile taşıma kapasitelerine bağlı turizm sektörünün gelişmesini sağlayacak planlamalar yapılmalıdır. Turizm faaliyetlerinin yoğunlaştığı alanlarda üst ölçekte bölge olarak, alt ölçekte yöre olarak arazi kullanım planları hazırlanarak, yatırımcıların planları yönlendirmesi yerine, planların yatırımcıları yönlendirmesi sağlanmalıdır.

Yapılan araştırmada; Yusufeli İlçe Merkezi, Öğdem, Olgunlar, Yaylalar, Tekkale, Çevreli, Demirkent, İnanlı,

Kılıçkalaya Sarıgöl, Balalan, Özgüven, Altıparmak, Dereçi, Kömürlü İşhan, Bakırtepe, Çıralı, Bıçakçılar, Bostancı, Darıca, Küplüce ve diğer köylerin gerek sahip oldukları doğal güzellikleri gerekse kültürel varlık değerleri ile turizm açısından önemli yerlerdir. Bu köyler ve yakın çevrelerinde çeşitli turizm ve araştırma aktiviteleri uzun yıllardır devam etmekte. Fakat söz konusu turizm aktiviteleri bilinçli olarak ekoturizm amaçlı olarak yapılmaya da bu alanlarda yapılan etkinliklerin tümü ekoturizm etkinlikleri olarak tanımlanabilmektedir. Bu etkinlikler arasında; yaban hayatı gözleme, flora keşif, kelebek-kuş gözleme, trekking, bisiklet safari, rafting, kamp-karavan turizmi, foto safari, yaylacılık vb. gibi etkinlikler yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu yoğunluk özellikle yaz aylarında daha da artmaktadır. Bu yoğunluğun yıl içerisinde dağıtılması alanın doğal ve kültürel yapısının bozulmaması adına yapılacak ilk adımlardan biri olacaktır.

Ekoturizm de asıl amaç kaynak değerlerinin kullanılarak değerlendirilmesi-korunması ve yöre halkı için gelir elde edilmesi ve doğaya karşı olan bilincin en küçükten en büyük yaşa kadar varılmasını sağlamaktır. Ekoturizmin amacına uygun olarak gerçekleştirilebilmesi, alanın sahip olduğu zenginliklerin korunabilmesi için, yöreye ziyarete gelen turistlerin yöresel değerlerin korunması bilincinde olması yansırı ekoturizm den en fazla etkilenecek kesim olan yerel halkın, bölgelerinde gelişen ekoturizmin yol açacağı etkiler konusunda önceden bilgilendirilip bu konuda eğitim almaları önemlidir.

Araştırma alanında ekoturizm amaçlı yapılacak tüm etkinlikler de asıl amaçlardan biri de yöre halkının bu etkinliklerden fayda sağlamasıdır. Bu fayda sağlandığı takdirde alanın doğal ve kültürel yapısının bütünlük olarak koruma görevin de de yöre halkı gönüllü olarak katılım sağlayacaktır. Aksi takdirde yöre halkı, yapılan turizm faaliyetlerinden yeterli gelir sağlayamadığı için gerek turizmi geliştirmek için alt yapı hizmetleri olsun gerekse kaynakları korumak için olsun yerli halktan hiçbir katkı sağlanamayacaktır.

Yusufeli ilçesi gerek yaşam şartlarından dolayı gerekse coğrafi koşullardan dolayı sürekli göç vermektedir. Ürdün 2010 yılında Wadi Rum dışındaki bölgelerde yapılan ekoturizm faaliyetlerin den 2,1 Milyon ABD gelir elde etmiştir. (Royal Society for the Conservation of NatureRSCN) Örgüt ülkeye gelen ekoturist sayısı arttıkça ekoturizm faaliyetleri gerçekleştirilen bölgelerde yerel nüfusun arttığını ve ters göçün yaşandığını da saptamıştır (Anonim 2012). Annapurna alanı, Nepal'deki en popüler trekking alanıdır. Her yıl 25.000'den fazla ekoturist tarafından yürünmekte ve buradan elde edilen gelir 40.000 yerlinin geçimini sağlamaktadır. Böyle örnekler ve yörenin bir çok değerli kaynak değeri göz önünde bulundurulunca yörede yapılacak ekoturizm faaliyetleri sonucu elde edilecek gelir ile en azından yörenin daha fazla göç vermesi azaltılabilir. Bu doğrultuda ilçede özellikle ekoturizm etkinliklerinin yoğunlaştığı alanların başında gelen Altıparmak Tabiat Parkı ve Kaçkar Dağları Milli Parkının Yusufeli tarafında kalan Olgunlar Mahallesi, İşhan Kilisesi, Barhal (Altıparmak) kilisesi ve Dört Kilise (Tekkale kilisesi) sini ziyarete gelenler için giriş çıkış ücreti uygulanarak hem kontrol sağlanabilir, hem de o alanlarda yapılan etkinlikler sayesinde yöreye kalacak gelirin sızıntıya uğramadan yöre içerisinde yöre halkının kullanımına ve

kaynakları korunmasında gerekli hizmetlerin oluşturulmasına olanak sağlanabilir. Ekoturizmin bir diğer avantajı da yüksek maliyetli yatırımlar gerektirmemesidir. İlçede henüz ekoturizmin istenilen düzeyde gelişmediği hızlı ekoturizm yatırımları gerçekleştirilerek, sürdürülebilir bir biçimde ilçenin ekonomisi canlandırılıp istihdam sağlanabilir.

Teşekkür

Bu makale 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne sunulan "Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Ekoturizmin Planlanmasında Katılımcı Yaklaşımla Etkinlik Seçimi: Yusufeli Örneği" başlıklı doktora tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akpınar, N., 1995. Madencilik Sonrası Alan Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesinde Fuzzy Set Tekniğinden Yararlanma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakülte Yayınları: 1430, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 793, Ankara.
- Akpınar N., Talay İ., Gün S. 2005 Priority Setting in Agricultural Land-use types for Sustainable Development, Renewable Agriculture and Food Systems, Volume 20, Number 3, Cambridge University Press,p: 136-147.
- Anonim, 2006. Yusufeli Barajı Ve HES Projesi Çevresel Etki Değerlendirme Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Taslak (Rev F), Ankara
- Anonim, 2012. Ekoturizm Sektör Raporu. T.C. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (Baka),Eylül 2012. http://www.baka.org.tr/uploads/1349952547EKOTURiZ_M-SEKTOR-RAPORU-11EYLUL.pdf, Erişim: 22.06.2015
- Anselin, A., Meire, P. M. ve Anselin, L., 1989: Multicriteria Techniques In Ecological Evaluation: An Example Using The Analytical Hierarchy Process. Biological Conservation, Volume: 49, p: 215-229.
- Arslan, Y., 2000. Tur Operatörlerinde Tekelleşme Eğilimleri Karşısında Türk Seyahat Acentaları için Alternatif Politikalar, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Arslan, Y., 2005. Erdek ve çevresinin ekoturizm açısından değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(13):29-53.
- Avcıkurt, C., 2007. Turizm Sosyolojisi, Turist-Yerel Halk Etkileşimi, ISBN: 978-975-8326-75-4, s:184 Detay Yayıncılık, Ankara.
- Ayan, S., Öztürk S., Belkayalı N., Akpınar N., 2009. The evaluation of management alternatives of Ilgaz Mountain National Park. Internatiol Conference of Plants and Environmental Pollution. Erciyes Üniversitesi, 6-11 Temmuz 2009, Kayseri,s:37-48
- Aydoğan, O., 1992. Analysis of Current Reclamation Practices Post Mining Land Use Alternatives and Suggested in AEL Mines, Master Of Science in Mining Engineering, METU, Ankara.
- Bhushan N. and Rai K., 2004. Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process. Springer-Verlag London Limited, United States of America.
- Caldicott J., Fuller D. 2005. The concept and relevance of ecotourism to indigenous economic and human development in remote Australian communities. Centre for enterprise development and research, Southern Cross University Coffs Harbour Campus in Conjunction with the Centre for Regional Tourism Research (CEDOR), Occasional paper No:6, 18 s, Australia.
- Cengiz T. Çelem H., 2003. Kırsal Kalkınmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yönteminin Kullanımı, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2.
- Collin, P.H., 2004. Dictionary of Environment & Ecology. eISBN-13: 978-1-4081-0222-0, s:265, 5th ed., Bloomsbury Publishing PLC, London.Erişim: 19.06.2015
- Çağatay, A., Yurdaer, M., Kırış, R., 2002. Ekoturizm İçin Mekan ve Yerel Toplulukların Katılımının Planlanması. T.C. Turizm Bakanlığı 2. Turizm şurası Bildirileri, s:205, Ankara
- Daşdemir İ., Güngör E., 2002. Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormanlıkta Uygulama Alanları. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 4(4):1-19
- Demirel, Ö., 1997. Çoruh Havzası (Yusufeli Kesimi) Doğal ve Kültürel Kaynak Değerlerinin Turizm ve Rekreasyon Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demirel, Ö., 2002. "Çoruh Havzası (Yusufeli Kesimi-Kaçkar Dağları) Doğal ve Kültürel Kaynak Değerlerinin Doğa Turizmi ve Kırsal Rekreasyon Planlaması Açısından Değerlendirilmesi", Türkiye Dağları 1. Ulusal Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Kastamonu, s.281-285.
- Demir, C., ve Çevirgen, A., 2006. Ekoturizm Yönetimi. ISBN: 975-591-844-2, 222 s, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Drumm, A., Moore, A., 2002: Ecotourism Development, An Introduction Ecotourism Planning. Vol. I. The Nature Conservancy, USA.
- Eroğlu, E., Lorcu, F., 2007. "Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) ile Sayısal Karar Verme", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi, 36(2): 29-51.
- Forman, E., Gass, S. I., 2001. The Analytic Hierarchy Process-An Exposition, Operations Research, Vol.49, No.4, S.469-486.
- Görmüş, S., 2012. Korunan Alan Planlama Stratejilerinin Değerlendirilmesi: Kastamonu-Bartın Küre Dağları Milli Parkı Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 1302-0943, EISSN: 1308-5875, 14:37-48.
- Günden, C., Miran B., 2008. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Çiftçi Kararlarının Analizi Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., ISSN 1018 – 8851, 45 (3): 195-204 .
- Hetzer, W., 1965 Environment, Tourism, Culture, Links July: I-3
- Kangas, J., 1992. Multiple-Use Planning of Forest Resources By Using The Analytic Hierarchy Process. Scandinavian Journal of Forest Research, 7(2):259-268.
- Kangas, J., 1993. A Multi-Attribute Preference Model For Evaluating The Reforestation Chain Alternatives of A

- Forest Stand. *Forest Ecology and Management*, 59:271-288.
- Kangas, J., 1994. An Approach To Public Participation In Strategic Forest Management Planning. *Forest Ecology and Management*, 70(1-3):75-88.
- Kurt, B., Balkız, O., 2011. Kackar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi, Kackar Dağları Yusufeli Bölgesi, Ekosistem ve Biyolojik Çeşitlilik Hususlarına Dayalı Bölgesel Çok Sektorlu Yönetim Planı. Ankara: TEMA, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırmaya ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı.
- Kuter, N., Ünal, H.E., 2009. Sürdürülebilirlik Kapsamında Ekoturizmin Çevresel, Ekonomik ve Sosyo-Kültürel Etkileri Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9 (2):146-156.
- Kuruözüm, A., Atsan, N., 2001. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*. 1:83-105.
- Lascuran, C.H., 1996. *Tourism, Ecotourism And Protected Areas: The State of Nature-Based Tourism Around The World and Guidelines For Its Development*, Iucn, S. XIV+301, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- Lee, H., Kwak, W., Han, I., 1995. Developing A Business Performance Evaluation System: An Analytic Hierarchical Model, *The Engineering Economist*, 40(4):343-358.
- Leung, Y., Marion, J.L., Farrell, T.A., 2001. The Role of Recreation Ecology in Sustainable Tourism and Ecotourism. McCool, S. ve R. N. Moisey (editörler). *Tourism, Recreation, and Sustainability: Linking Culture and the Environment*. New York: CAB International.).
- Liu, C., 2000. Ecotourism, Economics and The Environment: Observations From China, *Journal of Travel Research*, 6: 2.
- Myers, J. H., Alpert, M. I., 1968. Determinant Buying Attitudes: Meaning and Measurement. *Journal of Marketing*, Vol. 32, No. 4 (Oct., 1968), pp. 13-20
- Özdemir, A., Özveri, O., 2004. Çok Kriterli Envanter Sınıflandırmasında, Analitik Hiyerarşi Süreci Analizinin Uygulanması. *D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi*, 19(2):137-154.
- Rahemtulla, Y.G., ve Wellstead, A.M., 2001. *Ecotourism: Understanding Competing Expert and Academic Definitions*. Infor. Report Nor-X-380 Canada.
- Roper-Lowe, G.C., Sharp, J.A., 1990. The analytic hierarchy process and its application to an information technology decision. *J. Opl. Res. Soc.*, 41 (1): 49-59.
- Saaty, T.L., 1977. A Scaling Method For Priorities In Hierarchical Structures, *Journal Of Mathematical Psychology*, 15, 234-281.
- Saaty, T.L., 1990. How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal Of Operations Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T.L., 2001. Decision- Making with the AHP. Why is the Principal Elgenvector Necessary. *ISAHP 2001*, 2-4 August, Berne.
- Saaty, T.L., Vargas, L. G., 2006. *Decision Making With The Analytic Network Process Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer Science Business Media, LLC.
- Soley, S.V., 1991. *Turizm Potansiyelimizin Değerlendirilmesi*. Kent Matbaası, Ankara.
- Surat, H., 2011. Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Ekoturizmin Planlanmasında Katılımcı Yaklaşımla Etkinlik Seçimi: Yusufeli Örneği. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- The Nature Conservancy, 2009. Web Sitesi: www.nature.org/aboutus/travel/ecotourism/about/art667.html, Erişim: 16.04.2015
- TIES, 1990. Description and Ecotourism principles, Web Sitesi: <http://www.ecotourism.org>, Erişim: 16.04.2015
- Weaver, D., Opperman, M., 2000. *Tourism Management*. John Wiley & Sons, Australia, p:468
- Yaraloğlu, K., 1999. Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) Modeli İle Genel Seçim Sonuçlarının Öngörülmesi. IV. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Antalya, s. 981-997.
- Yılmaz, E., 1999. Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Doa Dergisi, Orman Bakanlığı Yayın No: 127, Doa Yayın No: 16, Issn: 1300-8544, s:95-122, Tarsus-Mersin.
- Yılmaz, E., 2004. Ekoturizm planlamasında katılımcı yaklaşımla etkinlik Seçimi: Cehennemdere Vadisi Örneği. *Çevre ve Orman Bakanlığı*. 237:16-26.
- Yılmaz, E., 2005. Analitik Hiyerarşi Süreci Tekniği ve Orman Kaynakları Planlamasına Uygulanması Örnekleri. *Doa Dergisi*, 11:1-33.
- Zahedi, F., 1986: *The Analytic Hierarchy Process: A Survey of The Method and Its Applications*. *Interfaces*, 16(4):96-108.

Karayollarının kent içi trafik gürültüsü düzeyine etkisi: Ordu kent merkezi örneği

Murat Yeşil^{a,*}, Ömer Atabeyoğlu^a, Pervin Yeşil^a

Özet: Gürültü, insanların yaşam kalitesini etkileyen önemli bir çevresel faktördür. İnsanların yaşam alanlarında gürültü farklı şekillerde kendini göstermekle birlikte, kentsel ortamlarda gürültünün çeşitliliği ile boyutu ihtiyaçlar ve fonksiyonlara göre daha da artmaktadır. Bu kapsamda trafikten kaynaklı gürültü, yaşam alanlarındaki önemli gürültü kaynaklarından birisidir. Çalışma; Türkiye’de, Ordu kenti merkezinden geçen ve Karadeniz sahil yolunun devamı niteliğinde olan E70 karayolu ve paralelindeki kent içi yollar olmak 4 farklı yol üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her yol için günün 3 farklı saat dilimi temel alınarak trafikten kaynaklı gürültü ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ile yollar kendi aralarında ve günün saatlerine göre karşılaştırılmıştır. E70 karayolu ile mukayese edilen diğer caddeler arasında belirgin bir fark olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar Ordu Kentinin, içerisinde geçen şehirlerarası karayolundan dolayı yoğun bir gürültü kirliliği ile karşı karşıya olduğunu ortaya koymuş olup, bu bağlamda çalışmanın sonucunda gürültüyü azaltmaya yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Ordu, E70, Karayolu, Gürültü, Trafik

Effects of roads on intra-city traffic noise: The case of Ordu Province

Abstract: Noise is the most significant environmental factor affecting the life quality of people. It manifests itself in various ways in living spaces of people. Diversity and level of noise in urban sections increase commonly with the needs and functions. Within this scope, traffic-induced noise constitutes a significant source of noise in living spaces. The present study considered the noise levels of E70 highway which is an extension of Black Sea Highway passing through Ordu city center in Turkey, 4 other parallel intra-city roads. Three time zones were taken and traffic-induced noise levels were measured over these roads. Data were used to compare the roads with regard to noise levels at different time zones of the day. It was observed that there were clear variations between E70 highway and the other roads in city center. The results pointed out that Ordu city was exposed to traffic-induced noise. This report offers the solutions to reduce level of traffic-induced noise.

Keywords: Ordu, E70, Highway, Noise, Traffic

1. Giriş

İnsan var olduğu günden itibaren kendini ve çevresini geliştirmeye ve değiştirmeye başlamıştır. Bu gelişim ve değişim günümüze kadar oldukça hızlı bir ivme ile yaşanmış ve günümüzde insanların hayat standardı haline getirdiği formlara dönüşmüştür. Günümüzde insanoğlu hayatın her alanında çok büyük olumlu teknolojik gelişimlere imza atmıştır. Bu gelişmeler kuşkusuz beraberinde birçok olumsuz yan ürünlerin ortaya çıkmasına da neden olmuştur. Gürültü de bu olumsuzluklardan birisidir.

Gürültü; insanların işitme sağlığını ve duygusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş performansını azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini azaltarak veya yok ederek niteliğini bozan, gelişigüzel bir spektruma sahip istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisidir.

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkisi işitsel, fizyolojik, psikolojik ve insan performansı yönlerinden ayrı ayrı incelenmektedir (Aydın vd., 2005). Özellikle kentlerde gürültü faktörü insan yaşantısını olumsuz etkileyen en

önemli faktörlerden birisidir (Yılmaz ve Özer, 1997; Bayramoğlu vd., 2014; Fyhri and Klæboe, 2009; Rahmani et. al., 2011; Akan vd., 2012; Hunashal and Patil, 2012; Önder ve Kocbeker, 2012; Gan et. al., 2012; Silva and Mendes, 2012; Srivastava, 2012; Abbaspour et. al., 2015; Fiedler and Zanin, 2015). Gürültü kent içerisinde meydana gelen tüm faaliyetler sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Bu anlamda en büyük atık kaynaklarından birisi olarak görülebilir. Kent içerisinde bulunan en büyük gürültü kaynaklarından birisi ulaşımdır (Williams and Mc Creae, 1995; Pathak et. al., 2008; Zannin and Sant’Ana, 2011). Trafik gürültüsü günün her saatinde var olan, zamana bağlı olarak artan ve azalan bir kirlilik unsurudur. Kara yollarında taşıtlardan kaynaklı gürültü düzeyini etkileyen parametreler çok yönlüdür. Birim zamanda geçen taşıtların sayısı, türü (motor bisiklet, otomobil, minibüs, otobüs, kamyon, tır), hızı, motor ve lastik gürültüsü bu gürültü kaynaklarının başlıcalarıdır. Ayrıca yol kaplamasının türü ve yolun eğimi de lastik gürültüsünü etkileyen önemli bir faktördür.

Gürültü pek çok araştırmacı tarafından ele alınan önemli konulardandır. Yoshida et. al., (1997) yol trafik gürültüsünün insanlar üzerine etkileri; Zannin et. al.,

✉ ^a Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Altınordu, Ordu

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): muraty25@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.04.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.09.2015



Citation (Atf): Yeşil, M., Atabeyoğlu, Ö., Yeşil, P., 2015. Karayollarının kent içi trafik gürültüsü düzeyine etkisi: Ordu kent merkezi örneği. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 177-182.

DOI: [10.18182/tjf.94490](https://doi.org/10.18182/tjf.94490)

(2006), Szeremeta and Zannin, (2009) kent parklarında gürültü kirliliği; Babish et. al., (1999), gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri; Ariza-Villaverde et. al., (2014) morfolojinin gürültü kirliliğine etkisi; Liua et. al., (2014), Gan et. al., (2012), Sørensen et. al., (2014) gürültü ve hava kirliliğinin etkileri; Merchan et. al., (2014) milli parklarda gürültü kirliliği; Hunashal and Patil, (2012), Abbaspour et. al., (2015) kentsel alanlarda gürültü kirliliği; Klæboe et. al., (2004) Pathak et. al., (2008), Özer vd., (2009), Mehdi vd., (2011), Rahmani et. al., (2011) trafik gürültüsü; Klæboe et. al., (2006); Lee et. al., (2008); King and Rice, (2009); Tsai et. al., (2009); Fiedler and Zanin, (2015) gürültü haritalama; Özer vd., (2014) üniversite kampüslerinde gürültü kirliliği konularında çalışmalarını yürütmüşlerdir.

Kent içi ulaşım arterleri dışında kalan ve şehirlerarası ulaşım adına kullanılan karayollarında gürültü kirliliği daha yüksektir. Çünkü bu karayolları kentliler dışında transit olarak yolculuk yapan pek çok kullanıcıya da ev sahipliği yapmaktadır. Transit karayollarının kentsel mekanların içerisinde geçişi; kent içi gürültü kirliliğinin de önemli ölçüde artmasına ve dolayısı ile kentliler üzerindeki baskının da yükselmesine neden olmaktadır. Kent içinden geçen ağır vasıtalar hem kent içi trafiği ağırlaştırmakta, hem de ses ve egzoz gazları ile kentsel mekanlarda gürültü ve hava kirliliğini artırmaktadır.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen kara yolundan çevreye yayılan gürültü seviyesine ait sınır değerler Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre; mevcut yollarda gürültü sınır değerleri kullanım alanlarına göre değişiklik göstermekle birlikte 65 dB(A) ile 72 dB(A) arasındaki değerleri kabul edilebilir saymaktadır.

Çalışmanın temel amacı, Ordu kenti ulaşımının ana arteri niteliğinde olmasının yanı sıra tüm Karadeniz bölgesi ulaşımının da yegane karayolu ulaşım kaynağı olması nedeni ile ön plana çıkan E70 karayolundan kaynaklanan trafik gürültüsü düzeyini tespit etmek ve gürültüyü azaltmaya yönelik çözüm önerileri getirmektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Ordu kentinde, Karadeniz sahili boyunca devam eden E70 karayolunun kent merkezinden geçen yaklaşık 14 km’lik güzergah seçilmiştir. Söz konusu karayolu Ordu kentini doğuda Giresun iline, batıda ise Samsun iline bağlamaktadır. Ordu Kent makroformu, kuzeyinde Karadeniz ve güneyinde uzanan dağlık ve yamaçlık alanlar ile kenti dik keserek Karadeniz’e ulaşan dört adet akarsu tarafından şekillendirilmiştir. E70 karayolu denize paralel uzayarak kenti ikiye bölmektedir. Karayolunun güney kesimi Kent merkezi ile yapı yoğunluğunun yüksek olduğu konut ve ticaret alanlarından, kuzey kesimi ise yapı yoğunluğunun nispeten daha düşük ve düzenli olduğu, kıyı kesimini de içerisine alan yerleşim, eğitim, rekreasyon alanlarının meydana getirdiği mekânsal bileşenlerden oluşmaktadır.

2.2. Yöntem

Geçmişten günümüze kent makroformunun şekillenmesinde en etkili faktörlerden birisi akarsulardır.

Ordu kent merkezi, kenti güneyden kuzeye kesen Melet Irmağı, Civil Deresi ve Bülbül Deresi olmak üzere 3 adet akarsuyun belirlediği hat çevresinde yayılmış ve gelişmiştir. E70 Karayolu, yukarıda bahsi geçen akarsuların karayolunu kestiği kısımlar baz alınarak 4 parçaya ayrılmıştır. Ayrıca, karşılaştırma imkanı sunması için karayolunun kuzey ve güneyinde kentin içerisinde geçen 3 yol daha seçilmiştir (Şekil 1).

Çalışma; mücavir alan sınırları içerisinde E70 Karayolu üzerinde dört farklı kısım (Karayolu I., II., III. ve IV. kısımlar) ile kentin merkezini temsil eden Süleyman Felek Caddesi (Güney Yolu), Ahmet Mağden Caddesi (Kuzey Yolu) ve Mehmetçik Bulvarı (Sahil Yolu) olmak üzere toplam 7 ayrı noktada yürütülmüştür. E70 Karayolu üzerinde tespit edilen noktalar, kent içerisinde belirli yoğunlukları tanımlayan bölgeleri temsil etmektedir. Karayolu I. kısım, kent merkezi dışında yer alan ve kent içi trafikten etkilenmeyen bölgeyi temsil etmektedir. Bu nokta, çalışma için kontrol noktası olup, E70 karayolu ile kent merkezinin birleştiği noktada yer alan gürültü düzeyini tanımlamak açısından önemlidir. Karayolu II, III ve IV. kısımlar kent merkezi içerisinde yer alan ve kent içi trafikten etkilenme açısından birbirinden farklılık gösteren çalışma bölgeleridir.

Güney yolu olarak nitelenen yol, ticaret ve alışveriş merkezlerinin odak noktasını oluşturması nedeni ile kentin en yoğun kullanılan iç yolu niteliğindedir. Kuzey yolu ise yerleşim bölgeleri arasında geçiş yolu niteliğinde olmasının yanı sıra, üzerinde hastane bulunması nedeni ile yoğun kullanıma sahiptir. Sahil yolu, Ordu kenti sahil ve kent parkları ile yerleşim bölgelerini birbirine bağlayan aksı temsil etmektedir.

Gürültü ölçümleri 2014 yılı, Ekim, Kasım, Aralık aylarında haftanın muhtelif günleri içinde trafiğin yoğun olduğu; sabah 07:30-09:00, öğle 11:30-13:00 ve akşam 16:30-18:00 saatlerinde 1 saati aşkın bir süre yağışsız ve rüzgarsız günlerde yapılmıştır. Her bir ölçüm yapılan noktadan 4 dakika boyunca toplam 40 değer alınmıştır (Yılmaz ve Özer, 2005). Alınan verilerin normal dağılım kontrolü Ryan-Joiner Testi ile alt grup varyanslarının homojenlik kontrolü ise Levene testi ile yapılmıştır. Verilerin analizinde 2 faktörlü faktörlerden birinin seviyeleri tekrarlanan ölçümlü varyans analizi kullanılmıştır (Two-way repeated measures ANOVA). Tekrarlanan ölçümler zaman faktörünün seviyelerinde dikkate alınmıştır. Farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalar SPSS 22 istatistik paket programı ile yapılmış ve istatistik önem düzeyi (α) %5 olarak dikkate alınmıştır.



Şekil 1. Ordu Kenti mücavir alanı içerisinde gürültü ölçümü yapılan yollar

Ölçümlerde TES-1352H marka programlanabilir ses düzeyi ölçme cihazı kullanılmıştır. Cihaz; yerden 1,5 m yükseklikte, gürültü kaynağından 3m uzaklıkta, yatayla 30°'lik açı yapacak şekilde tutularak ölçümler yapılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

E70 kara yolu üzerinde, toplam 4 farklı kısımda, günün üç farklı zaman diliminde gürültü ölçümleri yapılmıştır. Sabah 07:30-09:00 arasında yapılan gürültü ölçümlerinin ortalaması 75,7 dB(A), öğle 11:30-13:00 arası yapılan gürültü ölçümlerinin ortalaması 76,1 dB(A), akşam 16:30-18:00 arası yapılan gürültü ölçümlerinin ortalaması ise 77,1 dB(A)'dir.

Günün saatleri için yapılan varyans analizi mekan*zaman interaksyonunu sonucuna göre; sadece Karayolu 1. kısımda sabah ile öğlen ve akşam arasında, Karayolu 3. kısımda ise öğlen ve akşam arasında önemli düzeyde bir fark ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, yollar için genel bir yargıya varılmasını sağlamamaktadır. Yani, bazı noktalar hariç; günün değişen saatlerinin karayolunun trafik gürültüsünün artma ya da azalmasında bir etkisi yoktur (Çizelge 2).

Karayolu 1, 2, 3 ve 4. kısımların sabah değerleri birbiri ile benzerlik gösterirken, diğer yolların sabah değerleri ile farklılık olduğu görülmüştür. Bu da karayolunun bütününde sabah verileri açısından homojen bir dağılımın ve diğer yollardan daha yüksek bir gürültü ortalamasının bulunduğunu göstermektedir. Buna ilaveten güney, kuzey

ve sahil yollarının da kendi içlerinde sabah verileri bazında benzerlikler mevcuttur. Güney, kuzey ve sahil yolu olarak nitelendirilen yollar; Ordu kent merkezinin muhtelif noktalarında yer alan ve farklı yoğunluklarda oldukları düşünüldüğü için çalışmaya dahil edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar irdelendiğinde; hangi yoğunlukta olursa olsun kent içerisinde yer alan ve sadece kentli kullanımının olduğu yolların kendi aralarında benzerlik gösterdiği ve E70 karayolundan farklı nitelikte oldukları; bunun yanı sıra E70 karayolu üzerinde tüm noktalardan alınan gürültü ölçüm değerlerinin de yine kendi içerisinde benzer sonuçlar sergilediği söylenebilecektir.

Sahil yolu öğle değerleri bakımından, diğer bütün yollardan daha farklı bir karakter göstermekte olup, en düşük ortalamaya sahiptir. Nitekim sahil yolu; sabah ve akşam saatleri dışında oldukça sakin bir yol olup, yolun niteliği sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Ayrıca karayolu 1, 2, 3 ve 4. kısımlar öğle değerleri bazında farklılık göstermemekte olup, en yüksek ortalamalara sahiptir. Genel itibari ile güney, kuzey ve karayolu 1. ve 3. kısımlar öğle değerleri bakımından benzerlik göstermektedir. Güney yolu ve kuzey yolu akşam değerleri bakımından benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde karayolu 1, 2, 3 ve 4. kısımlar kendi aralarında benzerlik göstermektedir. Sahil yolu ise, diğer tüm yollardan gürültü düzeyi bakımından farklı bir özelliğe sahip olup en düşük ortalama değere sahiptir.

Çizelge 1. Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri (Anonim, 2015a)

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/Onarılmış yollar			Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin ağırlıklı olduğu alanlar	60	55	50	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	63	58	53	68	63	58
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55	70	65	60
Endüstriyel alanlar	67	62	57	72	67	62

Çizelge 2. Gürültü şiddetine ait tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Mekan	Zaman	n	Ortalama±Std. hata	Standart sapma	Minimum-maksimum
Güney yolu	Sabah	40	68.660±0.514Acd	3.249	60.50-75.20
	Öğle	40	69.920±0.448Ac	2.835	64.40-77.60
	Akşam	40	69.890±0.492Ab	3.112	64.60-75.40
Karayolu 1. kısım	Sabah	40	72.770±1.130Bbc	7.130	60.10-86.70
	Öğle	40	76.730±1.140Aab	7.200	62.10-89.40
	Akşam	40	76.420±1.180Aa	7.460	68.70-94.20
Kuzey yolu	Sabah	40	67.015±0.772Ade	4.885	59.40-81.80
	Öğle	40	69.680±1.050Ac	6.650	59.70-84.10
	Akşam	40	67.797±0.705Ab	4.460	61.10-76.80
Karayolu 4. kısım	Sabah	40	76.510±1.140Aab	7.240	59.70-91.50
	Öğle	40	77.570±1.140Aa	7.200	63.00-91.90
	Akşam	40	77.660±1.020Aa	6.480	64.90-86.30
Karayolu 3. kısım	Sabah	40	75.330±1.280ABab	8.100	57.20-93.50
	Öğle	40	72.630±1.330Bbc	8.390	57.80-93.30
	Akşam	40	76.242±0.609Aa	3.852	63.40-83.50
Sahil yolu	Sabah	40	62.860±1.200Ae	7.620	51.70-83.70
	Öğle	40	62.520±1.030Ad	6.520	51.60-73.70
	Akşam	40	62.860±1.200Ac	7.620	51.70-83.70
Karayolu 2. kısım	Sabah	40	78.142±0.941Aa	5.951	65.20-92.20
	Öğle	40	77.640±1.060Aa	6.700	65.00-90.40
	Akşam	40	78.290±0.816Aa	5.161	68.10-87.30

Her noktadan 3 ayrı saat diliminde alınan gürültü ölçüm değerleri için yapılan istatistik analiz sonucunda; karayolu üzerinden alınan tüm ölçümlerin yakın değerler taşımamasına ve istatistiksel olarak büyük farklar bulunmamasına karşın, diğer yollar ile Karayolu ölçüm noktaları arasında önemli farklar ortaya çıkmıştır. Karayolu I. kısım ile karayolunun diğer üç kısmı arasında istatistiksel fark bulunmaması; kent içi ulaşımdan kaynaklanan trafik yükünün karayolu trafik gürültüsünü önemli derecede artırmadığını göstermektedir. Bu sonuca dayanılarak, Ordu kent merkezinde yer alan trafik gürültüsünün ana kaynağının E70 karayolunu kullanan taşıtlar olduğu söylenebilir.

Karadeniz ve özellikle de Ordu ili, doğal kaynaklarındaki çeşitlilik ve potansiyeli ile turizm açısından son derece kıymetli bir yerdir. Ayrıca, tüm Karadeniz kıyı şeridi ticari taşımacılık açısından önemli bir güzergahtır. Tüm bu etkenlerle, Karadeniz sahili boyunca devam eden E70 karayolu, özellikle de ağır ticari vasıtaların oluşturduğu önemli bir hareketliliğe sahiptir. Bu hareketlilik de, yolun geçtiği yerlerde çeşitli açılardan kirliliğe sebebiyet veren bir etkidir. Karayolunun Ordu kent merkezinden geçen bölümü ise yaklaşık 14 km uzunluğundadır. Günde binlerce aracın geçtiği bu yolda oluşan çevresel gürültü, kentte yaşayan insanların sağlığına ve yaşam konforuna olumsuz etkilerde bulunmaktadır. E70 kara yolu uluslararası bir yol olmasının yanında aynı zamanda Ordu kentinin, merkez ilçesi olan Altınordu için kent içi karayolu hareketliliğinde yoğun kullanılan önemli bir yoldur. Altınordu İlçesinin doğu kısmını oluşturan Cumhuriyet Mahallesi ile batı kısmını oluşturan Kumbaşı, Güzelyalı, Kirazlıman ve Taşbaşı Mahalleleri için kent merkezine ulaşımın yegane unsurudur. Yerleşim alanlarının yoğun olduğu bu mahallelerde oturan binlerce insan kent içi sirkülasyonunda önemli görevleri olan E70 kara yolunu kullandığından kara yoluna ek yük getirmekte ve neden olduğu çevresel gürültüyü de beraberinde artırmaktadır.

Yolu kullanan taşıt sayısının fazlalığı, karayolundan kaynaklı gürültü düzeyini artıran önemli etkenlerden biridir. Aynı zamanda E70 karayolu, küçük taşıtların yanı sıra kamyon, tır, otobüs, minibüs gibi büyük araçların da yoğun kullandığı bir yoldur. Ağır kamyonların neden olduğu gürültü düzeyi çok rahatsız edici olmakla birlikte, günlük sekiz saat boyunca bu seviyedeki gürültüye maruz kalmak kulağa hasar verebilmektedir (Anonim, 2015). Kent içerisindeki diğer yollar için durum farklı olup, küçük taşıtlar dışında sadece minibüsleri gözlemlemek mümkün olmaktadır. Araçların tipi, yol kaplama malzemesinin türü, yolun eğimi ve ıslak ya da kuru olması gibi faktörler trafik gürültüsünün artmasında etkilidir. E70 karayolu, uluslararası ulaşımı sağlayan bir yol olması nedeni ile yolu kullanan taşıtların hızları da yüksektir ve kent içi trafik hız limitlerinin üzerinde bir hıza ulaşmaktadır. Trafik gürültüsünü etkileyen diğer bir faktörün de taşıtların hızları olduğu göz önüne alındığında gürültü düzeyinin kent içerisindeki diğer yollardan önemli derecede yüksek çıkmasının nedenleri anlaşılabilir.

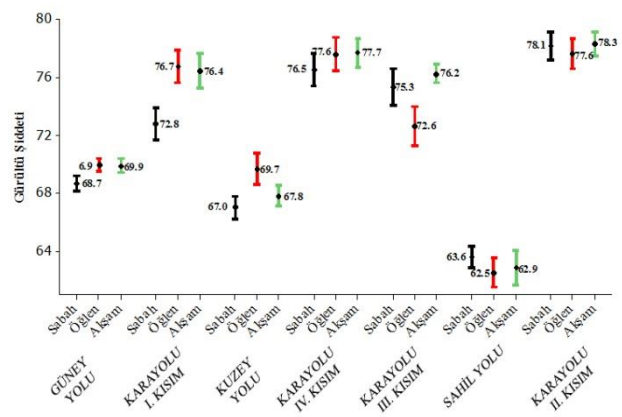
Çalışmada en yüksek gürültü düzeyi karayolu II. kısımda 16:30-18:00 saat aralığında ortalama 78,3 dB(A) ölçülmüş iken, en düşük gürültü düzeyi ise sahil yolunda, 11:30-13:00 saat aralığında ortalama 62,5 dB(A) ölçülmüştür (Şekil 2). Günün saatleri açısından incelendiğinde sabah en yüksek ortalamanın karayolu II.

kısımında (78,1 dB(A)), öğle en yüksek ortalamanın karayolu II. ve IV. kısımlarda (77,6 dB(A)), akşam en yüksek ortalamanın ise karayolu II. kısımda (78,3 dB(A)) olduğu görülmüştür. Tüm bölgeler içerisinde en yüksek gürültü ortalamaları günün her saatinde karayolu üzerindeki noktalarda tespit edilmiştir. Kent merkezinde yer alan yoğun araç ve yaya trafiğine rağmen, hiçbir ölçüm ortalaması E70 karayolu üzerinde tespit edilen en yüksek ortalama ulaşmamıştır.

Mekan ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılıklar incelendiğinde; kuzey ve güney yolu arasında önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Bu yollar kent içerisinde yer alan ve kentlilerin günlük ulaşım aksamlarını oluşturan yollar olması nedeni ile yoğun kullanıma sahiptirler. Bu yollar, kendi içlerinde farklı çıkmamış olmalarına karşın, karayolu ile genellikle aradaki farkın önemli olduğu görülmektedir. Ne kadar yoğun kullanılırsa kullanılsın, trafiğin de dahil olduğu kentsel alan kullanımlarından kaynaklanan gürültünün, karayolu trafik gürültüsünün önüne geçemediği gözlenmektedir. Sahil yolunun diğer bütün yollar ile farkı önemlidir. Sahil yolu, kullanım yoğunluğunun diğerlerine oranla oldukça az olduğu bir tali aks niteliğindedir. Bu nedenle bu yolda ortalama değer olarak da günün her saatinde önemli derecede düşük gürültü düzeyi tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Çalışmadan elde edilen veriler ışığında Ordu kent merkezinin sahip olduğu trafik gürültüsü, ortalama olarak 62,5-69,9 dB(A) aralığında kalabilecek iken, karayolunun kent merkezinden geçerek devam etmesi nedeni ile kent içi trafik gürültüsü ortalaması 78,3 dB(A) boyutlarına ulaşmaktadır. Bu ortalama değerler Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerin oldukça üzerindedir.



Şekil 2. Gürültü değerlerine ait istatistiksel analiz grafiği

Karayollarının kentlerin içerisinde geçmesi, kent içi trafik akışını olumsuz etkilemesinin yanı sıra, pek çok kirlilik için de ana kaynak niteliğindedir. Gürültü kirliliğinin en önemli kaynağı olarak kabul edilebilen trafik gürültüsü, şehirlerarası karayollarından kaynaklanan etkiler ile oldukça rahatsız edici olabilmektedir. Bu durum kentliler üzerine pek çok olumsuz etki bırakmaktadır. Bu nedenle en uygun çözüm, planlama aşamasında iken, karayollarının kentsel alanların dışından geçirilmesi ya da yerleşim, eğitim, sağlık ve rekreasyon alanlarının karayollarından uzakta planlanmasıdır. Çünkü yol ile alıcı arasındaki mesafenin artırılması uzaklığa bağlı olarak gürültü düzeyinde azalma meydana getirecektir. Bu gerçekleştirilemez ise bazı gürültü azaltıcı ya da emici tedbirler ile kentlilerin etkilenme oranı bir miktar düşürülebilir.

Açık ve yeşil alanların sesi emerek yoğunluğunu azaltıcı özellikleri vardır (Öneş, 1990). 100 metrekarelik bir yeşil alan, bulunduğu bölgenin gürültü ortalamasını tam 10 dB(A) düşürebilmektedir (Polat vd., 1994). Erdoğan ve Yazgan, (2009)'a göre trafik gürültüsünü önleme amaçlı bitkisel uygulama çalışmaları, beton duvar, plastik levha gibi cansız malzemelere göre ekonomik açıdan daha uygun olması yanında mevsimlere göre değişen renk ve biçim özellikleri ile de çevreye estetik katkı sağlayacağı için tercih edilmelidir. Kent içinde yapı yoğunluğunun yüksek olduğu kesimlerde amaca uygun bitkilendirme teknik olarak yapılmıyorsa da refüj, yol ağaçlandırması ve kent parklarındaki bitkilendirmeler trafik gürültüsünün etkisini azaltmada az da olsa etkili olmaktadır.

Karayolunun kent merkezinden geçen bölümlerinde çok miktarda yer alan kavşaklar ve trafik ışıkları trafik gürültüsünü artırmaktadır. Uslu ve Yücel (1997)'in yürüttüğü çalışmada trafiğin sürekli akışını engelleyen kavşaklarda kalkış gürültüsünün bazı durumlarda 90 dB(A) düzeyine çıkabildiği tespit edilmiştir. Trafik ışıkları ve bu ışıkların bulunduğu kavşaklarda, gürültü düzeyini azaltabilmek için araçların sabit hızda gidişini sağlamak adına 'yeşil dalga sistemi' uygulamaya konulabilir.

Ordu kent içi ulaşımının en büyük eksikliklerinden olan konforlu toplu taşıma araçlarının hizmete konulması ve minibüsler yerine bu araçların tercih edilmesi de trafikteki araç sayısını azaltmasının yanı sıra; belirli duraklarda daha düzenli durup kalkan bir sistem ortaya koyabilecektir.

Ayrıca kent merkezi içerisinde yer alan otoparkın kent dışında uygun bir yere taşınması da uygun bir çözüm olacaktır.

Karayolundan kaynaklı gürültü kısa ve uzun vadede insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğundan taşıtlardan kaynaklı gürültüyü azaltmaya yönelik tedbirler almak gerekmektedir. Mücavir alan içerisinde hızı düşürmek için gerekli denetim mekanizmasının iyi bir şekilde kurulması ve işletilmesi faydalı olacaktır. Ayrıca uygun yerlerde canlı ve cansız materyaller ile gürültü perdeleri tesis etmek gürültü şiddetini azaltacaktır. Makro düzeyde ise kentin gürültü haritası çıkarılmalı, yapılacak sosyal anketlerle etkilenme analizleri ortaya konulmalı ve gürültünün etkisini azaltacak eylem planları hazırlanmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim, 2015. Bazı gürültü değerleri ve etkileri. <http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/AnaSayfa/gurultu/gurultudegerleri.aspx?sflan>, Erişim: 25.03.2015
- Anonim, 2015a. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. 27601 Sayılı Resmî Gazete. Ankara.
- Abbaspour, M., Karimi, E., Nassiri, P., Monazzam, M.R., Taghavi, L., 2015. Hierarchical assessment of noise pollution in urban areas – A case study. *Transportation Research Part D*, 34: 95-103.
- Akan, Z., Yılmaz, A., Özdemir, O., Korpınar, M.A., 2012. Noise pollution, psychiatric symptoms and quality of life: Noise problem in the East Region of Turkey. *İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi Dergisi*, 19(2): 75-81.
- Ariza-Villaverde A.B., Jiménez-Hornero, F.J., Gutiérrez De Ravé, E., 2014. Influence of urban morphology on total noise pollution: multifractal description. *Science of The Total Environment*, 15:472:1-8.
- Aydın, M.E., Çorumluoğlu, Ö., Sarı, S., Özcan, S., 2005. Konya şehri taşıt trafiği gürültü seviyeleri haritasının GIS ve GPS teknolojileri kullanılarak elde edilmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20: 2.
- Babish, W., Ising, H., Gallacher, J.E., Sweetnam, P.M., Elwood, P.C., 1999. Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase-10-year follow up. *Archives of Environmental Health*, 54: 210-6.
- Bayramoğlu, E., Işık, B.Ö., Demirel, Ö., 2014. Gürültü kirliliğinin kent parklarına etkisi ve çözüm önerileri: Trabzon Kenti örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 4(9): 35-42.
- Erdoğan, E., Yazgan, E., 2009. Landscaping in reducing traffic noise problem in cities: Ankara case. *African Journal of Agricultural Research*, 4(10): 1015-1022.
- Fiedler, P.E.K., Zannin, P.H.T., 2015. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs—Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51: 1-9.
- Fyhri, A., Klæboe, R., 2009. Road traffic noise, sensitivity, annoyance and self-reported health—A structural equation model exercise. *Environment International*, 35: 91-97.
- Gan, W.Q., McLean, K., Brauer, M., Chiarello, S.A., Davies H.W., 2012. Modeling population exposure to community noise and air pollution in a large metropolitan area. *Environmental Research*, 116:11-6.
- Hunashal, R.B., Patil, Y.B., 2012. Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur, India. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 37: 448-457.
- King, E.A., Rice, H.J., 2009. The development of a practical framework for strategic noise mapping. *Applied Acoustics*, 70: 1116-1127.
- Klæboe, R., Amundsen, A.H., Fyhri, A., Solberg, S., 2004. Road traffic noise—the relationship between noise exposure and noise annoyance in Norway. *Applied Acoustics*, 65: 893-912.
- Klæboe, R., Engelen, E., Steinnes, M., 2006. Context sensitive noise impact mapping. *Applied Acoustics*, 67: 620-642.

- Lee, S.W., Chang, S.I., Park, Y.M., 2008. Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea. *Applied Acoustics*, 69: 704-714.
- Liua, C., Fuertesa, E., Tieslera, C.M.T., Birka, M., Babische, W., Bauerf, C., Koletzkog, S., Bergh, A., Hoffmanni, B., Heinricha, J., GINI plus and LISA plus Study Groups, 2014. The associations between traffic-related air pollution and noise with blood pressure in children: Results from the GINIplus and LISApplus studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217: 499-505.
- Mehdi, M.R., Kim, M., Seong, J.C., Arsalan, M.H., 2011. Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi, Pakistan. *Environment International*, 37: 97-104.
- Merchan, C.I., Diaz-Balteiro, L., Solino, M., 2014. Noise pollution in national parks: Soundscape and economic valuation. *Landscape and Urban Planning*, 123: 1-9.
- Önder, S., Kocbeker, Z., 2012. Importance of the green belts to reduce noise pollution and determination of roadside noise reduction effectiveness of bushes in Konya, Turkey. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 6(6): 43-46.
- Öneş, E. R., 1990. İstanbul'da saptanan gürültü seviyeleri. İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu. Türkiye Çevre Koruma ve Yeşillendirme Kurumu, 367, İstanbul.
- Özer, S., Yılmaz, H., Yeşil, M., Yeşil, P., 2009. Evaluation of noise pollution caused by vehicles in the city of Tokat, Turkey. *Scientific Research and Essay*, 4(11): 1205-1212.
- Özer, S., Zengin, M., Yılmaz, H., 2014. Determination of the noise pollution on university (education) campuses: a case study of Atatürk University. *Ekoloji*, 23, 90: 49-54.
- Pathak, V., Tripathi, B.D., Mishra, V.K., 2008. Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place. *Atmospheric Environment*, 42 (2008): 3892-3898.
- Polat, H.H., Sümer, H., Demirok, H., Özarslan, E., Özer, C., Sümer, M., Tel, A., Tüfekçioğlu, E., 1994. Sivas'ta trafik gürültüsü. *Ekoloji*, 12: 8-11.
- Rahmani, S., Mousavi, S.M., Kamali, M.J., 2011. Modeling of road-traffic noise with the use of genetic algorithm. *Applied Soft Computing*, 11: 1008-1013.
- Silva, L.T., Mendes, J.F.G., 2012. City noise-air: an environmental quality index for cities. *Sustainable Cities and Society*, 4: 1-11.
- Sørensen, M., Lühdorf, P., Ketzler, M., Andersen, Z.J., Tjønneland, A., Overvad, K., Raaschou-Nielsen, O., 2014. Combined effects of road traffic noise and ambient air pollution in relation to risk for stroke? *Environmental Research*, 133: 49-55.
- Srivastava, S., 2012. Effects of noise pollution and its solution through eco-friendly control devices in the North East India. *Procedia Engineering*, 38: 172-176.
- Szeremeta, B., Zannin, P.H.T., 2009. Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. *Science of the Total Environment*, 407: 6143-9.
- Tsai, K.T., Lin, M.D., Chen, Y.H., 2009. Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. *Applied Acoustics*, 70: 964-972.
- Uslu, C., Yücel, M., 1997. Adana kentinde gürültü kirliliği üzerine bir araştırma. *Ekoloji*, 7 (25): 9-13.
- Williams, I.D., McCreae, I.S., 1995. Road traffic nuisance in residential and commercial areas. *Science of the Total Environment*, 169: 75-82.
- Yılmaz, H., Özer, S., 1997. Gürültü kirliliğinin peyzaj planlama yönünden değerlendirilmesi ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(3): 515-531.
- Yılmaz, H., Özer, S., 2005. Evaluation and analysis of environmental noise pollution in the city of Erzurum, Turkey. *International Journal of Environment and Pollution*, 23(4): 438-448.
- Yoshida, T., Osada, Y., Kawaguchi, T., Hoshiyama, Y., Yoshida, K., Yamamoto, K., 1997. Effects of road traffic noise on inhabitants of Tokyo. *Journal of Sound and Vibration*, 205(4): 517-522.
- Zannin, P.H.T., Ferreira, A.M.C., Szeremeta, B., 2006. Evaluation of noise pollution in urban parks. *Environmental Monitoring Assessment*, 118: 423-33.
- Zannin, P.H.T., Sant'Ana, D.Q., 2011. Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project—A case study in Brazil. *Applied Acoustics*, 72: 479-486.

Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı: Kavramsal çerçeve

Mehmet Eker^{a,*}, Davut Özer^a

Özet: Ormanlar konusunda toplumların algıları, beklentileri ve tutumları zamanla değişim göstermekte ve bu durum; insanları, ormanların ve orman kaynaklarının yönetiminde yeni planlama ve uygulama yaklaşımlarına yöneltilmektedir. Bu bağlamda, teknoloji kullanımının yaygın etkisine ve artan çevre koruma bilincine bağlı olarak ortaya çıkan olgulardan birisi de hassas ormancılıktır. Bu çalışmada hassas ormancılık terminolojisinin açıklanması, içeriğinin tanıtılması ve kullanılan teknolojilerin avantajlarının ve dezavantajlarının irdelenmesi amaçlanmıştır. Böylece ormancılık literatürüne yerleşmesi beklenen hassas ormancılık (precision forestry) terimine ilişkin muhtemel kavram kargaşasının önlenmesi ve bu yöndeki anlayış farklılıklarının giderilmesine çalışılmıştır. Planlama ve uygulamada hassas ormancılık yaklaşımını konu edinen çalışmalar analiz edilmiş ve iyi uygulama örnekleri incelenmiştir. Hassas ormancılık kavramının ağırlıklı olarak veri hassasiyeti üzerine odaklandığı, olabildiğince uygulama alanına özgün konumsal ve öznitelik verilerin kullanılmasını esas aldığı ve bu ölçekte çevreye duyarlı ormancılık operasyonlarının uygulanabilmesi için ileri teknoloji kullanımını dikte ettiği sonucuna erişilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hassas ormancılık, Odun üretim işleri, İyi ormancılık uygulamaları, Teknoloji, Çevre koruma

Precision forestry in forest harvesting: Conceptual framework

Abstract: The perception, expectations and attitudes of the public about forests and forestry vary over time. In this case people are led to new approaches in the planning and implementation process of forests and forest resources. In this context, one of the effects of the widespread use of technology and the resulting approach is based on the increasing environmental awareness are also precision forestry. In this study, it was aimed to disclosure of precision forestry terminology, to introduce of content and technology used, and to evaluate the advantages and disadvantages. Precision forestry, the term is expected to resettle in Turkish forestry literature, to avoid the potential confusion of concepts and a term related to elimination of differences of understanding in this regard was ensured. For this purpose, the studies relevant to precision forestry in planning and implementation were analyzed and best practices were examined. It was resulted that the concept of precision forestry was mainly focused on data accuracy, it was based on site specific spatial and attribute data, and it dictated to use of advanced technology for environmentally sound forest operations.

Keywords: Precision forestry, Timber harvesting, Best forestry practices, Technology, Environmental protection

1. Giriş

Ormanların insan, ekosistem ve evren için artan önemi, ormanların dünya üzerindeki konumuna, büyüklüğüne, yapısına ve fonksiyonlarına bağlı olarak toplumların teorik ve pratik ormancılık anlayışını değiştirmektedir. Bu değişim koruma-kullanma-geliştirme ekseninde; amaç-strateji-politikaların, kanunlar-kurallar dizininin, planlama esaslarının ve uygulama teknolojilerinin değişmesine neden olmakta ve sonuçta kümülatif olarak ormancılık (uygulamaları) anlayışı da değişmekte ve göreceli olarak gelişmektedir. Bu gelişim, ormanların geleceğine yönelik bakış açısının genişlemesine; planlama ve uygulamalar için alınacak kararların isabet ve tutarlılık oranının artırılmasına bağlı olarak katma değer sunmaktadır. Bu katma değer oluşumunda ve artırılmasında, ormancılığın her alanına nüfuz eden ve sürekli olarak gelişim gösteren teknoloji, aktif rolü üstlenmektedir.

Verimli ormancılık yönetimi, tüm ormancılık operasyonlarının doğru şekilde planlanması, yürütülmesi ve kontrolünün bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır

(Kovacsova ve Antalova, 2010). Bu nedenle, doğal kaynakların planlanması ve yönetiminde uygulanan çeşitli iyileştirme strateji ve taktikleri, ormancılık alanına da aktarılmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda, hassas tarım (precision agriculture) kavramı da, orman mühendisliği yönetimi ve uygulamaları alanına "hassas ormancılık (precision forestry)" kavramı adıyla sokularak çeşitli içeriklerle uygulanmaya çalışılmaktadır. Hassas tarım kavramı atıkların azaltılması, karlılığın artırılması ve çevre kalitesinin korunması için gübre, zirai ilaç vb. sahaya özgün üretim girdilerinin yönetimi olarak tanımlanmaktadır. Hassas veya alana özgün tarım teknikleri; gübreleme, ürün miktarı ve kalitesindeki değişimler ve üretim alanlarına ait farklı coğrafi bilgileri de içeren konumsal veri tabanı üzerine odaklanmaktadır (Omasa vd., 2006; IUFRO, 2015).

Bu bağlamda, hassas ormancılık terimi, Washington Üniversitesi'nde 1999 yılında kurulan Hassas Ormancılık Kooperatifi (Precision Forestry Cooperative/PFC) tarafından düzenlenen bir sempozyumla (Birinci Hassas Ormancılık Kooperatifi Sempozyumu) ormancılık alanında

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

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mehmeteker@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 13.07.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.09.2015



Citation (Atf): Eker, M., Özer, D., 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı: Kavramsal çerçeve. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 183-194.

DOI: [10.18182/tjf.69279](https://doi.org/10.18182/tjf.69279)

yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Eker ve Özer, 2015).

Türkiye’ de hassas ormancılık terimi, III. Orman İnşaatı-Transportu ve Teknolojileri Çalıştayı’nda, IV. çalıştayın “hassas ormancılık” temasını taşıyan ulusal bir sempozyumla birlikte düzenlenmesine ilişkin alınan kararla yaygınlık kazanmaya başlamıştır (OİTTP, 2015). Bununla birlikte Gülci (2014) tarafından gerçekleştirilen “Üretim Planlamasında Hassas Ormancılık Üzerine Araştırmalar” adlı doktora tezinde de hassas ormancılık terimi kullanılmıştır. Nitekim 2015 yılı haziran ayında Çankırı Karatekin Üniversitesi ve Kastamonu Üniversitesi ortaklığıyla IV. Orman İnşaatı-Transportu ve Teknolojileri Çalıştayı ve Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu düzenlenmiş ve hassas ormancılık konusu, bu sempozyumda farklı bileşenleri ile ele alınmış ve ormancılık bilimi ve uygulamaları alanında söz edilir duruma gelmiştir.

Ancak bu kavramın tanımlanması, içeriğinin ve sınırlarının belirlenmesi, kullanılan araç-gereç ve teknolojinin tarif edilmesi ve de benzer kavramlarla ilişkisinin ve farklılığının ortaya konulması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çünkü Ülkemizde ormancılık planlama ve uygulamalarında, hem anlayış değişikliğine hem de teknolojiye sahip olma ve onu kullanma kapasitesine bağlı olarak çeşitli değişimler yaşanmaktadır. Bilimsel çalışmalarda öncelikli olmak üzere, çeşitli ormancılık uygulamalarında hem ekosistemi korumaya yönelik hassas davranılmaya hem de kararları desteklemeye yönelik hassas, tutarlı ve doğru verilerden yararlanılmaya çalışılmaktadır. Bununla birlikte koruma önceliğinin ön planda olduğu hassas ekosistemlere sahip alanlarda-ormanlarda gerçekleştirilecek uygulamalara ilişkin duyarlı mühendislik çözümleri ve uygulamaları geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu bakımdan kavram kargaşasının giderilmesi ve bu yaklaşımın ilkelerinin ve araçlarının tarif edilmesinin isabetli olacağı düşünüldükçe bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

2. Hassas ormancılık

2.1. Hassas ormancılığın tanımı

Hassas ormancılık; İngilizce “precision forestry” ifadesinin Türkçe’ ye çevrilmesiyle ortaya çıkmış bir terimdir. Burada “Precision”, kelimesi; hassasiyet, duyarlılık, kesinlik, doğruluk, tamlık, tekrarlanabilir anlamlarına gelmekte olup (Anonim, 2015) hassas, tam, kesin, titiz, titizlikle yapılmış, çok dikkatli, dakik anlamlarını taşıyan “precise” kök kelimesinden türetilmiştir (Renkliydırım, 1995; Anonim, 2015).

“Hassas” terimi; duyum ve duyguları algılayan, duyarlı, çabuk etkilenen, yapımı ve bakımı özen isteyen, aksamadan çok doğru çalışan, kesin ölçüler gerektiren anlamına gelmektedir (TDK, 2015).“Hassas” kelimesi; ormancılık uygulamalarında yüksek derecede mekanizasyonun ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknolojilerinin kullanılması olarak da ifade edilebilmektedir (Zhang vd., 2014).

Hassas Ormancılık Kooperatifi, hassas ormancılığı; ormancılık sektöründe değer zincirini oluşturmak için boş bir alanın piyasaya ürün satılabilecek bir ormana dönüşümünü sağlamak amacıyla alana özgün ekonomik, ekolojik ve sürdürülebilir kararların alınmasında ileri teknoloji algılayıcılar ve analitik araçların kullanılması olarak tanımlamıştır (PFS, 2001; Folegatti, 2010).

Bare (2001), hassas ormancılığı, su kaynaklarını ve su kalitesini, yaban hayatı habitatlarını ve diğer çeşitli kaynakları korurken tekrarlanabilir ölçümlere izin veren alana (sahaya) özgün kararların verilmesine yardımcı olmak için çok detaylı veriden yararlanılması olarak tanımlamıştır.

Avrupa’ya özgün hassas ormancılık yaklaşımı, ormancılığa ilişkin temel ilkeleri ve bir bağlantı görevi üstlenen sayısallaştırılmış bilgileri kullanan bütünlük bir sistem içinde farklı teknolojik araçları entegre eden bir yaklaşım olarak tarif edilmektedir (Becker, 2001).

Hassas ormancılık terimi, farklı kişilere göre farklı anlamlar kazanmaktadır. Genetikçiler, hassas ormancılık terimini; büyümeyi maksimize etmek için ağaç türünün genetiğinin yetiştirme ortamıyla tam olarak eşleşmesi olarak tarif etmekteyken, endüstriyel ormancılar; piyasa ihtiyaçlarını tam olarak karşılayacak tutarlı bir yönetim olarak tanımlamaktadırlar. Korumacılar ise; bir ormanın çevresel faydalarını optimize etmek için hassas bir yönetim olarak tanımlamaktadırlar. Yaygın görüşe göre hassas ormancılık, ormancılık sektöründe alana özgün, ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir kararların verilmesini desteklemek için ileri teknoloji ürünü algılayıcıların ve analitik araçların kullanılması, anlamına gelmektedir (Dyck, 2003).

Hassas ormancılık, orman ürünlerinin kalitesini, faydalanmayı ve karlılığı arttırmak, atıkları ve çevresel etkileri azaltmak için sahaya özgün ormancılık uygulamalarını planlamak ve yönetmek olarak tanımlanabilmektedir (Taylor vd., 2006).

Hassas ormancılık, günümüzde yüksek seviyeli uygulamalara sahip bir disiplin olan hassas tarım uygulamalarından esinlenmektedir (Sowa, 2012). Konuya ilişkin literatür, hassas ormancılığı; karar destek sistemlerinin (KDS) oluşturulması için ölçme ve değerlendirmelerde bilgi teknolojisi araçlarını kullanan bir disiplin olarak ifade etmektedir (Gallo ve Mazzetto, 2013). Bununla birlikte, hassas ormancılık; envanter, silvikültür ve üretim operasyonlarında yeni yöntemler kullanarak karar vermeye olanak sağlamak için yeni teknolojilere yönelmek (Pelletier vd., 2014), olarak da tarif edilebilmiştir.

Hassas ormancılık, doğal-biyolojik ve çevresel kaynaklara (toprak özellikleri, topoğrafya, mikroiklim, böcek ve mantar hastalıkları, vb.) dayalı konumsal ve zamansal değişkenlerin analiz edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Bu analizlerle elde edilecek bilgi, alana özgün operasyonların kaynak girdilerini minimize etmek, çevresel etkileri azaltmak ve çıktıları maksimize etmek için kullanılmaktadır (Zhang vd., 2014).

Hassas ormancılık yaklaşımı; ormanların bugünün ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilmesi açısından, ormancılık çalışmalarında ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir kararlar alınabilmesi için modern teknikler ve teknolojik araçlar kullanarak orman kaynaklarından optimum verimin sağlanması ve çevre zararlarının en aza indirilmesinin amaçlanması şeklinde tarif edilebilmiştir (Gülci, 2014).

Hassas ormancılık teriminin çeşitli tanımlarının özeti; ormanların hassas şekilde yönetilmesi ve korunması için bilimsel yöntemlerin ve uygulamaların kullanılmasını ifade etmektedir. Ancak bu genelleme hassas ormancılığı tanımlamak ve tarif etmek için yeterli olmamaktadır. Hassas ormancılık, ormancılık sektörü için yeni terim olmasına rağmen, gelişen teknolojinin kullanıldığı hassas ormancılığın, ormancılıkta uygulanabilirliğini

değerlendirmekte olan çeşitli araştırmalar halihazırda yürütülmektedir (Weaver, 2014).

2.2. Hassas ormancılığın amaçları

Hassas Ormancılık Kooperatifi (PFC), hassas ormancılığın amacını; daha tutarlı planlamanın, uygulamanın ve denetimin yapılmasına izin verecek şekilde, ormana ve ormancılık operasyonlarına ilişkin toplanan ve analiz edilen verinin doğruluğunu-kesinliğini-hassasiyetini arttırmak amacıyla araçlar ve süreçler geliştirmek olarak ifade etmiştir (PFS, 2001). Becker (2001), hassas ormancılığa; orman amenajmanı ve orman ürünleri üretimi için gerekli olan veri ve bilginin hassas şekilde elde edilmesini ve bu bilginin, bilgi teknolojileri ve uzman yöntemler kullanılarak konuma bağlı (konumsal bilgi) hale getirilmesinin amaçlandığını, belirtmiştir.

Akay (2015), hassas ormancılık yaklaşımının; ormancılık çalışmalarında ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir kararlar alınabilmesi için modern teknikler ve teknolojik araçlar kullanarak orman kaynaklarından optimum verim sağlamayı ve çevre zararlarını en aza indirmeyi amaçlamak olduğunu bildirmiştir.

Hassas ormancılığın amaçlarını;

- Farklı paydaşlar için sahaya özgün operasyonel verinin toplanmasını sağlamak
- Sahaya özgün ve tutarlı planlamalar yapılmasını sağlamak
- Ormancılık (üretim) operasyonlarının doğru yerde, doğru zamanda ve doğru teknolojiler (veri, bilgi, yöntem, teknik, araç) kullanılarak gerçekleştirilmesini sağlamak
- Ormancılık operasyonlarının çevre üzerindeki etkilerinin, çevreye duyarlı uygun teknolojiler kullanılarak azaltılmasını ve etkilerinin izlenmesini/kontrolünü sağlamak
- Ticari değeri yüksek kaliteli orman ürünlerinin üretilmesini sağlamak
- Ormanların korunmasını ve verimini arttırmak
- Orman kaynaklarından maksimum faydalanmayı sağlamak, şeklinde sıralamak ve özetlemek mümkündür.

2.3. Hassas ormancılığın gerekliliği

Toplumun ormanlara ve orman kaynaklarına olan talebi ve artan çevre koruma bilinci, ormanların yönetilmesi ve ormancılık operasyonlarının uygulanması açısından anlaşmazlıklara neden olmaktadır. Önemli belirsizliklerin ve birbirleriyle çelişen amaçların olduğu bir evrende, ormancılıkla ilgili sağlıklı ve isabetli kararların alınması oldukça zordur. Operasyonların uygulanacağı orman alanına özgün bilgilerin elde edilmesi profesyonel teknik elemanların varlığına (insan faktörüne) bağımlı kalmaktadır. Profesyonel işgücünün temini, maliyeti, istenilen zamanda ve yerde organize edilerek kullanılması, alana özgün veri ve bilginin hassasiyeti, önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu bakımdan güvenilir, hızlı ve doğru verinin sağlanmasına gereksinim vardır ve bu da kullanılan araçlar ve teknikleri itibarıyla hassas ormancılığın gerekliliğini işaret etmektedir (Sood, 2006) (Şekil 1).



Şekil 1. Hassas ormancılığı gerekli kılan unsurlar

Bir taraftan çevre koruma bilincinin ormancılık uygulamalarına dahil edilmesi yönündeki artan kamuoyu baskıları diğer taraftan odun hammaddesi talep eden piyasaların ekonomik baskıları, modern bilgi teknolojileriyle desteklenen küçük ölçekli ya da alana özgün planlama ve yönetim yaklaşımlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, ormanların kompleks yapısı hakkında kolay, kesin, tekrarlanabilir ve izlenebilir veriye ve bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ağaç türü ve genetiği, toprak, jeoloji, eğim, yükseklik, yağış, mikro-iklim ve diğer faktörler arasındaki etkileşimin daha iyi anlaşılması için hassas verinin elde edilmesine gereksinim vardır. Alana özgün verileri ve teknolojileri birleştiren hassas araçların kullanılması, bu gereksinimi giderebilecek potansiyele sahiptir. Ağaç bazında odun kalitesini de içerecek detayda veri toplama, manipüle etme ve konumsal veriyle entegre etme kapasitesine sahip araçları, hassas ormancılık çatısı altında toplamak mümkündür (Sood, 2006).

Hassas ormancılığın ortaya çıkışı ve kullanılması;

- Hassas veri elde edilmesi
- Yeni bilgilerin türetilmesi
- Paydaşlar arasında veri aktarımının ve bilgi iletişiminin sağlanması
- Orman kaynaklarının bütünlük şeklinde kavranması
- Girdilerin ve maliyetlerin kontrol edilmesi
- Orman kaynaklarının veriminin artırılması
- Uzaktan algılama, modelleme, optimizasyon, robotik, geomatik, vb. teknolojilerden ormancılık alanında bütünlük olarak faydalanabilmesi (Pelletier vd., 2014) gerekliliklerinden kaynaklanmaktadır.

2.4. Hassas ormancılığın ilkeleri

Hassas ormancılık ilkeleri; sürdürülebilir ormancılığın mevcut amaçlarını garanti altına almak ve karar verme sürecini iyileştirmek için mümkün olduğu ölçüde güvenilir

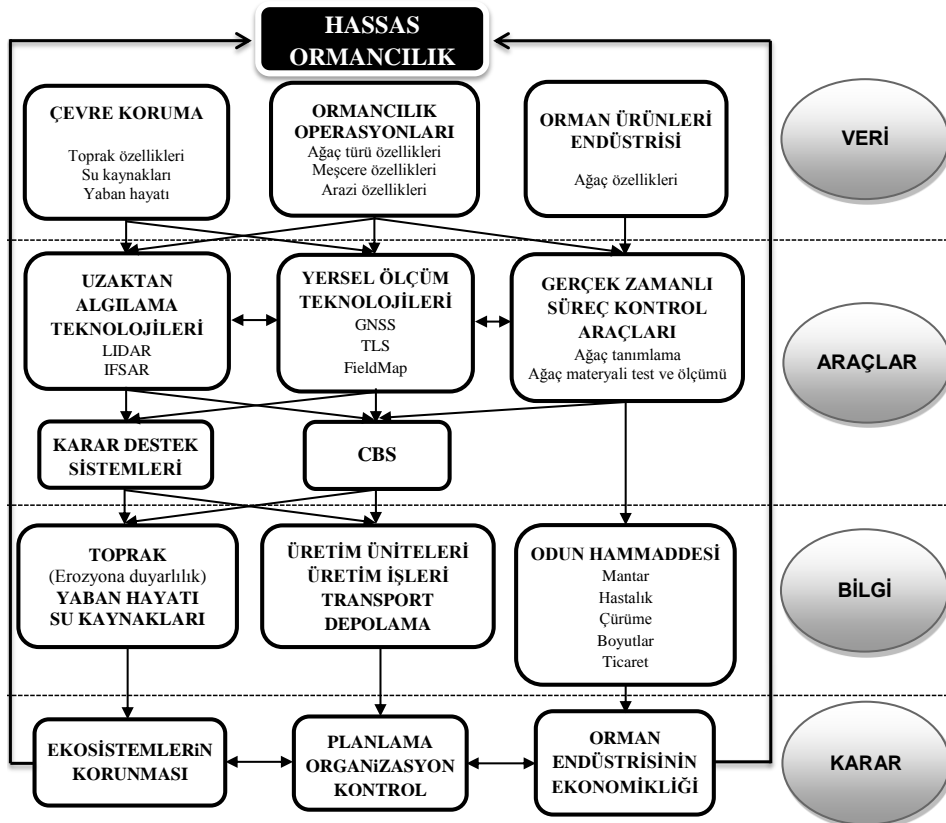
ve doğru verinin ve bilginin elde edilmesi için modern araçların ve teknolojilerin kullanılması esasına dayanmaktadır. Hassas ormancılık teriminin tanımından, amacından ve bileşenlerinden anlaşıldığı kadarıyla, hassas ormancılık ilkeleri, Taylor vd. (2006) ile Kovacsova ve Antalova (2010) tarafından şu şekilde sıralanmıştır:

- Orman kaynaklarının yönetimi, planlaması ve çeşitli operasyonların yürütülmesine yardımcı olmak için hassas veri ve konumsal bilgi elde etmeye yarayacak en uygun teknolojilerin/araçların (uzaktan algılama, yersel ölçüm veya gerçek zamanlı veri kayıt araçlarının) kullanılması,
- Meşcere, topoğrafya, çevre, işgücü, makineler ve sistemler hakkında coğrafik ve öznel verilerin sahaya özgün nitelikte ölçülerek, algılanarak, ilişkilendirilerek elde edilmesi,
- Doğru ve isabetli sonuçlar verebilecek hızlı ve hassas analiz araçlarının (CBS ve KDS) kullanılarak verilerin ilişkilendirilmesi, manipüle edilmesi ve bilgiye dönüştürülmesi,
- Doğru bilginin doğru yerde ve zamanında kullanılarak toplam faydayı ve tüm ormancılık bileşenlerini dikkate alarak isabetli ve optimize edilmiş kararlar alınmasını sağlamak için karar destek sistemlerinden yararlanarak uygulanabilir planlar oluşturulması,
- Orman ekosistemine verilen zararların en az olacağı ve maksimum değeri yaratacak şekilde, tedarik zinciri operasyonlarının (üretim, yol yapımı, vb.), hassas teknolojilerle gerçekleştirilmesi,
- Sürekli görüntüleme ve izlemeye yarayacak ölçme araçları ve algılayıcılarla uygulamaların kontrol edilmesi ve denetlenmesidir.

2.5. Hassas ormancılığın bileşenleri ve uygulama araçları

Hassas ormancılık yaklaşımının bazı anahtar bileşenleri bulunmaktadır (Şekil 2). Hassas ormancılığın birincil bileşeni, alana özgün amenajman planlaması, yönetimi veya silvikültürel operasyonların gerçekleştirilmesine yardım etmek için bir araç olarak CBS, GPS, uzaktan algılama, LIDAR, vb. konumsal (bilgi) teknolojilerinin kullanılmasıdır (1- Araçlar).

Hassas ormancılığın ikinci bileşeni, yönetime ve operasyonel kararların alınmasına yardımcı olmak için bilgi sisteminin geliştirilmesi ve kullanılmasıdır. Bu bilgi sistemi, ürünün yetiştirilmesi ve hasılatı, ürün kalitesi, zaman ve mekan boyutuyla çevresel koşullara ilişkin veriyi içermektedir. Buradan elde edilen bilginin en kritik önemi; daha önceden düzenlenmiş artım-büyüme ilişkisine ait tablolar, her operasyon sonucunda elde edilen bu veri-bilgiden yararlanarak güncellenmesi ve bir sonraki amenajman stratejilerinin değiştirilmesine yardımcı olmasıdır (2-Veritabanı-Bilgi sistemi). Hassas ormancılığın son bileşeni ise en uygun yönetim-uygulama birimlerinin belirlenmesidir. Başlangıç olarak meşcere tipleri haritası, arazi topoğrafik bilgisi, toprak haritaları, yaban hayatı bilgileri, vb. bilgilerinin temin edilmesi ve kullanılmasını içermektedir. Ancak bu veri ve bilgi aynı zamanda hasılat haritalarını ve ürün kalitesini de kapsayacak şekildedir. Böylece amenajman planlama biriminin boyutu bir kere belirlenince, üzerinde odaklanılan operasyonel kararlar alana özgün şekilde alınabilmektedir (3-Alana özgün kararlar) (Taylor vd., 2002; 2006).



Şekil 2. Hassas ormancılık bileşenleri ve araçları (Kovacsova ve Antalova, 2010)

Hassas ormancılığın anahtar disiplinlerini; uzaktan algılama, modelleme, analitik araçlar ve robotik teknolojisi olarak sıralamak mümkündür (Pelletier vd., 2014). Hassas ormancılığın en önemli tarafı, yeni ve modern teknolojilerin kullanılması üzerine odaklanmasıdır. Hassas teknolojiler, bilgi destekli yönetim (amenajman) uygulamalarını veya bilimsel keşifleri desteklemek için yüksek çözünürlüklü konumsal ve zamansal görüntülerin çok kaynaklı verilerini ölçmek, analiz etmek, yönetmek ve kaydetmek için kullanılan araçlar, yöntemler ve bilgi teknolojileridir (Kovacsova ve Antalova, 2010).

Modern teknolojinin en iyi bilinen ve en sık kullanılan araçları, uzaktan algılama, navigasyon sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleridir. Bununla birlikte karar destek sistemleri, ağaç tanımlamaya yarayan araçlar ve de odun malzemesinin test edilmesi ve ölçülmesine yarayacak yeni araçlar da bu konudaki yeni eğilimlerdir. Ormancılık sektöründe bu yeni teknolojilere karşı büyük bir ilgi bulunmaktadır. Çünkü hassas ormancılık, mevcut kullanılmakta olan kaynaklardan daha doğru ve daha gerçekçi bilgiyi sağlayabilecek olanlarını kullanmaktadır (Kovacsova ve Antalova, 2010).

Hassas ormancılık, farklı şekilde kategorize edilen çeşitli araçları ve teknikleri kullanır. Ziesak (2006) bu teknikleri yedi sınıfta toplamıştır;

1. Ölçme araçları ve teknikleri (yersel lazer tarayıcı, seyrişer sistemleri, lazerli uzaklık ölçerler ve yersel ölçme ekipmanları, vb.)
2. Uzaktan algılama araç ve teknikleri (yerden, havadan ve uydudan algılama sistemleri)
3. Ölçme ve test etme için temassız bilgisayarlı tomografi sistemleri
4. Görüntüleme-radyo frekansı ile tanımlama (RFID) ve elektronik burun teknolojileri
5. Karar verme ve üretim planlaması araç ve teknikleri
6. CBS, karar destek sistemleri ve görselleştirme yazılımları
7. Bilgisayar donanımları

Bu araç ve tekniklerin bütünleştirildiği teknolojilerden, ilgilenilen veri ve bilginin hassasiyetinin ve kullanılabilirliğinin artırılması amacıyla faydalanılmaktadır. Örneğin; ormanların ve ormancılık faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesi için gerekli olacak haritaların oluşturulmasında; total station, elektronik takeometri ve arazi haritalayıcı gibi çeşitli yersel ölçme araçlarının desteğiyle fotogrametrik ölçmelerden de yararlanılmaktadır. Ancak orman kapallılığı altında yer alan arazi formlarının hassas şekilde haritalanabilmesi için yersel yöntemlerin tercih edilmesi gerekebilir. Bu durumda konumsal verinin hassasiyetini arttırmak için son derece hassas uydu bazlı radyo navigasyon sistemlerinden (GNSS/Küresel navigasyon uydu sistemi; Amerika' nın NAVSTAR, Rusya' nın GLONASS ve Avrupa' nın GALILEO uydu sistemlerinin desteğiyle çalışan uydu sistemi) yararlanılmaktadır (Tucek and Ligos, 2002). Pozisyon/konum belirlemeye yarayan GNSS, hassas ormancılıkta kullanılan araçlardan biridir. Koordinat verisi ile birlikte bu verinin senkronize edileceği zamana yönelik bilgilerin de sağlanmasını garanti eder (Gallo ve Mazzetto, 2013). GPS alıcılarının kullanıldığı bu sistemlerle elde edilen veriler CBS yazılımları ile ormanların tematik

haritalarının oluşturulmasından, üretim operasyonlarının, araçlarının ve ürün akışının takip edilmesine kadar birçok alanda hassas şekilde kullanılabilir (Veal vd., 2001; Taylor vd., 2001; Bu bakımdan hassas ormancılığın en önemli araçları GPS ve CBS teknolojileri üzerinde odaklanmaktadır (Folegatti, 2010).

2.6. Hassas ormancılığın dayanak noktaları

Ormancılık faaliyetlerinin planlanması, yürütülmesi, organizasyonu ve kontrolünde; hassas ormancılık yaklaşımının izlenip izlenmediğini aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirmek mümkün olabilir. Bunlar;

- Hassas veri (veri hassasiyeti)
- Çevre koruma hassasiyeti
- Sahaya özgün veri ve uygulamalar
- Hassas teknolojiler, şeklinde özetlenebilir.

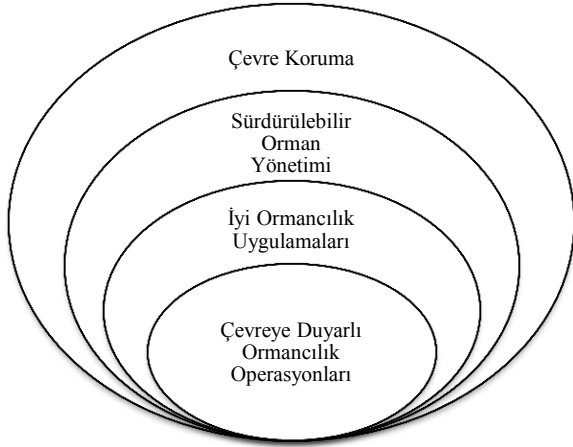
2.6.1. Hassas veri (Veri hassasiyeti)

Ormancılık operasyonlarında gereksinim duyulan hassas veriler;

- ✓ Planlama ve organizasyon verileri (Uzaktan algılama, GPS, yersel lazer, vb. araçlarla elde edilen envantere yönelik coğrafi (konumsal) verilerdir)
- ✓ Yönetimsel ve operasyonel veriler (operasyonlara ait hassas veri; GPS, algılama sistemleri, tarayıcılar, vb. araçlarla elde edilen konuma bağlı üretim miktarı, ürün tipleri, ürün kalitesi, transport rotaları, operasyon süresi, vb. konulara ilişkin hassas verilerdir)
- ✓ Kontrol-izleme verileri (Süreç yönetimine, ürün akışına ve çevre korumaya ait hassas veri; GPS, uydu görüntüleri, İHA vb. araçlarla elde edilen, ürün akışının ve operasyonların durumunun kontrol edildiği; çevresel etkilerin anlık olarak gözlemlenmesi ve ölçülmesine ilişkin veriler)

2.6.2. Çevre koruma hassasiyeti

Hassas ormancılık bağlamında ormanlara uygulanacak her türlü müdahalenin; ormanların sürekliliği, orman kaynaklarından faydalanmanın sürdürülebilirliği, toprak ve su kaynaklarının korunması, erozyonun önlenmesi, yaban hayatı habitatlarının ve doğal peyzajın muhafazası, vb. açıdan çevreye duyarlı (hassas) şekilde planlanması ve uygulanması gereklidir (Şekil 3).



Şekil 3. Hassas ormancılık yaklaşımında çevre koruma hassasiyetinin kapsamı

Odun üretim operasyonları sırasında sürdürülebilir orman yönetimi açısından çevre zararlarının minimize edilmesi için “etkileri azaltılmış üretim operasyonu (Reduced Impact Logging/RIL)” veya “etkisi düşük üretim operasyonu (Low-Impact Logging)” teknikleri geliştirilmiştir (FAO, 2004). Bu tekniklerinin uygulanmasının operasyonel ölçekte herhangi bir zorluk oluşturmadığı, maliyetleri arttırmadığı; planlama-yönetme ve kontrol mekanizmaları ile olası maliyetlerin azaltılabildiği ve böylece üretim operasyonlarından kaynaklanacak zararların da azaltılabildiği belirtilmektedir (Holmes vd., 2002). Bu konudaki teknik rehberler;

- Üretim öncesinde operasyonel envanter yapılmasını ve kesilecek ağaçların haritalanması
- Üretim öncesinde, orman yollarının, sürütme yollarının ve şeritlerinin, rampa yerlerinin; toprak bozulmasını azaltmak, dere yataklarını korumak ve akarsu geçişlerinde oluşabilecek etkileri azaltmak için özel şekilde planlanması
- Uygun kesim ve bölmeden çıkarma tekniklerinin belirlenmesi ve uygulandırılması
- Daha önceden planlanmış yolların ve rampa yerlerinin çevreye duyarlı mühendislik teknikleri ile inşa edilmesi
- Bölmeden çıkarma yöntemlerinde kullanılan araçların, daha önceden belirlenmiş rotalar haricinde çalışmasının engellenmesi
- Üretim sonrası, üretim sahasının, iş kalitesinin ve ürünlerin kontrol edilmesi, vb. konuları kapsamaktadır.

Çevreye duyarlı (ormancılık) üretim operasyonları (environmentally sound forest harvesting/operations) veya çevreye dost üretim operasyonları (environmentally friendly forest harvesting); sürdürülebilir ormancılık operasyonları kapsamında ele alınan bir diğer yaklaşımdır. Hassas ormancılığın dayanaklarından birini oluşturan çevre koruma hassasiyeti açısından çevreye duyarlı üretim operasyonları için anahtar gereklilik; bu tür uygulamaları kavrayabilecek ve uygulayabilecek iyi bir planlama, kalifiye işçiler, profesyonel orman mühendisleri ve uygun teknolojilerin varlığına dayanmaktadır (Long, 2006).

Bununla birlikte, ormancılıkta en iyi yönetim uygulaması (forestry best management practice/BMP) veya diğer ifadeyle iyi uygulama rehberi (good practice

guideline/GPG), odun hammaddesi üretimi sırasında ve sonrasında çevre kalitesini korumak için kullanılan operasyonel tekniklerdir. Çevre koruma ağırlıklı önlemlerin bir kural ya da uygulama rehberi haline dönüştürülmesi için geliştirilen uygulama kodları/standartları (code of practice) da çevresel etkileri azaltıcı çeşitli tavsiyeleri içermektedir (Dykstra ve Heinrich, 1996; Shaffer vd., 1998).

2.6.3. Sahaya özgün veri ve uygulamalar

Hassas ormancılık, yapıtaşları itibarıyla değerlendirildiğinde, en belirgin ortak konu, sahaya özgün uygulamalar hususuna yapılan vurgudur. Ormancılık (üretim) operasyonlarının daha küçük işletme alanları olan kesim blokları ölçeğinde gerçekleştirilmesi, yani planlama, yönetme-yürütme, izleme ve denetlemenin daha küçük uygulama alanlarında gerçekleştirilmesi esas alınmaktadır. Bu durumda hassasiyet, planlama sırasında alınan kararların tutarlılığını-isabetini arttırmak ve uygulamalarda da verimi yükseltmek için verinin doğruluğu-kesinliği ve güncelliği üzerinde odaklanmaktadır (Taylor vd., 2006). Geniş sahalardan ziyade, sınırlı sahalar ölçeğinde veri toplanması, üst planlarla entegre edilebilecek şekilde planların yapılması, sahanın fiziksel (meşcere özellikleri, topoğrafik özellikler, toprak sınıfları, drenaj ağı, vb.) ve idari (sınırlar, mülkiyet, alan fonksiyonları, vb.) özelliklerinin belirlenmesi daha kolay olabilmektedir.

2.6.4. Teknoloji

Üretim operasyonlarında, hassas ormancılık anlayışının uygulanması kapsamında hem sahaya özgün hassas verinin temini hem de çevre hassasiyetinin gözetilmesinin keşim noktası «gelişmiş (hassas) teknoloji» üzerinde odaklanmaktadır. Hassas ormancılıkta, çeşitli amaçlar için veri elde etme yanında ormancılık faaliyetinin çevre hassasiyeti ile birlikte ekonomik ve sosyal yönlü amaçlar ekseninde gerçekleştirilebilmesi için ileri uygulama teknolojilerine gereksinim vardır. Nitekim ormancılık operasyonlarında kullanılan teknoloji sınıflandırıldığında; 19. yüzyıla (yy) kadar basit teknoloji, 19-20. yy’ da yarı mekanize ara teknoloji, 20-21. yy’ da makineli ileri teknoloji ve 21. yy’dan sonra da akıllı makinelerle yüksek teknolojinin kullanılmakta olduğu bilinmektedir.

Ormancılıkta üretim operasyonlarının uygulanmasına yönelik hassasiyeti, kullanılan teknolojiye bağlı olarak 4 aşamada sıralamak mümkündür, 1) Oduna el sürmeden üretim (motorlu testere teknolojisi), 2) Ormana ayak basmadan üretim (Üretim makineleri teknolojisi), 3) İnsansız ve uzaktan kumandalı araçlarla üretim (kumanda kolları ve/veya dokunmatik (teleoperation-telepresence-haptic) teknoloji), 4) Akıllı araçlarla-Robotlarla üretim.

Nitekim, gelinen son noktada, insanoğlu ormancılık operasyonlarının özellikle insansız akıllı araçlarla yürütülmesine doğru bir yönelim içindedir. “Orman zeminine ayak basmadan, ağaca el değmeden” ormancılık anlayışı yerini, “insansız araçlarla ve kumanda kollarıyla” ormancılık operasyonları eğilimine bırakmıştır. Bu kapsamda (farklı tipteki mekanizmalarla kontrol edilen) uzaktan kumandalı ormancılık operasyonları/teleoperasyon ve bir operatörün bir makineyi yeterli miktardaki algılayıcılarla sanki makineyi doğrudan kullanıyormuş gibi

uzaktan kumanda ederek kullanması anlamına gelen telepresence teknolojileri ortaya çıkmıştır (Cavalli, 2015).

2.7. Hassas ormancılığın olumlu yönleri

Hassas ormancılık ve bu kapsamda yararlanılan araçlar ve modern bilgi teknolojileri, ormancılık operasyonları arasında hızlı ve doğrudan iletişimi sağlayabilir. Bu, maliyetlerin azaltılmasına ve hem orman işletmeleri ve hem de orman endüstri kuruluşları için hasılatın artmasına yardımcı olur (Kovacsova ve Antalova, 2010).

Hassas ormancılık, alana özgün taktiksel ve operasyonel kararların desteklenmesi için yüksek çözünürlüklü verilerin elde edilmesini ve kullanılmasını dikte eder. Bu durum ormanların yetiştirilmesi ve orman ürünlerinin üretimi yanında, koruma zonlarının, yaban hayatı habitatlarının, orman peyzajının ve diğer çevresel kaynakların korunması ve iyileştirilmesi için sürekli tekrar eden ölçümlerin, uygulamaların ve süreçlerin yapılabilmesine izin verir. Hassas ormancılık; kaynak yöneticileri, çevre ile ilgilenen kuruluşlar ve işletmeciler gibi çeşitli paydaşlar arasında faydalı bilgi akışını sağlar. En ekonomik ve çevreye en duyarlı çıktılar elde edebilmek için sürdürülebilir ormancılık uygulamalarıyla ve piyasalar arasındaki bağlantıyı kurar (Bare, 2001).

Hassas ormancılık, yönetim ve uygulama birimlerini meşcere ölçeğinden/düzeyinden küçük gruplara-alanlara dönüştürmektedir. Bu gibi daha küçük uygulama birimlerindeki orman kaynaklarına yönelik yapılan planlar ve yürütülen işlemler, çok yönlü amaçların karşılanmasına ve daha yüksek fayda sağlamaya/ değer üretmeye yardımcı olur. Bu yönde, ormancılıkla ilgili orman envanteri, görüntüleme, modelleme, karar destek sistemleri ve simülasyon alanlarında çok sayıda bilgisayar destekli analiz aracından faydalanılabilir. Hassas ormancılık uygulamalarıyla, orman yapısının iyileştirilmesinde ve orman ürünlerinin çeşitlendirilmesinde daha büyük avantajlar sağlanabilir (Becker, 2001).

Alana özgün bilgiler, orman idareleri ve/veya müteahhitler tarafından sağlanan hizmetlerin ölçülmesi ve doğrulanması (kontrolü) için, planların ve uygulama kararlarının iyileştirilmesi için, sürdürülebilir ormancılık inisiyatif programlarında olduğu gibi sertifikasyon amacıyla kullanılabilir. Böylece ormancılık uygulamalarındaki gerçekleştirmeler, daha az emek sarf ederek modern teknolojinin kullanılmasıyla zaman ve mekan boyutuyla güvenilir şekilde ölçülebilir ve izlenebilir (Taylor vd., 2006). Örneğin, yüksek konumsal çözünürlüklü (ve anlık) uydu görüntülerinin ormancılık operasyonları için kullanılmaya başlanmasıyla, üretim faaliyetlerinin öncesindeki ve sonrasındaki orman yapısının izlenmesi, üretime konu ağaçların koordinatlı şekilde haritalanması (sanal damgalama), ürün stoklarının durumu, transport faaliyetleri için uygun rotaların tespiti, vb. birçok fayda sağlanabilmektedir (Sood, 2006). Operasyonel envanter ve planlamalar için gerekli olacak topoğrafik bilgi LİDAR teknolojileri ile elde edilebilmektedir (Aruga, 2003).

Bileşenleriyle birlikte hassas ormancılığın olumlu yönleri, aşağıda özetlenmiştir:

- ✓ Hassas-doğru-kesin-tekrarlanabilir veri temini sağlanabilir

- ✓ Uygun yöntemle gerekli verinin ilişkilendirilmesi ve analizi sağlanabilir
- ✓ Eş zamanlı ve düzenli konumsal bilgi akışı sağlanabilir
- ✓ Bilgi-iletişim maliyetlerinin minimizasyonu sağlanabilir
- ✓ Entansif planlamalar ve sahaya özel tutarlı planlar oluşturulabilir
- ✓ Teknoloji destekli rasyonel uygulamalar gerçekleştirilebilir
- ✓ Geri bildirimli kontrol ve izlemeler yapılabilir
- ✓ Çevresel etkilerin azaltılması ve çevrenin korunması sağlanabilir
- ✓ Kaliteli ürünlerin elde edilmesi sağlanabilir.

2.8. Hassas ormancılığın olumsuz yönleri

Hassas ormancılığın araçlarıyla ilgili bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Hassas ormancılık kendine özgün bir yapısal standarda sahip değildir ve ormancılıkta kullanılan araçlar her yerde, her işletmede standart değildir. Hassas ormancılık kapsamında kullanılacak her araç, orman kaynaklarının yalnızca nicel değil aynı zamanda nitel yönünü de ilgilendiren daha hassas bilginin elde edilebilmesi için birbirleriyle uyumlandırılması gereklidir. Bu uyumun sağlanması için araçların marka, model, yazılım, kayıt sistemi vb. açıdan eşleştirilmesi ise önemli bir problemdir (Kovacsova ve Antalova, 2010).

Diğer bir dezavantaj ise hassas ormancılık için kullanılacak araçların satın alma ve işletim maliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkan, verinin elde edilme fiyatıdır. Hassas ormancılık araçları çeşitli donanım ve yazılımları gerektirmektedir. Bunların satın alınması ve kullanılması yüksek maliyetleri gerektirdiğinden, her yerde ya da her işletmede bu yazılım ve donanım desteğinden yararlanılamayabilir.

Bununla birlikte, bilgi, ormancılık sektöründe diğer üretim faktörleri kadar önemli bir bileşen haline gelmiştir. Çünkü planlama, uygulama ve kontrol süreçlerinin tümünde hassas veri ve bilgiye ihtiyaç vardır. Bu noktada da verinin/bilginin kalitesi, doğruluğu, hassasiyeti, kesinliği, tamlığı, ilişkiselliği, gibi konularda problemler oluşabilmektedir.

Hassas ormancılığın olumsuz yönlerini aşağıdaki şekliyle özetlemek mümkündür:

- ✓ Kendine özgün yapısal bir standardı yoktur.
- ✓ İleri ve/veya yüksek teknoloji (kullanımına) endekslidir.
- ✓ Teknoloji yada yazılım-donanım maliyetleri yüksektir.
- ✓ Araçların ve tekniklerin birbirleriyle uyumsuzluğu söz konusu olabilir.
- ✓ Kalifiye yönetici, planlayıcı, operatör, vb. uzmanlaşmış işgücü gerektirmektedir.

3. İrdeme

3.1. Kavramsal açıdan

Hassas ormancılık terimi, kişisel yorumlar ve anlayışlara bağlı olarak yapılan çeşitli tanımlardan dolayı, tartışmalı bir konudur. Hassas ormancılık teriminin kendine özgün, belirgin bir tanımına rastlanmamıştır. Ancak bu kavramın ilkelerinin temelde aynı olduğu ifade edilmektedir (Kovacsova and Antalova, 2010). Hassas ormancılık kavramı, hassas tarım kavramına bağlı olarak türetilmiş olup

amaç ve araçlar itibarıyla aynı olmasına rağmen ilgilenilen obje; planlama, uygulama yöntemleri ve süreçler bakımından farklılıklar göstermektedir.

Hassas ormancılık kavramını; "ormancılık sektörünün desteklenmesi kapsamında, değer zincirinin artırılması amacıyla alana özgün, ekonomik, ekolojik ve sürdürülebilir eksenli kararların alınması ve uygulanmasında, doğru ve hassas verilerin elde edilmesini sağlayacak yüksek teknoloji ürünü algılayıcıların ve analitik araçların kullanılması prensibine dayanan ormancılık yaklaşımı/anlayışı/teorisi ve aktiviteleridir" şeklinde tanımlamak mümkündür.

Üretim operasyonları ölçeğinde, hassas ormancılık kavramı; üretim faaliyetlerinde en yüksek toplam faydanın sağlanması için planlama-karar verme, uygulama ve kontrol süreçlerinde gerekli olacak sahaya özgün (meşcere veya üretim blokları ölçeğindeki) verinin en hassas şekilde ve mümkün olduğu kadar gerçeğe yakın ve de güvenilir ölçekte temin edilmesi, operasyonların teknik, ekonomik, ekolojik ve sosyal gereksinimleri en yüksek seviyede karşılayacak şekilde yürütülmesini ve de tüm olumsuz etkilerin nispeten azaltılmasını sağlayacak modern araç ve teknolojilerin kullanımı olarak da tarif edilebilir.

3.2. Veri hassasiyeti açısından

Hassas ormancılık yaklaşımında, yürütülecek ormancılık faaliyetleri için gerekli olacak verinin ve bilginin niteliği ve niceliğinin ne olacağı sorusu ile karşı karşıya kalınmaktadır. Hassas ormancılık konusunda yapılan çalışmaların çoğunluğunda, ormancılık alanıyla ilgili veri ve bilgi üretmek ve bu bilgiyi yaymak için yeni ve farklı yaklaşımların ortaya konulduğu görülmektedir. Bu bakımdan da hassas ormancılık anlayışının veri hassasiyeti üzerine odaklandığını söylemek mümkündür. Nitekim hassas ormancılık sempozyumlarının (I.-VI. uluslararası ormancılık sempozyumları) içeriklerine bakıldığında, genel olarak; uzaktan algılama, ağaçların algılanması ölçülmesi ve işaretlenmesi, mekanizasyon, görüntüleme-izleme ve yol planlama, transport lojistik teknolojileri, operasyonel takip ve izleme teknolojilerinin geliştirilmesi, ormancılık operasyonlarında karar destek sistemlerinin geliştirilmesi, vb. temaları ele alınmıştır. Bu sempozyumlarda da görüldüğü üzere, ormancılık operasyonlarında, çevreye duyarlı hassas davranışlarla gerçekleştirilecek uygulamalardan ziyade planlama, yönetim ve denetim için gerekli olacak verinin ve bilginin hassasiyeti üzerine odaklanılmıştır.

Ancak ormanın gelecekteki gelişimi veya değişimine bağlı olarak ormancılık, bir belirsizlik problemiyle karşı karşıyadır. Özellikle planlama ve alınan kararların tutarlılığı açısından bu durum, ormanlar ve orman kaynakları hakkında yüksek kalitede ve daha anlaşılabilir bilgiye duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Kaliteli bilginin sağlanması ise kaliteli verinin elde edilmesi ve doğru şekilde analiz edilmesiyle mümkün olmaktadır. Verinin ve bilginin kalitesini gösteren ölçütler Katsch (2006) tarafından; doğruluk, kesinlik, hatasızlık, hassasiyet, güvenilirlik, ilişkisellik, güncellik, bütünlük-eksiksizlik ve sunulabilirlik olarak tarif edilmiştir. Ormancılıkta üretim operasyonlarında, bu ölçütlere uygun verinin elde edilmesi, işlenmesi ve karar destek sistemlerinde kullanılması, hassas ormancılık uygulamalarının kapsamını oluşturmaktadır.

3.3. Kullanılan araçlar ve teknoloji açısından

Hassas ormancılık yaklaşımının durağan bir yapıdan oluşmadığını, teknoloji ağırlıklı dinamik bir yapıya sahip olduğunu söylemek mümkündür. Ancak Farnum (2001), ormancılığın sosyal ve bilimsel yönlerini dikkate almadığı müddetçe, teknoloji hassasiyetinin önemsiz olduğunu savunmaktadır. Bilimsel yön, yeni teknolojinin test edilmesi için hassas bir deneysel düzenin uygulanmasını içerirken; sosyal yön, sürdürülebilir ormancılığı, mal ve hizmet üretimini ve ekolojik değerlerin korunmasını içermektedir (Weaver, 2014). Buna göre de hassas ormancılık, planlama-uygulama-denetleme aşamaları itibarıyla ormancılık operasyonlarının teknik olarak uygulanabilir, ekonomik olarak etkili, sosyal ve ekolojik olarak kabul edilebilir olmasını sağlayacak ilkeler bütünlüğü olarak tarif edilebilir.

Hassas ormancılık; daha verimli ve daha hassas ormancılık üretim operasyonları için gerekli olacak araçların geliştirilmesine ve uygulanmasına dayanır. Bu araçlar; orman envanterinin yapılmasına yönelik ölçüm araçları, simülasyon yazılımları ve araçları ile uzaktan kumandalı otonom makinelerden, vb. oluşmaktadır. Bu araçlarla ağaçların konumları, nitelikleri ve nicelikleri, topoğrafya, vb. bilgiler toplanıp ardından maliyet minimizasyonu, verimlilik, enerji tasarrufu ve çevresel etkiler hususunda ölçütler belirlenebilir. Simülasyon araçları kullanılarak, üretim araçları ve sistemleri, bu ölçütlere dayalı olarak değerlendirilir. Bu kararların uygulanmasının ardından sonuçlar görüntülenebilir/izlenebilir.

Dokümatik teknolojisine dayalı olarak orman içinde insansız şekilde çalışan akıllı makinelerin/araçların kullanıldığı yeni sistemler, hem uygulama hassasiyetinin sağlanmasına hem de bu esnada uygulamalara yönelik verilerin hassas şekilde toplanmasına imkan sunabilir. İş güvenliğinin, operatör konforunun, operatöre bağlı verimliliğin ve bilgisayar destekli uygulamalarla operatör becerilerinin geliştirilip iyileştirildiği ileri teknoloji ormancılık uygulamaları ile teknik olarak mümkün, ekonomik olarak etkili/geçerli, çevresel olarak duyarlı ve kurumsal olarak kabul edilebilir ormancılık operasyonlarının gerçekleştirilmesi mümkün olabilir. Ormancılık operasyonlarının hassas ormancılık perspektifinde yapılması amacıyla erişilebilecek ve planlanabilen amaç ise; üretim işlerinin hem hassas veri toplayan hem sahaya özgün operasyonel davranış sergileyen hem de çevreye duyarlı uygulamalara fırsat verilebilecek robotlarla (otonom makinelerle) yapılabilmesidir.

3.4. Çevre koruma hassasiyeti açısından

Üretim işleri başta olmak üzere, çeşitli ormancılık operasyonlarının muhtemel olumsuz etkilerini azaltmak ya da önlemek amacıyla geliştirilen hassas uygulama yöntemleri de, hassas ormancılığın bir bileşenidir. Buna göre; orman ekosisteminin korunmasına yönelik geliştirilen ya da öne sürülen yaklaşımların, tekniklerin (Dykstra, 2002) vb. çabaların tümünün özünde benzer ilkeler yer almaktadır. Ancak terimler farklılık gösterse de hassas ormancılık yaklaşımına ve kullanılan teknolojilere bakıldığında, benzer amaçların güdüldüğü ortadadır. Bu açıdan hassas ormancılık da, üretim operasyonları sırasındaki uygulama hassasiyetini, veri hassasiyetinden ayırmak mümkün olabilir.

3.5. Ormanlık planlama ve yaklaşımları açısından

Ormanlık yaklaşımları açısından, hassas ormanlık; sömürü ormanlığı ve üretim ormanlığının aksine çok işlevli ormanlık yaklaşımı ile bağdaşmaktadır. Ormanlık uygulama tipi açısından, hassas ormanlık, doğaya uygun ormanlık (sürekli orman; doğaya yakın ormanlık; ekolojiye uygun orman) uygulamalarına uygundur. Ormanlık anlayışı itibarıyla, çevre hassasiyeti bakımından dar kapsamlı ormanlık anlayışı (biyolojik kökenli) ile; hassas veri ve bilgi elde edinimi bakımından geniş kapsamlı çağdaş ormanlık anlayışı ile uyum göstermektedir. Ancak tamamıyla sürdürülebilir ormanlık prensiplerinin semiyesi altında yer almaktadır.

Planlama hiyerarşisi (Eker, 2004) dikkate alındığında; belirsizlik, sahaya özgünlük, mikro düzeylilik, gelişmiş teknolojinin odaklanma alanı, vb. açısından hassas ormanlık, operasyonel ölçeklidir. Ormanlık paradigmaları (Çizelge 1) açısından hassas ormanlık; mekanizasyon paradigması içine de dahil olmakla birlikte, bilgi sistemine ve ileri teknoloji kullanımına ihtiyaç duymasından dolayı Sistem ve Network paradigmaları (Heinimann, 2007) içinde anlam bulabilecektir.

3.6. Genel değerlendirme

Hassas ormanlık kavramı, evrensel ormanlık anlayışını ya da ormanlık faaliyetlerine bakış açısının değişmesine neden olacak (en azından şu anda) yeni bir yaklaşım olarak tanımlanamayabilir. Kavramsal ya da terminolojik olarak yenidir ancak bu yaklaşım tarzında, amaçlanan eylemler ve kullanılan araçlar (içerik) itibarıyla yenilikten bahsedilemez. Zira, teknolojik evrimin ormanlığa yansımaları sonucunda zaten ormanlık paradigmaları değişmektedir. Bu değişimde aktör olan teknoloji ve bu teknolojinin ormanlıktaki planlama, uygulama ve denetleme süreçlerine olan nüfuzu önemlidir. Amenajman planlama yaklaşımlarında olduğu gibi; hassas ormanlığın, orman kaynaklarının koruma-kullanma politikasında köklü değişimleri gerektirecek bir yaklaşım ya da kendine özgün ilkelerinin varlığı ayrıştırmış durumda değildir. Çünkü ormanlıkta hem planlama hem de uygulamalar birbirine bağımlı görünse de hem zaman hem mekan hem de uygulayıcılar açısından kısmen de olsa bağımsız davranışları içermektedir. Hassas ormanlığı bu bağlamda değerlendirdiğimizde, verilerin kesinliği-tamlığı-güvenilirliği-güncelliği, vb. hassasiyeti ön plandadır. Bu veri hassasiyeti yanında, üretim sürecinde kullanılacak teknolojinin (bilgi, yöntem, teknik, araç-gereç, vb.) de, üretim faaliyetinin hassas şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacak nitelikte olması gereklidir.

Öte yandan, üretim işlerindeki hassasiyette, genel olarak toplam faydanın maksimum şekilde elde edilmesi, ürünlerin

korunması, çevrenin (toprağın, meşcerenin, su kaynaklarının, yaban hayatının, atmosferin, vb.), çalışanların ve işletme araçlarının korunması hususu önem kazanmaktadır. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hassas ormanlık, koruma odaklı ve çevre hassasiyetini (çevreye zarar vermeyecek veya zararları azaltacak şekilde, duyarlı-itinalı-özenli müdahale etmeyi amaçlayan) ön planda tutan bir yaklaşım ya da davranış tarzı olarak belirginleşmektedir. Bununla birlikte, orman ekosisteminin özellikle çevresel açıdan hassas davranılmasını gerektiren kısımlarında (hassas ekosistemler olarak tanımlanan alanlarda) uygulanacak her türlü müdahalede de hassas davranılması gerekmektedir.

Bu yargılara bağlı olarak hassas ormanlık; 1) veri hassasiyeti, 2) ormanlık operasyonlarında çevreye duyarlı (hassas) davranma veya 3) hassas orman ekosistemlerindeki uygulamalarda dikkatli (hassas) davranma olarak algılanmasına bağlı olarak tarifi ve içeriği değişim sergileyebilir. Bu bakımdan hem hassas ormanlığı tarif etmek hem de bileşenlerinin sınırlarını ortaya koymak oldukça güçtür. Hassas ormanlığın genel kavramsal çerçevesi ve bileşenleri tanımlanabilir olsa da hassas ormanlık teorisine dayanan muhtemel ilkeler belirgin ya da net olmadığından halihazırda gerçekleştirilmekte olan ormanlık operasyonları ile hassas ormanlık arasında bir boşluk bulunmaktadır. Hassas ormanlık yaklaşımının gerekliliklerinin tamamıyla gerçekleştirilebilmesi için hassas ormanlığın bir endüstri olarak kabul edilmesi gereklidir. Çünkü hassas ormanlık teorisi, tüm maliyetleri minimize ve toplam faydalanma değerini maksimize ederken doğru ağaçların doğru yerde ve doğru zamanda mükemmel şekilde yetiştirilmesini (mükemmel bir orman kuruluşu sağlamayı), istenen kaliteye erişilmesi ve diğer amaçların karşılanması için yetiştirme ortamının ve orman sağlığının korunmasını, piyasanın güncel isteklerine göre doğru zamanda ve doğru ürünün üretilmesini ve de ürünün doğru formda ve doğru müşteriye ulaştırılmasını gerektirir (Brown, 2014). Bu bakımdan, imalat ve tarım sektöründe, hassas üretim veya hassas tarım standartları nasıl geliştirilmişse; ormanlık sektöründe de hassas ormanlık standartlarının geliştirilmesi önemli bir aşama olacaktır. Yani gelişimin sunduğu iyileştirilmeleri algılamak, kabul etmek ve tutum değişikliği sergilemek başlangıçta oldukça zor olmaktadır. Çünkü teknik-teknolojik fırsatlara bağlı değişimler kolayca kabullenilse bile, iş düzenindeki ve insanın çalışma ve de davranış biçimindeki değişikliklerin kabullenilmesi uzun zaman alabilir. Örneğin, Brown (2014), Avusturalya’da, bilgisayarlı ortamda hassas ormanlık teorisine uygun olabilecek şekilde hazırlanmış ve toplam faydayı % 20 arttırılabilecek olan transport planlarının; paydaşların konuyu özümseyememelerine (insan faktörüne) bağlı olarak uygulanamadığını ifade etmektedir.

Çizelge 1. Orman mühendisliğinde paradigmalar (Heinimann, 2007)

Paradigmalar	Araçlar	Bilimsel Yöntemler
Faydalanma P.	Beden gücü (Emek yoğun)	Deneme-Yanılma (Başparmak kuralı)
Taylorizm P.	Zamana bağlı çalışma (İşgücü+basit gereçler)	Gözlemler (Kurallar)
Mekanizasyon P.	Zamana bağlı çalışma (İşgücü+makineler)	Deneyler (İstatistiksel yorumlar)
Sistem P.	Sibernetik sistemler (İleri-geri besleme kontrolü)	Sistem analizi (Analitik araçlar)
Network P.	Özuyumlu/Kendi kendini yöneten sistemler (Otonom,interaktif sistemler)	Network analizi (Algoritmalar ve karşılaştırmalı bilim)

Hassas ormancılıkla ilgili potansiyelin gerçeğe dönüştürülmesi için elde edilecek fırsatların ve avantajların farkında olunması gereklidir. Nitekim uluslararası ormancılık sektörü için hassas ormancılık konusunun tüm önemli yönlerinin desteklenmesine yönelik ilgi; hem düzenlenen uluslararası toplantılarla (Ackerman, 2014) hem de IUFRO gibi dünya ormancılığına yön veren kuruluşların öncelikli çalışma konuları (Chung, 2015) arasında olması ile kanıtlanmış durumdadır.

Sürdürülebilir orman yönteminin önemi üzerinde yoğunlaşan farkındalık ve bu yöndeki beklentiler, ormancılık alanında, uzaktan algılama, CBS ve GPS gibi teknolojilerin kullanılması gerekliliğine bir zemin hazırlamaktadır (Khali, 2001). Öte yandan hassas ormancılık her operasyonun bilgisayarlı ve otomasyonlu şekilde yapılması anlamına gelmemektedir. Birçok sahaya özgün silvikültürel operasyonlar herhangi bir otomasyon (otomatikleşmiş sistem) kullanılmaksızın uygun maliyetlerle yürütülebilmektedir (Taylor vd., 2006). Hassas ormancılık, sürekli araştırma ve geliştirme stratejisine dayanan bir ormancılık yaklaşımını gerektirmektedir. Bu yönde araştırma-geliştirme önceliklerini;

- Hassas ormancılık kapsamını oluşturacak kurallar ve standartların belirlenmesi (Emisyonlar, çalışma standartları, iş politikaları, şartnameler vb. konularda)
- Uzaktan ölçme ve iletişim teknolojilerinin geliştirilmesi (CBS/GPS teknolojileri, orman yol planlamalarında optimizasyon, gerçek zamanlı envanter verileri, algılama teknolojileri, karar destek sistemleri vb.)
- Ormancılık operasyonlarında kullanılacak makinelerin geliştirilmesi (Yüksek verimlilik, süreç optimizasyonu, çok amaçlı makineler, hibrit sistemler vb.)
- Makine-ağaç uyumunu sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi (Kalite, hacim, uzunluk vb. için ölçme sistemlerinin doğruluğu, odun kalitesi, ağaç tarama, uygun operasyonlar vb.)
- İnsan-makine etkileşimini sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi (Güvenlik, ergonomi, makine görüntüleme/izleme, operatörün izlenmesi, kendi kendine öğrenen-çalışan sistemler vb.)
- Makine-arazi etkileşimi sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi (Enerji verimliliği, arazi yapısına uygunluk, çevreye uygun operasyonlar vb.) şeklinde sıralamak mümkündür.

4. Sonuç ve öneriler

Hassas ormancılık;

- Hassas, doğru, tekrarlanabilir ve ölçülebilir veri odaklıdır.
- Sahaya özgün konumsal ve konuma bağlı bilgi üretimini amaçlar.
- Orman ekosistemine duyarlı operasyonların gerçekleştirilmesini hedefler.
- Yüksek teknolojinin kullanımı ağırlıklıdır.
- Bir ormancılık paradigması değildir.
- Bir endüstri ya da disiplin değildir.
- Bir teori, teknik ya da yöntem niteliğine henüz erişmemiştir.
- Henüz standartları (ölçüt-göstergeleri) belirginleşmemiş sistematik bir yaklaşımdır.

- Teoride ve pratikte, uygulanabilmesi yüksek yatırım maliyetlerini gerektirir.
- Üretim operasyonlarında yüksek verim, hassasiyet ve kaliteli ürün sağlar.
- Planlama, uygulama, kontrol vb. aşamaları arasında ileri-geri besleme yapabilecek bilgi sistemlerine imkan sağlar.
- Uygulanabilirliği, halihazırda imkanların varlığına bağlıdır.

Hassas teknolojiler; hiperspektral uzaktan algılama, yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama, mobil CBS, GNSS destekli GPS (Küresel konum belirleme sistemi), LİDAR, PDA (avuç içi bilgisayar), lazer mesafe ölçerler vb., hassas bilginin elde edilmesine katkıda bulunmaktadır ve hassas ormancılık yaklaşımını bir gereklilik haline getirmiştir. Bu gelişmeler, ormancılıkla ilgili paydaşların bu teknolojilerin farkında olmasını, bunların kullanılmasını öğrenmeye hazır olmasını ve geleneksel çalışma anlayışlarını değiştirmelerini gerektirmektedir. Hassas ormancılık teknolojileri, her bir ağaç hakkında, meşcere hakkında ve üretilen her bir tomruk hakkında detay bilginin sağlanmasına imkan tanıyabilir ve bu tür teknolojinin kullanılmasıyla ormancılık operasyonların kolaylaştırılmasını ve veri hassasiyetinin artırılması mümkün olabilir. Hassas ormancılık araçlarının kullanılmasıyla ormancılığın teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutu daha iyi kavranabilir ve bu yöndeki uygulama etkinliği artırılabilir.

Hassas ormancılık, kabul edilmiş belirli koşullardaki ekonomik çıktıları maksimize etmeye yardım etmek için ormanlar ve orman ürünleri üretimine ait yeterli kalitede bilginin elde edilmesini sağlar. Hassas ormancılık, doğru kararların alınmasını sağlayacak araçları, sürekli tekrarlanabilecek ölçümleri, süreçlerin doğru şekilde işleyişini ve eylemlerin tutarlı şekilde gerçekleştirilmesini, hasılat elde edilebilecek ağaçların yetiştirilmesini, biyoçeşitliliğin ve diğer doğal kaynakların artırılmasını sağlayabilir.

Hassas ormancılık araçları, gerçekleştirilecek ormancılık operasyonlarının daha ekonomik olarak uygulanmasına ve de toplumun ve çevrenin isteklerinin karşılanmasına yardımcı olabilir. Hassas ormancılık fikri ile ormanlarının verimliliğinin artırılması, uzun dönem planların yapılması, yenilenebilir orman kaynaklarından sürdürülebilir şekilde faydalanılması ve olumsuz çevresel etkilerin azaltılması sağlanabilir.

Hassas ormancılık yaklaşımının üretim operasyonları ve orman amenajmanı arasında bir entegrasyonu sağlama potansiyeli, gelecekte daha doğru ormancılık uygulamalarının yapılmasını sağlayacaktır. Ormanların planlanması ve yönetimi için gerekli olacak her türlü veri ve bilgi eksikliği, hassas ormancılık araçları ile tamamen ortadan kaldırılabilir veya azaltılabilir. Hassas ormancılık yönelimi, ormancılık planlama ve uygulamalarının her alanında modernizasyon yapılmasına altlık oluşturabilir.

Açıklama

Bu çalışmanın bir kısmının özeti, "Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu"nda sözlü bildiri olarak sunulmuş ancak özeti haricinde bildiriler kitabında veya başkaca bir yerde yayınlanmamıştır.

Kaynaklar

- Ackerman, P., 2014. Preface. Official Proceedings (Extended Abstracts) of the 6th Precision Forestry Symposium Held in Stellenbosch, 3-5 March 2014, South Africa.
- Akay, A.E., 2015. Hassas ormancılık. Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Bilgilendirme Sunumu. BTÜ Orman Fakültesi, Bursa. <http://bursaobm.ogm.gov.tr/Lists/Haberler/> Erişim: 17.03.2015.
- Anonim, 2015. Precision nedir? Sesli Sözlük, <http://www.seslisozluk.net/>, Erişim: 10.03.2015.
- Aruga, K. 2003. Precision forestry operations and equipment in Japan. Proceedings of the Second International Precision Forestry Symposium, 17-20 June 2003, University of Washington College of Forest Resources, Seattle-Washington, pp.31-35.
- Bare, B.B., 2001. Opening speech. Proceedings of the First International Precision Forestry Cooperative Symposium, 17-20 June 2001, University of Washington College of Forest Resources, USDA Forest Services, Seattle-Washington, p.1.
- Becker, G., 2001. Precision forestry in central europe-new perspective for a classical management concept. Proceedings of the First International Precision Forestry Cooperative Symposium, 17-20 June 2001, University of Washington College of Forest Resources, USDA Forest Services, Seattle-Washington, pp.7-9.
- Brown, M., 2014. Precision forestry: a journey not a leap. Official Proceedings (Extended Abstracts) of the 6th Precision Forestry Symposium Held in Stellenbosch, 3-5 March 2014, South Africa, p. 2.
- Cavalli, R., 2015. Forest operations in steep terrain. Forest Engineering Conference - CROJFE 2015, 18-20 March 2015, Zagreb, Croatia.
- Chung, W., 2015. IUFRO Division-3 forest operations engineering and management: challenges in the future. Forest Engineering Conference - CROJFE 2015, 18-20 March 2015, Zagreb, Croatia.
- Dyck, B., 2003. Precision forestry-the path to increased profitability, Proceedings of the Second International Precision Forestry Symposium, 17-20 June 2003, University of Washington College of Forest Resources, Seattle-Washington, pp.3-8.
- Dykstra, D.P., 2002. Reduced impact logging: concepts and issues. International Conference. Proceedings on Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management Ed. By: Enters et al., FAO Asia-Pacific Forestry Commission, Bangkok.
- Dykstra, D.P., Heinrich, H.R., 1996. FAO Model Code of Forest Harvesting Practice. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- Eker, M., 2004. Ormancılıkta odun hammaddesi üretiminde yıllık operasyonel planlama modelinin geliştirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eker, M., Özer, D., 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık ve iyi ormancılık uygulamaları: Kavramsal çerçeve. Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu, 4-6 Haziran 2015, Ilgaz-Kastamonu, Bildiri Özetleri Kitabı, s.26.
- FAO, 2004. Reduced impact logging in tropical forests-literature synthesis, Analysis and Prototype Statistical Framework, Forest Harvesting and Engineering Working Paper No.1, Forestry Department, Rome.
- Farnum, P., 2001. Precision forestry-finding the context. Proceedings of the First International Precision Forestry Cooperative Symposium, 17-20 June 2001, University of Washington College of Forest Resources, USDA Forest Services, Seattle-Washington, p. 3.
- Folegatti, B.S., 2010. The application precision forestry technologies in logging operations. PhD Thesis, Auburn University, 139 p., Alabama, USA.
- Gallo, R., Mazzetto, F., 2013. A methodology study for the application of precision forestry approach in logging operation chains. EFITA-WCCA-CIGR Conference "Sustainable Agriculture Through ICT Innovation", 24-27 June 2013, Turin, Italy.
- Gülci, N., 2014. Üretim planlamasında hassas ormancılık üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Holmes, T., Blate, G., Zweede, J., Bauch, R., 2002. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern amazon. Forest Ecology and Management, 163: 93-110.
- Heinimann, H.R., 2007. Forest operations engineering and management – the ways behind and ahead of a scientific discipline. Croatian Journal of Forest Engineering, 28:107-121.
- IUFRO, 2015. Collection of definition or related elements precision forestry, SILVAVOC Terminology Project, http://www.iufro.org/download/file/966/3531/scic-def-precision-forestry_doc/, Accessed:18.04.2015
- Katsch, C., 2006. Precision forestry and information. In Ackerman, P.A., D.W. Längin, and M.C. Antonides (Eds.), Precision forestry in plantations, semi-natural and natural forests, Proceedings of the International Precision Forestry Symposium, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.
- Khali A.H., 2001. Remote sensing, GIS and GPS as a tool to support precision forestry practices in Malaysia, 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore.
- Kovacsova, P., Antalova, M., 2010. Precision forestry – definition and technologies. Šumarski list br. 11-12, CXXXIV (2010): 603-611.
- Long, A.J., 2006. Environmentally Sound Forest Harvesting. School of Forest Resources and Conservation, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension, University of Florida, 11 p.
- Omasa, K., Oki, K., Suhama, T., 2006. Section 5.2 Remote sensing from satellites and aircraft. In Munack, A. (Ed.), Çevirmenler: Demircioğlu, P., Bögrekçi, İ., Çeviri Editörleri: Tarhan, S., Özgüven, M.M., CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI: Information Technology, Chapter 5.2, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan, USA, pp. 231-244.
- OİTTP, 2015. Duyurular. Orman İnşaatı-Transportu ve Teknolojileri Platformu, Ilgaz, <http://ormantranasportu.org/duyurular.html>, Erişim: 22.01.2015
- Pelletier, G., Labelle, E. R., Girouard, M., Lussier, J.M., Pascual, J., 2014. A case for a decision support system (DSS) and precision forestry to improve hardwood

- management. Northern Hardwoods Research Institute, Edmundston, New Brunswick, Canada.
- PFS, 2001. Preface. Proceedings of the First International Precision Forestry Cooperative Symposium, 17-20 June 2001, University of Washington College of Forest Resources, USDA Forest Services, Seattle-Washington, 193 p.
- Renkliyıldırım, Ö., 1995. İngilizce-Türkçe sözlük. Metro Collins Cobuild Essential Dictionary. Meydan Matbaacılık, İstanbul.
- Shaffer, R.M., Haney H.L., Worrell, E.G., Aust, W.M., 1998. Forestry BMP implementation costs for Virginia. *Forest Products Journal* 48 (9): 27-29.
- Sood, A.M., 2006. Precision forestry-a new concept for forestry application. Forestry Department Peninsular Malaysia (JPSM), 13 July 2006, Ministry of Natural Resources and Environment (NRE), Malaysia, 9 p.
- Sowa, J.M., 2012. Precision forestry in Poland. Learning Initiative 2012 "Precision Forestry", IUFRO Task Force Education in Forest Science, 5-15 August 2012, Warsaw-Poland.
- Taylor, S.E., McDonald, T.P., Veal, M.W., Grift. T.E., 2001. Using GPS to evaluate productivity and performance of forest machine systems. The First International Precision Forestry Symposium, 17-19 June 2001, Seattle, Washington, pp. 151-157.
- Taylor, S.E., McDonald, T.P., Veal, M.W., Rummer, R.B., 2002, Precision forestry: technologies to revolutionize forest management and timber production, <http://www.eng.auburn.edu/programs/bsen/research/precisionforestry.html>, Accessed: 13.03.2015
- Taylor, S.E., McDonald, T.P., Fulton, J.P., Shaw, J.N., Corley, F.W., Brodbeck, C.J., 2006. Precision forestry in the southeast U.S. In Ackerman, P.A., Lämgin, D.W., Antonides, M.C., (Eds.), Precision forestry in plantations, semi-natural and natural forests, Proceedings of the International Precision Forestry Symposium, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa, pp. 397-402.
- TDK, 2015. Büyük Türkçe Sözlük. Türk Dil Kurumu, www.tdk.gov.tr, Erişim: 10.03.2015.
- Tuček, J., Ligoš, J., 2002. Forest canopy influence on the precision of location with GPS receivers. *Journal of Forest Science*, 48(9): 399-407.
- Veal, M.W., Taylor, S.E., McDonald, T.P., McLemore, D.K., Dunn. M.R., 2001. Accuracy of tracking forest machines with GPS. *Transactions of the ASAE* 44 (6):1903-1911.
- Weaver, S.A., 2014. Precision forestry studies: laser calipers and GPS receivers, MSc Thesis, The University of Georgia.
- Zhang, H., Zheng, J., Dorr G., Zhou, H., Ge, Y. 2014. Testing of GPS accuracy for precision forestry applications. *Arab J Sci Eng*, (39):237-245.
- Ziesak, M., 2006. Precision forestry - an overview on the current status of precision forestry. A literature review. In: "Precision forestry in plantations, semi-natural and natural forests" IUFRO Precision Forestry Conference. 5-10 March 2006, Technical University, Munich, Stellenbosch University <http://academic.sun.ac.za/forestry/>, Accessed:08.02. 2015.

Ormanlık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin yasal çerçevede değerlendirilmesi

Metin Tunay^{a*}, Tuna Emir^b

Özet: Büroda görev yapan personelden, atölyede çalışan işçiye, araç üzerindeki şoföre kadar, sayısız alanlarda görev yapan çalışanlar için; işyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğini tehdit eden birçok unsur bulunmakta, alınan iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri ve yapılan risk değerlendirmeleri ile riskler kontrollü bir şekilde en az düzeye indirilmeye çalışılmaktadır. Ancak, dünyamızın önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanlar, sahip oldukları özelliklerden dolayı, birçok etkinlik alanını (çalışma biçimini) içinde barındırmakta, ormanlık çalışmaları birbirinden farklı koşullarda ve mekânlarda yürütülmektedir. Orman işlerinin geniş bir alanı kaplaması ile değişen koşullarda seyretmesi, iş miktarı ve zamanının stabil, işe konu olan materyalin ve yerin sabit olmaması, yüksek enerji tüketimi nedeniyle ağır işlerden sayılıp iş kazalarının yüksek olması yapılan işin organizasyonunda işçiye büyük bir özgürlük tanınması orman işçiliğinin önemli özelliklerindedir. Bu nedenledir ki ormanlık iş kolunun çalışma yaşamı açısından gösterdiği farklı özelliklerden ötürü mevzuat hükümlerinin uygulanmasında yetersiz kalınmakta, yürütülen iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları da bu alanda farkındalık oluşturmaktan ileri gidememektedir. Çalışmanın amacı, ormanlık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliği alanındaki gelişmelerin yasal çerçevede değerlendirilmesini sağlayarak, riskleri önleme ve/veya minimize etme doğrultusunda ne tür politika ve eylem programları oluşturulduğunu araştırmak, bunu yaparken de ormanlık üretim iş kolunun çalışma yaşamı açısından gösterdiği farklı çalışma koşullarını ortaya koymak ve önerilerin sunulmasını sağlamaktır.

Anahtar kelimeler: Çalışma yaşamı, İş sağlığı ve güvenliği, Mevzuat, Ormanlık, Risk

Evaluation of work health and safety under legal scope in forest harvesting

Abstract: For employees serving in various fields from staff in office, to worker in workplace or to the driver in vehicle, there are many elements threatening the health and safety of the employees in workplaces. By work health and safety services and the risk assessments, the risks are tried to be minimized in a controlled manner. However forests, which are one of the important natural sources of our world, include many activity areas (working style) due to the properties they have, therefore forestry studies are conducted in various conditions and areas. Some important features of forestry labor are that forest works cover a wide area and proceed under changing conditions, work amount and time is stable, the material subject to work and place is not constant, it is assumed to be a heavy duty so occupational accident rate is high, great freedom is granted to the worker in the organization of the work. For this reason and due to the different properties of forestry sector in terms of working life, legislation provisions cannot be sufficiently applied and the conducted work health and safety studies cannot go beyond creating awareness on this field. The aim of the study is to evaluate the developments on work health and safety in forest harvesting sector under legal scope, to research what kind of activities or policies are created for preventing or minimizing the risks, to emphasize the different working conditions demonstrated by forestry work field and to ensure the submission of suggestions.

Keywords: Working life, Work health and safety, Legislation, Forestry, Risk

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde sanayileşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak özellikle işyerlerinde üretken faktör olan çalışan kişilerin sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir takım sorunlar ortaya çıkmıştır. Başlangıçta fazla önemsenmeyen bu sorunlar iş verimini ve işletmeyi tehlikeye sokmasıyla önem kazanmış ve üzerinde düşünülmesi gerekliliği doğmuştur. Bu aşamada yapılan çalışmalar sonucunda işyerlerinde çalışma düzenini ve koşullarını kapsayan birtakım kurallar ve kanunlar yürürlüğe konulmuştur. Ancak geçen zaman içinde bu düzenlemelerin yetersiz olduğu görülmüş ve soruna daha

değişik açılardan yaklaşılması gerekliliği baş göstermiştir. Bunun üzerine yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda “İş Sağlığı ve Güvenliği” kavramı doğmuş, konuya bilimsel olarak yaklaşılmaya başlanılmıştır (Akyüz, 1980).

İş yerinde çalışma koşullarını düzenlemek üzere geliştirilmiş İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) mevzuatları ise, iş sağlığı ve güvenliği hareketinin başlangıcı olmakla beraber, bugünkü anlamda İş Sağlığı ve Güvenliği teknik bilim dalının oluşumuna zemin hazırlamıştır. Ancak, işletmelerde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanabilmesi için sadece hukuki mevzuatları yürürlüğe koymanın yetersizliği, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının günümüzde giderek artması ile tamamen ortaya çıkmış bulunmaktadır.

✉ ^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı, Bartın

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mtunay@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.01.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.03.2015



Citation (Atf): Tunay, M., Emir, T., 2015. Ormanlık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin yasal çerçevede değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 195-202. DOI: [10.18182/tjf.23774](https://doi.org/10.18182/tjf.23774)

Tıbbi, teknik, ekonomik, sosyal ve hukuki yönleri olan bir kavram olarak İş sağlığı ve Güvenliği, (Occupational Safety and Health, OSH) kısaca işçilerin iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı korunmalarının sağlanması şeklinde tanımlanır. İş kazaları ve meslek hastalıkları, kişinin çalıştığı iş dolayısıyla karşılaştığı tehlikelerle ilgili bir durumdur. Bu kapsamda 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda iş kazası, işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay (Madde 3/g fıkrası), meslek hastalığı ise, mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalık (Madde 3/l fıkrası) şeklinde tanımlanır (ÇSGB, 2012a).

Bu çalışmanın amacı, ormancılık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin yasal çerçevede değerlendirilmesini sağlamak, etkili faktörleri ortaya koymak ve önerilerin sunulmasını sağlamaktır. Çalışma iki bölüme ayrılmıştır: Birinci bölümde tanımlayıcı istatistik veriler ile ormancılık sektörü üzerinde işçi sayısı, iş kazası ve meslek hastalıklarının genel çerçevesi çizilmiştir, ikinci bölümde ise orman işçilerinin yasalar karşısındaki durumu mevzuatta yer alan hükümler çerçevesinde incelenmiş ve gerekli öneriler sunulmuştur. Çalışmanın ana materyalini oluşturan veriler, ülkemizde İSG kapsamında mevzuatta yer alan kanunlar, yönetmelikler / yönetmelik ekleri ve imzalanan protokollerin incelenmesi ile ormancılık sektörü açısından yasal kapsamda düzenlenen yükümlülükler / hükümlerin değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Değerlendirme yapılırken ormancılık sektöründe İSG alanındaki gelişmelerin uygulanmasına engel olan ve ormancılık üretim işlerinin (kesim, tomruklama, bölmeden çıkarma, nakliyat vb.) çalışma yaşamı açısından gösterdiği farklı çalışma koşulları da ortaya konularak, amaç ile ilişkilendirilmiştir. Her zaman uygun ve eğitilmiş işçi bulunamaması, bu alanda insan gücünün sınırlı oluşu, barınma sorunu, açık alanda çalışma zorunluluğu, çalışma yerindeki güç ve deştiirilemeyen arazi yapısı gibi çalışma koşulları ormancılık üretim işlerini diğer iş kollarından ayıran temel farklılıklardır.

2. İş sağlığı ve meslek hastalıklarına bakış

Ülkemizde 2013 Temmuz ayı itibariyle 11.628,806 işçi çalışmakta olup sektörler göre işçi sayısının dağılımı ise aşağıda Çizelge 1'de verilmiştir.

Aynı dönemde TÜİK tarafından yapılan iş kazaları ve işe bağlı sağlık problemleri araştırma sonuçları sektörel olarak incelendiğinde ise, madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı %10,4, inşaat sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı %4,3, tarım, ormancılık, balıkçılık sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı ise %1,9 olarak ifade edilmiştir (TÜİK, 2014). Sektör bazındaki sonuçlar, 2007 yılı sonuçları ile karşılaştırıldığında iş kazası geçirenlerin payı madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe 0,1 puan artarken, inşaat sektöründe 0,2 puan azaldığı, tarım, ormancılık ve balıkçılık sektöründe ise bu oranın hemen hemen değişmediği gözlemlenmiştir. İş kazası geçiren sayısında en büyük payı alan imalat sanayi sektöründe ise iş kazası geçirenlerin oranı 1,8 puan azalarak %3,3 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1).

Aynı dönemde, işe bağlı sağlık sorununa maruz kalanlar sektörel olarak incelendiğinde, oranın en yüksek olduğu sektörün %5,5 ile madencilik ve taş ocakçılığı sektörü olduğu, bu oranın istihdamın en yoğun olduğu tarım, ormancılık ve balıkçılık sektöründe %2, inşaat sektöründe %3,5, toptan ve perakende ticaret, lokanta ve oteller sektöründe %2,1, imalat sanayinde %2,7, toplum hizmetleri, sosyal ve kişisel hizmet faaliyetleri sektöründe ise %2,2 olarak gerçekleştiği gözlemlenmiştir (TÜİK, 2014).

Eğitim durumuna göre iş kazası geçirenlerin oranları incelendiğinde ise; lise altı eğitimlilerin %2,8'i bir iş kazası geçirirken, genel lise mezunlarında bu oran %1,7, lise dengi meslek okul mezunlarında %2,4, yüksek öğretim mezunlarında ise %1 olarak tahmin edilmiştir (Şekil 2).

Çizelge 1. Farklı sektörlerdeki işçi sayısı dağılımı (ÇSGB, 2014).

Sektör	İşçi sayısı
Avcılık, Balıkçılık, Tarım ve Ormancılık	127,037
Madencilik ve Taş Ocakları	199,699
Dokuma, Hazır Giyim, Deri	1.012,556
Metal	1.396,755
İnşaat	1.660,842
Toplam	11.628,806

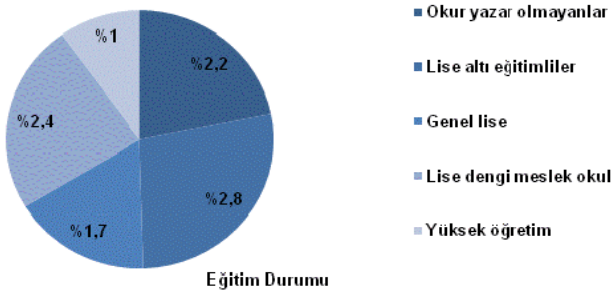


Şekil 1. İş kazalarının sektörel bazlı dağılımı (TÜİK, 2014).

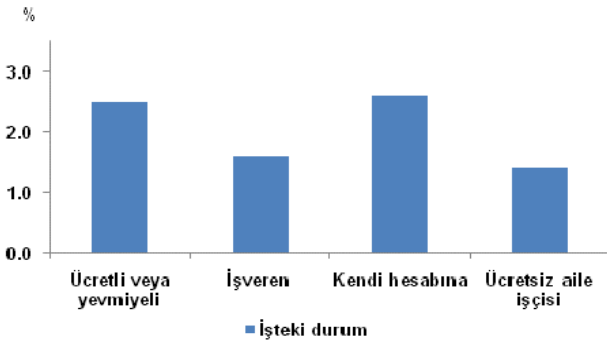
İşteki duruma göre değerlendirildiğinde ise, iş kazası geçirenlerde en yüksek oran %2,6 ile kendi hesabına çalışanlarda gerçekleşirken bunu %2,5 ile ücretli veya yevmiyeli çalışanlar, %1,6 ile işveren olarak çalışanların izlediği görülmüştür. Ücretsiz aile işçisi olarak çalışanlarda iş kazası geçirme oranı ise %1,4 olarak tahmin edilmiştir (Şekil 3).

Ancak yukarıdaki tüm istatistiki verilere rağmen, ormancılık iş kolunda istihdama ilişkin tam ve doğru bilgiye ulaşmak çok güçtür. Çünkü, bu sektörde çalışanların büyük bir bölümünün kendi hesabına çalışan statüsünde olması, işin mevsimlik niteliği, ormancılık faaliyetlerinin tarım sektörü içinde değerlendirilmesi ve sektörde çalışmanın ücretli iş statüsünün ötesinde geçimlik faaliyet içeriğinde olması, bu sektörde çalışan kişi sayısının tam olarak değerlendirilememesinin temel nedenleridir (Gökbayrak, 2005). Bu durum kanunlarda belirtilen yükümlülüklerin farklı çalışma koşulları nedeniyle bu alanda sağlıklı bir şekilde uygulanamamasından kaynaklanmaktadır.

Ülkemizde ormancılık faaliyetlerinin hangi oranlarda kaza riski taşıdığı bilimsel açıdan tam olarak ortaya koyulmadığı gibi, ölümcül kazalar dışında şimdiye kadar gerçekleşmiş ormancılık iş kolunu ilgilendiren iş kazalarının herhangi bir düzenli ve özel kaydına rastlanmamıştır (Menemencioğlu, 2006; Enez vd., 2011). Örneğin; kendi hesabına çalışan ve iş kazası geçiren orman işçisi, genellikle iş kazası teşhisi yerine genel yaralanma teşhisi ile hastaneye başvurmakta, bu durum da sağlıklı verilere ulaşmada engel teşkil etmektedir. Oysaki işçi-işveren ilişkisinin bulunduğu diğer sektörlerde bu durum mutlaka yetkili mercilere bildirim yapılması gereken bir konudur.



Şekil 2. Eğitim durumuna göre iş kazası geçirme oranı (TÜİK, 2014).



Şekil 3. Çalışma durumuna göre iş kazası geçirme oranı (TÜİK, 2014).

Ormancılık çalışmaları, her türlü doğa koşuluna açık faaliyetlerden olup, iş yükü ağır ve yüksek kaza riskine sahip işlerden kabul edilmekte ve ağaçlandırma, kültür bakımı, üretim, orman yollarının yapım, bakım ve onarımı gibi farklı şekillerde gerçekleşmektedir (Acar vd., 2002). Bunun yanında orman işçiliği, ormancılık üretim çalışmaları içerisinde yapılan bütün faaliyetlerde beceri sahibi çalışanların varlığını gerekli kılmakta, daha ağır şartlarda çalışılması, geniş ve engebeli alanlarda çalışma zorunluluğunun olması, işyerinin sosyal ortamlardan uzak olması ve konaklama gerektirmesi, genelde gündüz saatlerinde çalışma zorunluluğunun olması, açık hava koşullarında çalışıldığı için kaza riskinin yüksek olması, çalışmaların amenajman ve silvikültür planları doğrultusunda yapılması, genelde geçici veya mevsimlik işçi olma durumu, işçi ücretlerinin düşük olması gibi nedenlerle diğer iş kollarından farklılık göstermektedir (Şekil 4).

Menemencioğlu, (2012) diğer sektörler ile karşılaştırıldığında ormancılık sektöründe birim fiyat üzerinden ücretlendirilen orman işçilerinin çok iş çıkartıp daha fazla para kazanabilmek için genel olarak dinlenmeden, yemeklerini ayaküstü yemek suretiyle kapasitelerini zorlayarak aralıksız çalıştıklarını, aşırı yorgunluk ve uykusuzluk halleri gibi istenmeyen durumların ortaya çıktığını ve bu olumsuz durumların sonucunda da kazalar meydana geldiğini ifade etmiştir.

4857 ve 6331 sayılı kanunlar çerçevesinde iş sağlığı ve güvenliği konusunda çıkarılmış yönetmelikler inşaat işçiliği, maden işçiliği gibi tehlikeli ve iş yükü ağır sektörler içerisinde yer alan orman işçiliğini kapsamamaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar ışığında iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin diğer sektörlerde rahatlıkla uygulanabildiği, ormancılık iş kolunun çalışma yaşamı açısından gösterdiği farklı özelliklerden ötürü bu alanda mevzuat hükümlerinin uygulanmasında yetersiz kaldığı görülmektedir.

3. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğinin yeri

Ülkemizde, sağlık ve güvenlik konuları gerek cumhuriyet öncesi, gerekse cumhuriyet sonrası dönemlerde mevzuatta kullanım yeri bulmuş ve 22/05/2003 tarihinde yürürlüğe giren 4857 sayılı "İş Kanunu" ile çalışma hayatının düzenlenmesine dair yükümlülükler getirilmiştir. Bu kanunun iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili olan 5. bölümündeki bazı eklerin yürürlükten kaldırılması ile de, sağlık ve güvenlik konularının daha disiplinli bir şekilde iş hayatında uygulanmasını amaçlayan 20/06/2012 tarihli 6331 sayılı "İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu" Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe konulmuştur.

Türkiye'de "İş Sağlığı ve Güvenliği" konularının temelini teşkil eden hususlar sırasıyla;

- İşyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerinin düzenlendiği 2012 tarihli 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu,
- Borç-alacak ilişkileri, sözleşme şekil ve usullerinin düzenlendiği 2011 tarihli 6098 sayılı Borçlar Kanunu,

- Sosyal sigortalar ile genel sağlık sigortası bakımından kişileri güvence altına alarak sosyal sigorta ve genel sağlık sigortasının işleyişi ile ilgili usul ve esasları düzenleyen 2006 tarihli 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu,
- İşçi ve işverenlerin çalışma ortamlarındaki haklarını ve sorumluluklarını düzenleyen 2003 tarihli 4857 sayılı İş Kanunu,
- Genel esaslar, temel haklar, diğer hak ve ödevler ile genel sağlığın korunması gibi birçok esasın düzenlendiği 1982 tarihli T.C.Anayasası ve halk sağlığının korunmasını ve önleyici yaklaşımları esas alan 1930 tarihli 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu gibi yasalarla güvence altına alınmıştır.

4. Ormanlık sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin yeri

İş sağlığı ve güvenliği hizmetleri birçok sektörü ilgilendiren düzenlemeler içermekte olup, işyeri sağlığı ve güvenliği açısından genelde tehlikeli sınıfta yer alan ormanlık üretim işleri de bu sektörler arasında yer almaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bazı ormanlık işlerine ilişkin tehlike sınıfları listesi (ÇSGB, 2012b).

Tanım	Sınıfı
Ormanı koruma ve bakımı amaçlı orman yolu yapımı ve bakımı faaliyetleri	Tehlikeli
Ormanı yangın ve kaçak kesime (izinsiz kesim) karşı koruma faaliyetleri	Tehlikeli
Ormanı zararlılara (böcek ve hastalıklar) karşı koruma faaliyetleri	Çok Tehlikeli
Ormanda silvikültürel hizmet faaliyetleri (seyreltme, budama, repikaj vb.)	Tehlikeli
Ormanda ağaçların kesilmesi, dallarından temizlenmesi, soyulması vb.	Tehlikeli
Ormanda kesilmiş ve temizlenmiş ağaçların taşınması, istiflenmesi ve yüklenmesi faaliyetleri	Tehlikeli

Yukarıdaki açıklamalardan hareketle, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu içerisinde yer alan ilgili bazı maddeler, 26986 sayılı “Sanayi, Ticaret, Tarım ve Orman İşlerinden Sayılan İşlere İlişkin Yönetmelik” ve yönetmelik ekinde yer alan “Kanunun Uygulanması Bakımından Sanayi, Ticaret, Tarım ve Orman İşleri Listesi” ile 25425 sayılı “ Tarım ve Ormandan Sayılan İşlerde Çalışanların Çalışma Koşullarına İlişkin Yönetmelik” hükümleri, ormancılık sektöründe uygulanacak iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin yasal dayanak noktalarını oluşturmaktadır (ÇSGB, 2015).

Orman işçileri uzun yıllar, İş Kanunu’nun kapsamı dışında kalmışlardır. Bu durum, Temmuz 2003’te yürürlüğe giren 4857 sayılı yasa ile değiştirilerek, elliden fazla işçi çalıştıran işyerlerindeki orman işçileri yasa kapsamı altına alınarak elliden az işçi çalıştıran (50 dahil) tarım ve orman işlerinin yapıldığı işyerleri veya orman işletmeleri yasanın kapsamı dışında bırakılmıştır (Madde 4/b fıkrası). Ancak söz konusu düzenleme, sektördeki küçük işletmelerin yaygınlığı göz önüne alındığında, çalışma hakları açısından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilecek nitelikte değildir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın Ocak 2004 verilerine göre, 2004 yılında Türkiye’de tarım, ormancılık, avcılık ve balıkçılık işkolunda çalışan işçi sayısı toplamı 114.736 kişidir. Sektördeki toplam işyeri sayısı ise, 4.969’dur. Sektörde işletmelerin yaklaşık %88’i, iş sağlığı ve güvenliği açısından risk yüzdesi yüksek olan, 50’den az işçi çalıştıran işyerlerinden oluşmakta bu da yapılan düzenlemenin amaca ulaşmada yetersiz kaldığını göstermektedir (Gökbayrak, 2005). Buna rağmen, yürürlükteki 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nda bu işlerin kanun kapsamına alındığı görülmektedir (Çizelge 3).



Şekil 4. Ormanlık üretim işlerinde farklı iş kazaları.

Çizelge 3. 4857 ve 6331 sayılı kanunların uygulanabileceği faaliyet konuları (ÇSGB, 2015).

4857 sayılı İş Kanunu	6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
Bu Kanun, aşağıda belirtilen istisnalar dışında kalan bütün işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine ve işçilerine faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır:	Bu Kanun; kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dâhil olmak üzere <u>tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır.</u> Ancak aşağıda belirtilen faaliyetler ve kişiler hakkında bu Kanun hükümleri uygulanmaz:
a) Deniz ve hava taşıma işlerinde, b) 50'den az işçi çalıştırılan (50 dahil) tarım ve orman işlerinin yapıldığı işyerlerinde veya işletmelerinde, c) Aile ekonomisi sınırları içinde kalan tarımla ilgili her çeşit yapı işleri, d) Bir ailenin üyeleri ve 3 üncü dereceye kadar (3 üncü derece dahil) hısımları arasında dışarıdan başka biri katılmayarak evlerde ve el sanatlarının yapıldığı işlerde, e) Ev hizmetlerinde, f) (...) (1) çıraklar hakkında, g) Sporcular hakkında, h) Rehabilitasyon edilemler hakkında, ı) 507 sayılı Esnaf ve Sanatkarlar Kanununun 2 nci maddesinin tarifine uygun üç kişinin çalıştığı işyerlerinde.	a) Fabrika, bakım merkezi, dikimevi ve benzeri işyerlerindeki hariç Türk Silahlı Kuvvetleri, genel kolluk kuvvetleri ve Milli İstihbarat Teşkilatı Müsteşarlığının faaliyetleri. b) Afet ve acil durum birimlerinin müdahale faaliyetleri. c) Ev hizmetleri. ç) Çalışan istihdam etmeksizin kendi nam ve hesabına mal ve hizmet üretimi yapanlar. d) Hükümlü ve tutuklulara yönelik infaz hizmetleri sırasında, iyileştirme kapsamında yapılan işyurdu, eğitim, güvenlik ve meslek edindirme faaliyetleri. e) (Ek: 10/9/2014-6552/15 md.)Denizyolu taşımacılığı yapan araçların uluslararası seyrüsefer hâlleri.

Bu kanunun İSG hizmetlerinin sunulmasında ormancılık sektöründe çizdiği sınırların kapsamının daha net anlaşılması amacıyla ilgili maddeler ortaya konulmuştur. Bu kapsamda; 6331 sayılı kanunun 6. maddesi iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri, 7. maddesi ise iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin desteklenmesi ile ilgili bilgiler vermektedir. Buna göre;

Madde 6 – Mesleki risklerin önlenmesi ve bu risklerden korunmasına yönelik çalışmaları da kapsayacak, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin sunulması için işveren;

a) Çalışanları arasından iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve on ve daha fazla çalışanı olan çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde diğer sağlık personeli görevlendirir. Çalışanları arasında belirlenen niteliklere sahip personel bulunmaması hâlinde, bu hizmetin tamamını veya bir kısmını ortak sağlık ve güvenlik birimlerinden hizmet olarak yerine getirebilir. Ancak belirlenen niteliklere ve gerekli belgeye sahip olması hâlinde, tehlike sınıfı ve çalışan sayısı dikkate alınarak, bu hizmetin yerine getirilmesini kendisi üstlenebilir. (Ek cümle: 10/9/2014-6552/16 md.) Belirlenen niteliklere ve gerekli belgeye sahip olmayan ancak 10' dan az çalışanı bulunan ve az tehlikeli sınıfta yer alan işyeri işverenleri veya işveren vekili tarafından Bakanlıkça ilan edilen eğitimleri tamamlamak şartıyla işe giriş ve periyodik muayeneler ve tetkikler hariç iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerini yürütebilirler.

Madde 7 – İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin yerine getirilmesi için, Bakanlıkça aşağıdaki şartlarla destek sağlanabilir:

a) Kamu kurum ve kuruluşları hariç ondan az çalışanı bulunanlardan, çok tehlikeli ve tehlikeli sınıfta yer alan işyerleri faydalanabilir. Ancak, Bakanlar Kurulu, ondan az çalışanı bulunanlardan az tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinin de faydalanmasına karar verebilir.

22/5/2003 tarih ve 4857 sayılı İş Kanununun 111. maddesine dayanılarak hazırlanan, hangi işlerin sanayi, ticaret, tarım ve orman işlerinden sayılacağını düzenleyen 26986 sayılı “Sanayi, Ticaret, Tarım ve Orman İşlerinden Sayılan İşlere İlişkin Yönetmelik” ekindeki Sanayi, Ticaret, Tarım ve Orman İşleri Listesi’nde belirtildiği üzere orman işleri:

- Ormanların korunması, planlanması (amenajman), yetiştirilmesi, işletilmesi, sınırlandırılması çalışmaları, yangınla mücadele çalışmaları, bunlara ait alt yapı çalışmaları ile etüt proje, ağaçlandırma, erozyon kontrolü,

rehabilitasyon, orman içi mera ıslahı, aşılama, tohum ve ağaç ıslahı, tohum toplama, fidan üretimi, tohumlukların tesisi, ormancılık araştırma çalışmaları ile av yaban hayatı çalışmaları, milli park, orman içi dinlenme yerleri ve kent ormanlarının kurulması, bakımı, geliştirilmesi ve korunması işleri, şeklinde ifade edilmiştir.

Ayrıca 4857 sayılı İş Kanunu’nun 111 inci maddesinin ikinci fıkrasına dayanılarak hazırlanan, ellibir ve daha fazla işçinin çalıştığı tarım ve orman işlerinin yapıldığı işyeri veya işletmelerinde iş sözleşmesi ile çalışan işçileri ve işverenleri kapsayan, tarım ve ormandan sayılan işlerde çalışan işçilerin, çalışma koşullarına ilişkin hükümleri, iş sözleşmesi, ücret ve işin düzenlenmesi ile ilgili hususları düzenleyen, 25425 sayılı “Tarım ve Ormandan Sayılan İşlerde Çalışanların Çalışma Koşullarına İlişkin Yönetmelik” hükümleri şu maddeleri içerir:

- Madde 4. (İş Sözleşmesi)
- Madde 5. (Ücret Ödenmesi)
- Madde 6. (Ücret Hesap Pusulası)
- Madde 7. (Günlük ve Haftalık Çalışma Süresi)
- Madde 8. (Fazla Çalışma)
- Madde 9. (Ara Dinlenmesi)
- Madde 10. (Çalışma Çizelgesi)
- Madde 11. (Duyuru)
- Madde 12. (Hafta Tatili ve Ücreti)
- Madde 13. (Genel Tatil ve Ücreti)
- Madde 14. (Yıllık Ücretli İzin)

Ek olarak; orman işçiliği halen yürürlükte olan 6831 sayılı Orman Kanunu’nun 40. maddesiyle düzenlenmiş olup, “Devlet ormanlarında ağaçlandırma, bakım, imar, yol yapımı, kesme, toplama, taşıma, imal gibi orman işleri; işyerinin ve işyerinde çalışacakların hangi mülki hudut ve orman teşkilatı hudutları içinde kaldığına bakılmaksızın, öncelikle işyerinde veya civarındaki orman köylülerini kalkındırma kooperatiflerine ve işyerindeki köylülere veya işyeri civarındaki orman işlerinde çalışan köylülere, işyerine olan mesafeleri ile işgüçleri dikkate alınarak gördürülür.” şeklinde ifade edilmektedir.

Ancak, tüm bunlara rağmen;

6831 sayılı Orman Kanunu’nun 40. maddesi hükümlerine göre, Devlet ormanlarında yapılacak ağaçların kesilmesi, sürütülmesi, taşınması gibi üretim işleri köylülere ve orman kalkındırma kooperatiflerine öncelikli olarak

vahidi fiyat (birim fiyat) esasına göre istisna akdi hükümleri çerçevesinde yaptırılmaktadır. Vahidi fiyat yöntemiyle yaptırılan orman üretim işlerinde çalışan ile idare arasında bir hizmet sözleşmesi (hizmet akdi) ilişkisi olmadığı gibi işçi-işveren ilişkisinden de bahsetmek mümkün değildir. Ayrıca gerçek kişi olan köylüler ile orman kalkındırma kooperatiflerine birim fiyatla yaptırılan üretim işleri de istisna akdi çerçevesinde değerlendirilmekte ve uygulamalar da bu doğrultuda olmaktadır (Şekil 5).

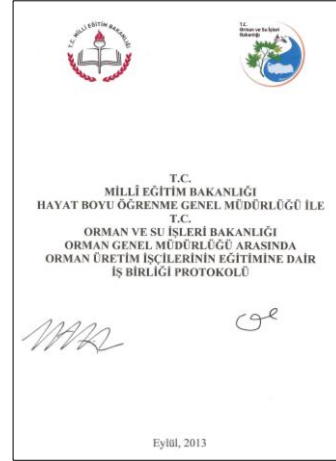
Ek olarak; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun amaç, kapsam ve tanımlar başlığının 1. maddesinde işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerinin düzenlendiği ifade edilmiş, 2. maddesi (ç) bendi gereği "çalışan istihdam etmeksizin kendi nam ve hesabına mal ve hizmet üretimi yapanlar" bu kanundan istisna tutulmuştur. Bir işverene bağlı olarak ücretli çalışanlar, SSK kapsamında değerlendirilirken, bağımsız çalışanların sosyal güvencesi, 2926 sayılı Tarımda Kendi Adına ve Hesabına Çalışanların Sosyal Güvence Yasası kapsamında Bağ-Kur tarafından sağlanmaktadır. Bu parçalı yapı, aynı risk altında olan kişilere farklı güvence düzeyleri sunulması gibi hakkaniyet açısından olumsuz bir tabloyu ortaya çıkarmaktadır. Özel olarak ormancılık sektöründe, genel olarak tarım sektöründe çalışanların sosyal güvenliği tam olarak sağlanamamakta, yapılan düzenlemeler bir bütünlükten çok farklılaşmayı beraberinde getirmektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasının temel nedeni ise, sektörde çalışmanın mevsimlik niteliğinin ağır basması, istihdam statülerinin birbirine geçişken oluşu nedeniyle, sigortanın kuruluş ve yönetimini engelleyen birçok sorunun olmasıdır.

Bütün bunlar değerlendirildiğinde, birim fiyatla yaptırılan kesme, sürütme, taşıma gibi üretim işlerinde, işverenin gözetim ve denetimi altında ve işverene bağlı olmadan kendi nam ve hesaplarına çalışan köylüler ile orman kalkındırma kooperatifleri üyeleri için 6331 Sayılı Kanun hükümlerinin uygulanmayacağı hususu net olarak ifade edilmektedir.

Buna rağmen, her ne kadar 6331 sayılı Kanun kapsamında değerlendirme yapılsa da Orman Genel Müdürlüğü tarafından daha önceden uygulanan veya son dönemlerde programa alınan hususlarda çalışmaların devam etmesi, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilmesi, karşılaşılabilecek sağlık ve güvenlik riskleri, koruyucu ve önleyici tedbirler, koruyucu donanım ve ekipmanın kullanılması, ilk yardım, olağan dışı durumlar,

afetler ve yangınla mücadele ve tahliye işleri gibi belirtilen konularda tedbirler alınması hususunda uzman kişilerce eğitimlerin verilerek çalışanların bilgilendirilmesi ve kontrollerin yapılması uygun görülmüştür.

Bu kapsamda, 2014 yılından itibaren üretim işlerinde 6331 sayılı yasanın uygulanması amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile Milli Eğitim Bakanlığı arasında yapılan protokol çerçevesinde 5 yıllık bir program dahilinde ülke genelindeki tüm üretim işçilerinin eğitilmesi çalışmalarına başlanılmış, verilen eğitimlerde de özellikle iş tekniği ile iş sağlığı ve güvenliği konuları üzerinde durulmaktadır. Söz konusu bu programa dahil olan köylü ve orman kalkındırma kooperatifleri üyelerinden eğitime katılanların kayıtları ilgili birimlerde dosyalarında saklanmaktadır. Ayrıca, üretim işini alan köylü ve orman kalkındırma kooperatiflerine iş taksimi yapıp bölme teslimi edilirken; çalışmaya başlandığında gerekli güvenlik önlemlerinin alınması, kişisel koruyucu donanım ve iş elbiselerinin kullanılması gibi konularda gerekli uyarılar yapılmakta ve kişilere tebliğ edilerek uyarıların yapıldığı ve sorumluluğun kendilerine ait olduğu hususu imza altına alınarak üretim dosyalarında saklanmaktadır. Çalışmanın devam ettiği dönemlerde zaman zaman yapılan denetimlerde de uyarılan konularda gerekli önlemler alınmadıysa tekrar uyarılar yapılmakta ve kayıt altına alınmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Orman üretim işçilerinin eğitilmesine dair işbirliği protokolü.



Şekil 5. İstif yerinde yükleme-boşaltma işinde çalışan orman işçileri.

5. Tartışma ve sonuç

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin, ancak işçi-işveren-devlet üçlüsünün ortaklaşa anlayışı ile etkin hale getirilebileceği bir gerçektir. Ancak diğer sektörler ile kıyaslandığında ormancılık sektöründe bu üçlü mekanizmanın farkındalık oluşturmaktan ileri gidemediği görülmektedir. Bu durum, ormancılık iş kolunun çalışma yaşamı açısından gösterdiği farklı özelliklerden kaynaklanmakta, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu hükümlerinin bu alanda uygulanmasına engel teşkil etmektedir. Sonuçta, diğer bütün etkenler dikkate alınmadan, ormancılıkta iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin iyileştirilmesine yönelik sağlanan yasal fakat bağlayıcı niteliği olmayan önlemler ile uygulama gerçekçi, planlı ve projeli olarak ele alınamamakta, beklenen sonuca varılamamaktadır.

Vahidi fiyat olarak adlandırılan düzende köylüler, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) idaresindeki ormanlarda, OGM'nin ağaçlarını, OGM adına kesip, OGM'nin belirlediği şekilde tomruk, maden direği vb. ürünlere ayırmış, OGM'nin rampa ve depolarına taşımış, bu depolarda istif tasnif işlerini yapmış fakat kendi nam ve hesabına çalışan "işveren" olarak adlandırılmışlardır. Çalışma alanı olan ormanlar ise, kanunda işyeri tanımı içerisinde yer almamış, tarımsal işletme olarak da görülmemiştir. Bunun sonucunda ise, çalışanların iş güvenliklerinin ve sosyal güvencelerinin sağlanması da verilen eğitimler neticesinde denetim mekanizmasının uygulanması ile işçinin kendi sorumluluğuna bırakılmıştır. Eğitim alma fırsatını yakalayamamış geleneksel metotlara göre çalışan orman köylüsüne, iş güvenliği, sosyal güvence, doğru hasat teknikleri vb. konularda eksikliklerini gidermesi için uygulanan programlar ve verilen eğitimlerle orman işçisi sorumlu yapılmıştır. Diğer sektörlerde nazaran bu sektörde, mevsimlik çalışmanın ağır basması, istihdam statülerinin birbirine geçişken oluşu nedeniyle, sigortanın kuruluş ve yönetimini engelleyen birçok sorunun ortaya çıkması kaçınılmaz olmuş, kendi adına ve hesabına çalışanların sosyal güvenliğinin Bağ-kur kapsamında değerlendirilmesi sonucu bu sektörde çalışanların sosyal güvenliği tam olarak sağlanamamaktadır. Bu durum, iş kazaları ve meslek hastalıkları konusunda ilgili önlemlerin alınması ve uygulanması için gerekli özenin gösterilmesine engel teşkil etmiştir.

Bu amaçla, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için üretim işlerinin (kesim, tomruklama, bölmeden çıkarma, nakliyat vb), genelini okur-yazar olmayan ya da ilkokul mezunlarının oluşturduğu orman işçilerinden ziyade üretim teknikleri, işçi sağlığı, sosyal güvenlik ve iş etüdü hakkında eğitim görmüş mühendis, uzman personel ve yöneticilerin aktif sorumluluğunda gerçekleştirilmesine özen gösterilmelidir. Ormanlarda çalışmanın kendine özgü doğası nedeniyle, bu alanlarda işçi sağlığı ve güvenliği açısından yerel düzeydeki koşullara uygun özgül örgütlenmeler sağlanmalı, bu örgütlenmeler farklı disiplin alanlarından gelen uzmanların oluşturduğu, sürekli risk analizleri ve buna uygun eylem programlarının yapıldığı, tehlikelerin kaynağında belirlenerek önlenmeye çalışıldığı ve bu konularda sürekli olarak işveren ve işçilere, risklere karşı korunma konusunda eğitimlerin yapıldığı birimler şeklinde olmalıdır. Yapılacak

düzenlemelerle sektörde iş kazası ve meslek hastalıkları riskini arttıran bir unsur olan fazla çalışmanın ortadan kaldırılması ve / veya rotasyon yöntemi ile işçilerin çalışması sağlanmalı, sektörde çalışmanın zorlu doğası gereği her şeyden önce bünyeye elverişli olanların işe alınması ve işe alınanların da periyodik kontroller ile izlenmesi sağlanmalıdır. Sağlık hizmetlerine sağlanmasında ise, en çabuk ve etkin ulaşımı sağlayacak gezici hizmet sistemlerinin kurulması, acil durumlar için büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca, bu sektörde çalışanların sosyal güvenliğinin tam olarak sağlanabilmesi ve sağlıklı istatistikleri verilere ulaşılabilmeye adına, yapılacak bir düzenleme ile orman işçilerinin OGM adına çalıştıkları süreleri kapsayan sigortalama olanakları yaratılarak OGM'nin ödeyeceği bu sigorta primleri ile tarımsal çalışmalardan gelebilecek primleri birleştirmek ve hatta bu primleri isteğe bağlı sigorta uygulaması ile bütünleştirebilmek imkanı sağlanmalıdır. Bu durum köylülerin olaya daha bilinçli yaklaşmasını sağlayarak, "profesyonel orman işçilerinin" yolunu açacak ve bugün OGM'nin aradığı vasıflı işgücü sorunu bu kadar büyümeyecek, kırsal göç bu kadar şiddetli yaşanmayacaktır.

Sonuç olarak, ormancılık sektöründe bütün çalışma alanlarına ve çalışma koşullarına uygun olacak, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin bilinçli bir şekilde yürütülmesini sağlayacak yasal düzenlemenin yapılması ve ilgili yönetmeliklerin çıkarılarak uygulamaya konulması gerekli olmaktadır.

Kaynaklar

- Akyüz, N., 1980. Herkes İçin İş Güvenliği, Arpaz Matbaa, İstanbul.
- Acar, H.H., Topalak, Ö., Eroğlu, H., 2002. Ormancılığımızda kullanılması gereken koruyucu elbise ve ekipmanların Uluslar Arası Çalışma Örgütü (ILO) Standartları açısından değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi ISSN: 1302-7085, A(1):121-133.
- ÇSGB, 2015. Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. Mevzuat Bilgi Sistemi, <http://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim: 14.01.2015.
- ÇSGB, 2014. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Çalışma Hayatı İstatistikleri, <http://www.cs.gb.gov.tr/cs.gbPortal/cs.gb.portal? page=istatistik>, Erişim: 14.01.2015.
- ÇSGB, 2012a. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu, 2012, Sayı:28339, Kanun No:6331 <http://www.resmi.gazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>, Erişim: 28.02.2015.
- ÇSGB, 2012b. İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliğ., Sayı:28509. http://www.isguvenligi.net/wp-content/uploads/mevzuat/26_ARALIK_TEBLIG.pdf, Erişim: 28.02.2015.
- Enez, K., Acar, H.H., Topbaş, M., Arıcak, B., 2011. Ormancılıkta kişisel koruyucu elbiselerin ve ekipman kullanım durumları ile meslek kazası geçirme durumlarının değerlendirilmesi, 17.Ulusal Ergonomi Kongresi, 14-16 Ekim 2011, Eskişehir, s.721-731.

- Gökbayrak, Ş., 2005. Orman işçilerinin çalışma koşullarından kaynaklı risk faktörleri üzerine bir inceleme. Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi. Çalışma Ortamı, Sayı: 78, Ankara.
- Menemencioglu, K., 2012. Tarım ve orman işçiliğinde çalışma yeri koşulları ve karşılaşılan sorunlar, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (2): 72-76.
- Menemencioglu, K., 2006. Ormancılıkta üretim işlerinde çalışma koşulları ve iş kazaları üzerine araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 1302-7085, A(2):1-12.
- TÜİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, İş kazaları ve İşe bağlı sağlık problemleri araştırma sonuçları 2013. s.5-9.

Nanoselüloz üretim teknolojisi

Ayhan Tozluoğlu^{a,*}, Yalçın Çöpür^a, Ömer Özyürek^a, Sema Çıtlak^a

Özet: Son yıllarda teknolojik gelişmeler nanoteknoloji çalışmalarıyla büyük bir atılım göstermiştir. Konu ile ilgili olarak ülkemizde medikal ve tekstil alanlarındaki araştırmalar dikkat çekmektedir. Buna karşılık orman ürünleri alanındaki araştırmalar dünya bazında önem kazanırken ülkemizde konu hakkında oldukça kısıtlı araştırmalar yürütülmektedir. Bu derlemenin amacı orman ürünleri alanında çalışma yapan araştırmacıları nanoselüloz konusunda bilgilendirmektir. Bu derleme kapsamında odunun ana kimyasal bileşenlerinden biri olan selülozun nano boyuta indirilmesi, elde edilen nanoselülozların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve kullanım alanları detaylı olarak irdelemiştir.

Anahtar kelimeler: Nanoteknoloji, Nanoselüloz, Kağıt, Malzeme

Nanocellulose production technology

Abstract: In recent years, technological developments in the area of nanotechnology have dramatically improved the technology. Some research have particularly been accomplished on medical and textile industries in Turkey. Even studies in forest industry on the subject have gained importance in the world, there is so limited research in Turkey. The aim of this review is to inform researches specifically studying on wood science about nanocellulose production and uses. This review includes methods of nanocellulose production from wood cellulose and its physical and morphological and chemical properties. In addition, the nanocellulose utilization areas are detailed.

Keywords: Nanotechnology, Nanocellulose, Paper, Material

1. Giriş

Geçmişten günümüze kadar yapılan tüm çalışmalar insanoğlunun doğayı işleyebildiği oranda medeniyetleştğini göstermektedir. Özellikle yakın zamanda bilim ve teknolojide yaşanan gelişmeler inanılmaz bir seviyeye ulaşmıştır. 1800'lerde yaşanan sanayi devrimi, 1900'lerin başında otomotiv alanında yaşanan büyük gelişmeler ve 1950'lerde fizikte kuantum mekaniği kuramlarının ortaya çıkması ile beraber bilgisayar sektöründe görülen inanılmaz hızlanmalar, bilişim devrimi diyebileceğimiz önemli yenilikler olarak dikkat çekmektedir. Yaşanan bu gelişmeler ile birlikte insanoğlunun malzemeye olan ilgisi gittikçe artmış ve malzeme teknolojisinin toplumların kalkınmasında büyük bir potansiyele sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Günümüzde nanoteknoloji olarak adlandırılan ve maddeyi atomik boyutlarda inceleyip işleme esasına dayanan bu yeni devrim ise oldukça yeni ve tüm dünya bilim adamlarınca araştırma konusu olmuştur. İnsanoğlu son 60 yıl içerisinde metre-milimetre büyüklüğündeki malzemeyi çeşitli yöntemlerle şekillendiren imalat teknolojisinden, atomik düzeyde malzemeyi tasarlayıp yeni moleküller oluşturmaya yönelik bir imalat yöntemine geçmiş ve nanoteknoloji ile tanışmıştır.

Nanoteknoloji günümüzde internetin icadından sonra endüstriyel üretim uygulamalarında en büyük buluş ve bilim adamlarınca ikinci sanayi devrimi olarak kabul edilmektedir. Nanoteknoloji içinde bulunduğumuz yüzyılda global ekonomik büyüme ve gelişmede kritik bir rol

üstlenmektedir. Nanoteknoloji araştırmaları için gelişmiş ülkelerde kamu sektörü oldukça fazla sayıda yatırımlar yapmaktadır. Örneğin ABD'nin Federal Araştırma Fonu (NSF), nanoteknolojinin gelecek yıllar içerisinde birçok kişiye yeni iş alanı oluşturacağını tahmin etmekte olup bu sektöre önümüzdeki yıllarda ortalama 1 milyar \$/yıl bütçe ayracağını bildirmiştir (Candan, 2011). Nanoteknoloji ülkeler için stratejik bir önem taşımaya başlamış olmakla birlikte, gelişmiş ülkeler öncelikli alanlarını belirleyip çalışma ve eğitim programlarını geliştirirken, ülkemizde ise nanoteknoloji araştırmalarının çoğu kurumsal ya da bireysel düzeyde devam etmektedir. Geleceğin teknolojisi olarak kabul gören nanoteknoloji dalında çağın gerisinde kalmak istemeyen ülkemiz, çeşitli ulusal programlar ve yatırımlar ile henüz dünya çapında emeklemekte olan bu teknolojide rekabet edebilecek düzeye gelmek istemektedir. Konu ile ilgili olarak TÜBİTAK tarafından hazırlanan Vizyon 2023 Programına Nanoteknoloji konuları öncelikli alanlardan biri olarak kabul görmüştür.

Ülkemizde hâlihazırda medikal ve tekstil alanlarında konu ile ilgili araştırmalar üniversiteler ve kurumlar bağlamında devam etmektedir. Orman ürünleri alanında nanoteknoloji araştırmaları yapan kurum ve/veya firma sayısı ise yok denecek kadar azdır. Ahşap kompozit levha ve mobilya endüstrisinde yaygın kullanılan termoset ve termoplastik tutkallar, boya, vernik gibi malzeme özellikleri nanopartiküllerin belirli oranlarda bu ürünlere katılması ile geliştirilmektedir (Candan, 2011). Diğer bir çalışmada selülozik nano/makro partiküller ile desteklenmiş stiren

✉ ^a Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Konuralp Yerleşkesi, Düzce

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ayhantozluoglu@düzce.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.10.2014, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.06.2015



Citation (Atıf): Tozluoğlu, A., Çöpür, Y., Özyürek, Ö., Çıtlak, S., 2015. Nanoselüloz Üretim Teknolojisi. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 203-219.

DOI: [10.18182/tjf.09718](https://doi.org/10.18182/tjf.09718)

maleik anhidrit (SMA) kompozitlerinin köpüklendirilmesi ve karakterizasyonu araştırılmıştır (Aydemir, 2012). Bir diğer çalışmada ise kavak odunundan nanokristalit üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen nanokristalit morfolojik yapısı incelenmiştir (Özmen vd., 2013). Buna karşılık yaygın uygulama alanına sahip olan ve bol miktarda ve süreklilik arz eden biyokütleden nanoselüloz üretimi konusunda ülkemizde henüz herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Nanoselüloz lignoselülozik hammadde kaynaklarından elde edilebilen ve fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri dolayısıyla elde edilen son ürünlere olumlu etkiler kazandıran ve orman ürünleri alanında bu potansiyeli ile büyük önem arz eden bir hammadde kaynağıdır. Bu çalışma kapsamında ise nanoselülozun üretim yöntemleri ve kullanım yerleri hakkında detaylı bilgiler verilecek olup edinilen bilgilerin ülkemizde bu alanda yürütülecek çalışmalara kaynak olacağı düşünülmektedir.

2. Literatür özetleri

2.1. Nanoteknoloji

Yunanca “nannos” kelimesinden gelen ve “cüce” anlamı taşıyan nano, bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri olarak tanımlanmakta ve genellikle metre ile birlikte kullanılmaktadır. Nanometre, 5 ila 10 atomun ardı ardına dizilmesinden oluşan, metrenin 1 milyarda biri ölçüsündeki uzunluğu temsil etmektedir. İnsan saç telinin çapının yaklaşık 50 bin, dna molekülünün ise 2,5 nanometre olduğu düşünüldüğünde, oldukça küçük bir ölçekten bahsedilmektedir (Poole ve Owens, 2003).

Nanoteknoloji ise en az bir boyutu nanometre ölçeğinde olan materyal ve aletlerin tasarımı, sentezi, karakterize edilmesi ve uygulanmasıyla ilgili mühendislik ve bilim dalı şeklinde tanımlanır. Nanometre ölçekli yapıların analizi, nanometre boyutunda yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması, nanometre ölçekli yapıların imalatı, nano hassasiyetli cihazların geliştirilmesi, uygun yöntemler bulunarak nanoskopik ve makroskopik dünya arasındaki bağın kurulması, nano ölçekli cihazların geliştirilmesi nanoteknolojinin başlıca amaçları arasında yer almaktadır (Poole ve Owens, 2003).

Malzemelerin nano-boyutta makrodünyadan farklı davranmaları nanoteknolojiyi ilginç kılan bir unsur haline dönüştürmektedir. Külçe şeklindeki altın başka maddelerle reaksiyona girmek istemezken, nanoboyuttaki altında bu durumun tam tersi gözlemlenmektedir. Kuantum etkileri yüzünden maddeler, nanoboyutta farklı özellikler göstermektedir. Bu özellik yüzünden, bilim adamları malzemelerin nanoboyuttaki hallerini araştırıp, sorunlara çözüm bulmaya çalışmaktadırlar (Buzea vd., 2007).

Nanoteknoloji gelecekte insanlığın kökten değişimlere hazırlıklı olması gerektiğini şimdiden birçok uygulaması ile göstermektedir. Herkesin kendi bilgisayarını ürettiği ve emirler verdiği sistemler düşleyelim. Atomların sonsuz kere tekrar tekrar dönüştürülebilir olması ile birlikte sermayeler, para birimleri, ticaret hayatı ne şekilde şekillenir; bunlar da merak konusudur. Bilim adamlarının hayal ve bilgi dünyasına açık birçok yenilikle, belki de doğada taklit edilemeyen hiçbir şey kalmayacak. Maddelerin nano dünyalarının makro dünyalarından farklı olduğunu

düşündüğümüzde kimyasal birçok reaksiyonun da açığa çıkma olasılığı doğmuş olacaktır (Taniguchi, 1974).

2.1.1. Nanoteknolojinin tarihsel gelişimi

Nanoteknoloji kelimesini ilk defa kullanan Tokyo Bilim Üniversitesi'nden Norio Taniguchi olmuştur. 1974'de yayınlanan bir makalede Taniguchi'nin tanımı şöyledir: "Nanoteknoloji" genel olarak malzemelerin atom ya da molekül işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulmasıdır." Nanoteknoloji, kelimesinin ortaya çıkmasından önce fikir olarak dile getirilmiştir. Bunlardan en erkeni Richard Feynman'ın "Aşağıda Daha Çok Yer Var" adlı konuşmasıdır. Feynman bu konuşmasında atomları ve molekülleri kontrol etmeyi becerebileceğimizden, bunu yapabilmek için de yeni aletlere ihtiyacımız olduğundan bahsetmiştir. Atomik seviyede yer çekimi kuvvetinin öneminin azalacağına, Van der Waals gibi zayıf kuvvetlerin öneminin artacağını da belirtmiştir. Feynman'ın yanında bir başka bir bilim adamı ise Eric Drexler'dir. 1986'da yayınladığı "Yaratma Motorları: Nanoteknolojin Yaklaşan Devri" ve "Nanosistemler: Moleküler Mekanizmalar, Üretim ve Hesaplama" kitaplarında istediğimiz maddeyi atom atom dizerek oluşturan nanorobotların varılabileceğini ispat etmeye ve bu teknolojinin etkilerini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Ayrıca "Yaratma Motorları: Nanoteknolojin Yaklaşan Devri" yayınlanan ilk nanoteknoloji kitabıdır. Nanoteknolojinin gelişmesini sağlayan buluş ise Tarama Tünelleme Mikroskobu'nun keşfedilmesidir. Bu mikroskop sayesinde iletken bir yüzeydeki atomların yerleri değiştirilebilmiştir. Bu gelişmeyi 1986'da fullerinelerin ve karbon nanotüplerin keşfi izlemiştir. 2000'de ABD'nin nanoteknolojiye yatırım yapması sonucu tüm Dünya'nın birçok ülkesinde nanoteknoloji araştırmaları başlamıştır (Taniguchi, 1974; Edwards, 2006).

Son yıllarda nanoteknoloji alanındaki hızlı gelişmeler bu teknoloji ürünlerinin günlük yaşantımıza daha fazla oranda girmesine yol açmaktadır. 2011 yılında nano materyallerin dünyadaki üretimi 1.7 milyar \$ ve son 5 yıl içerisindeki büyüme oranı %10.4 olarak tespit edilmiştir. 2016 yılı itibarıyla ise nano materyal pazarının artan uygulama alanları potansiyeline bağlı olarak 5.8 milyar \$ ve büyüme hızının %23'lere ulaşacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2011). Bugün itibarıyla 1000'den fazla çeşit nanoteknoloji ürününün günlük kullanılan ürünler arasında yerlerini aldığı görülmektedir. Kir tutmaz bebek elbiseleri, leke tutmaz masa örtüleri, su tutmaz-ıslanmaz-kirlenmez boyalar, tıraş losyonları, güneş kremleri, hatta tanı ve tedavi amacıyla yapılan bir takım ilaç-tıbbi uygulamalar bunlardan bazılarıdır. Nanoteknolojiye dayalı ekonominin 2015 yılında 1 trilyon doları aşacağı tahminleri yapılmaktayken, bu beklentinin 3 trilyon doları aşacağı ifade edilmeye başlanmıştır (Roco, 2005; Anonim, 2008). Nanoteknolojideki bu akıl almaz hızlı gelişmeler bu teknolojinin özünü oluşturan nanopartiküllere dikkatleri çevirmiş ve ilk deneysel gözlemler bu kuşkuyla haklı çıkaracak boyutlara ulaşmaya başlamıştır.

2.1.2. Nanoteknolojinin kullanım alanları

Nanoteknolojinin alanı oldukça geniş ve genişlemektedir. Günümüzde fizik, kimya, biyoloji, bilgisayar, malzeme bilimi, elektronik gibi alanlarda

kullanımının yanında, tıp alanında da oldukça çarpıcı gelişmelere imkân sağlamaya başlamıştır. Bunun yanında, her yeni teknolojiye olduğu gibi, nanomalzemelerin de sağlık ve çevre üzerindeki etkileri merak edilmektedir (Anonim, 2005).

Bu teknolojiyle üretilebilecek birçok mikroskobik aygıtlar belki de damarlarımızda dolaşacak ve birer uzman gibi tedavi sağlayacaklardır. Nano boyuta sahip yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması ile yeni bir nanoskopik dünya ile bir köprü kurulabilecektir. Nanomateryallerin üretimi ile birlikte çok daha dayanıklı ulaşım araçları ve kirlenmeyen, paslanmayan eşyalar; hatta kendi kendini temizleyen giysiler üretilebilecektir. Gelecekte en büyük sorunlardan biri olacak olan kullanılabilir su kaynakları da, bu teknoloji ile kendisini yenileyebilecektir. Belki de yakın bir tarihte insan vücudunda çalışabilecek biyolojik ve farmakolojik bilgisayarlar bu şekilde üretilebilecektir (Anonim, 2013a).

Nanoteknolojinin kullandığımız aletler, bilgisayarlar, yapılar, elbiseler ve materyalleri değiştirecek ve yeni ürünler, piyasalar ve yaşam tarzını gündeme getireceği yapılan birçok çalışma ile desteklenmekte olup devlet ya da devlet büyüklüğündeki işletmeler nanoteknolojiyi mutlaka bir adım ileriye götürecek atılımlar içerisinde olmak zorundadırlar.

2.2. Nanomateryallerin üretim teknikleri

Nanomateryallerin elde edilmesinde 2 yöntem bulunmaktadır. Aşağıdan yukarıya (bottom-up) (Picciotto vd., 2007; Balzani, 2008) ve yukarıdan aşağıya (top-down) (Serkov, 2008) olarak adlandırılan bu iki yaklaşım şu şekilde özetlenebilir. Bottom-up; Aşağıdan yukarıya yaklaşım (küçükten-büyüğe) moleküler nanoteknolojiyi belirtir ve organik veya inorganik yapıları, maddenin en temel birimi olan atomlardan başlayarak atom atom, molekül molekül inşa edilmesi yöntemini ifade eder. Bu metot kimyasal sentez veya tam kontrollü mineral gelişime dayalı kimya ve fizik türevli teknolojileri kullanır (Kelsall vd., 2005). Top-down ise; yukarıdan aşağıya yaklaşımı (büyükten-küçüğe), makineler, asitler ve benzeri mekanik ve kimyasal yöntemler kullanılarak nano yapıların fabrikasyonu ve imal edilmesi yöntemlerini ifade eder. Makroskopik materyallerin nano boyuta dönüşümünde kullanılan mekaniksel (öğütme), kimyasal (kısmi asit veya baz hidrolizi), enzimatik (selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignini hidrolize eden enzim muameleleri) ve fiziksel (iyon saçılımı ve yüksek güçlü lazerleri kullanan teknikler) metotları kapsar. Teknolojinin bugünkü seviyesi sebebi ile yapılan çalışmaların birçoğu yukarıdan aşağıya (Top-down) klasmanında değerlendirilmektedir (Kelsall vd., 2005).

2.3. Nanolifler

Nanolifler insan saç telinden birkaç bin kez daha küçük (<100 nm) yapılar olmakla birlikte yalnızca elektron mikroskobu altında tespit edilebilirler. Benzersiz özelliklere sahip olup, bu yapıları çou kez geleneksel fizik kurallarıyla tanımlamak imkânsızdır. Nanolifler geniş bir yüzey alanına sahip olmakla birlikte 1 m²'si 0.1-1 gram ağırlığında gelmektedir (Anonim, 2007).

Nanolifler çoğunlukla polimer solüsyonlarının (PVA (Anonim, 2006) ve PLA (Yamashita vd., 2007) gibi sentetik

polimerler veya bunların karışımları ve selüloz, çitosan, keratin, nişasta veya bunların karışımlarını kapsayan işlenmiş hammaddeler) elektro çekim metodunu kapsayan bottom-up teknolojiyle elde edilmektedir (Fan vd., 2009; Cardamone ve Martin, 2008; Martin vd., 2011; Adomavičiūtė vd., 2009; Alemdar ve Sain, 2008; Šukytė vd., 2010).

Nanoliflerin elde edilmesinde top-down üretim teknikleri de kullanılabilir. Bu durumda biyokütle içerisindeki doğal lifler termal, kimyasal (Fujisawa vd., 2011; Isogai vd., 2011; Iwamoto vd., 2010) veya biyoliflendirme (Hayashi vd., 2005) gibi biyoteknolojik yöntemler kullanılarak nano boyuta parçalanmaktadır.

2.4. Selüloz kaynaklı nanolif üretimi

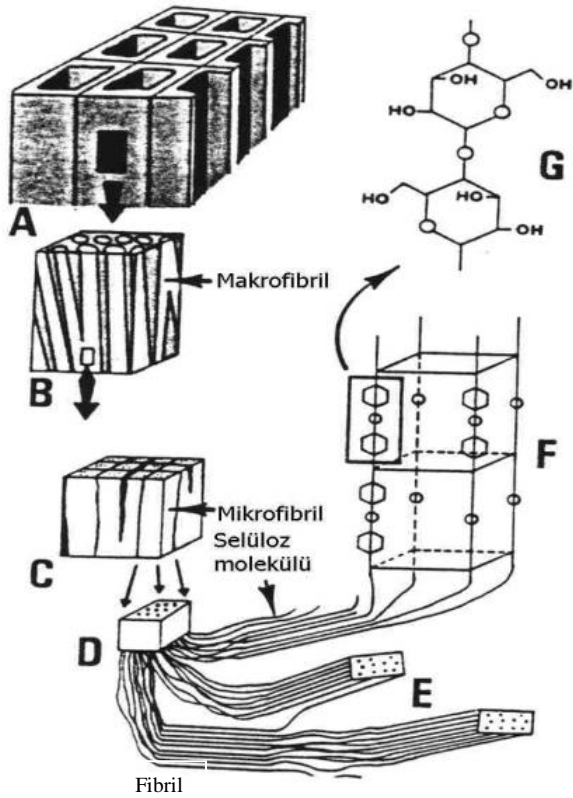
Odun lifleri hücre çeperinin temel bileşenleri selüloz, hemiselüloz (polyoz) ve lignindir. Bunlar büyük molekülü, yapısal olarak kompleks ve güçlükle analiz edilebilen bileşiklerdir. Hücre çeperinin iskeleti selüloz fibrillerinden (lifleri) meydana gelir. Hemiselüloz, lignin ve pektin buna karşın bu iskeleti çevreleyen ve boşlukları dolduran ara maddeyi meydana getirmektedirler.

Selüloz sistemi, glukoz anhidrit birimlerinden (C₆H₁₀O₅) oluşan zincir biçimindeki selüloz moleküllerinden meydana gelmektedir. Bir selüloz molekülünde ortalama 10.000 glukoz birimi bulunur. Selüloz molekülleri demetler biçiminde bir araya gelerek daha büyük yapılar meydana getirir ve bu yapılar genel olarak fibril olarak isimlendirilmektedir. En küçük demet, elementer fibril olarak adlandırılmakta ve çapı 3.5 nm olup, aynı yönde uzanan 40 selüloz molekülünden meydana gelmektedir. Elementer fibriller de bir araya gelerek daha büyük demetleri, mikro fibrilleri oluştururlar. Onlarda bir araya gelerek lamelleri meydana getirmekte olup, lameller ışık mikrobıyla görülebilirler. Şekil 1'de selüloz molekülünden makrofibrillerin meydana gelmesi görülmektedir.

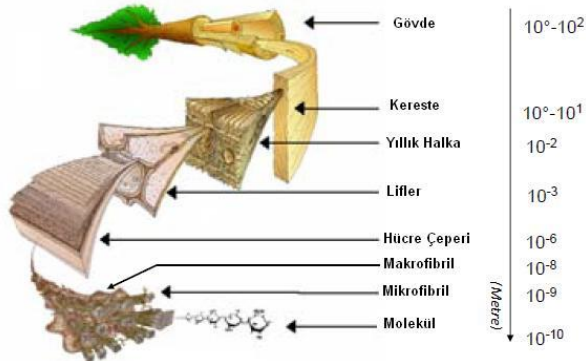
Elektron mikroskobu ile görülebilen en küçük yapısal birim mikrofibrildir (Şekil 2). Mikrofibrillerin yapısına ilişkin görüşler arasında farklılıklar bulunmakta olup bazı araştırmacılara göre mikrofibriller silindirik olup, çapı 20-30 nm, diğerlerine göre ise yassı bir şerit biçimindedir. Şeridin genişliği 10-30 nm, kalınlığı 5-10 nm ve uzunluğu ise birkaç mikrondur. Mikrofibriller arasında dar koridorlar yer almakta ve genişliği 10 nm olan bu aralıkları lignin ve diğer ara maddeler doldurmaktadır. Ayrıca mikrofibrillerin içinde kapılar boşluklar (genişlik 1 µm) yer almakta ve bu boşluklara sadece su ve diğer küçük molekülü bileşikler girebilmektedir.

2.5. Nanoselüloz

Nanoselüloz mikrofibrillenmiş selüloz (MFC), nanokristalin selüloz (NCC) ve bakteriyel nanoselüloz (BNC) olmak üzere üç farklı tipte üretilmekte ve bu ürünler farklı boyutlarda olup, farklı özellikleri ve farklı üretim metotlarını kapsamaktadırlar (Çizelge 1).



Şekil 1. Selüloz moleküllerinin oluşturduğu elementer fibriller (Deniz ve Hafizoğlu, 2012)



Şekil 2. Ağaçtan selüloza yapısal birimler (Da Silva Perez ve Dufresne, 2009)

BNC *Gluconacetobacter (Acetobacter xylinum)* türü aerobik bir bakteri türünden elde edilmektedir. BNC diğer iki nanoselüloz türünden farklı olarak "biyoteknolojik build-up" yöntemleriyle elde edilmektedir. MFC ve NCC ise mikrofibriler materyalleri ayırmak ve izole etmek için doğal liflerin delaminasyonu ile elde edilmektedirler. Lifler ise odun ve odun bazlı hammaddelerde birbirlerine sıkı bir şekilde bağlanmakta ve bu yapıyı dağıtmak ancak iki şekilde mümkün olabilmektedir.

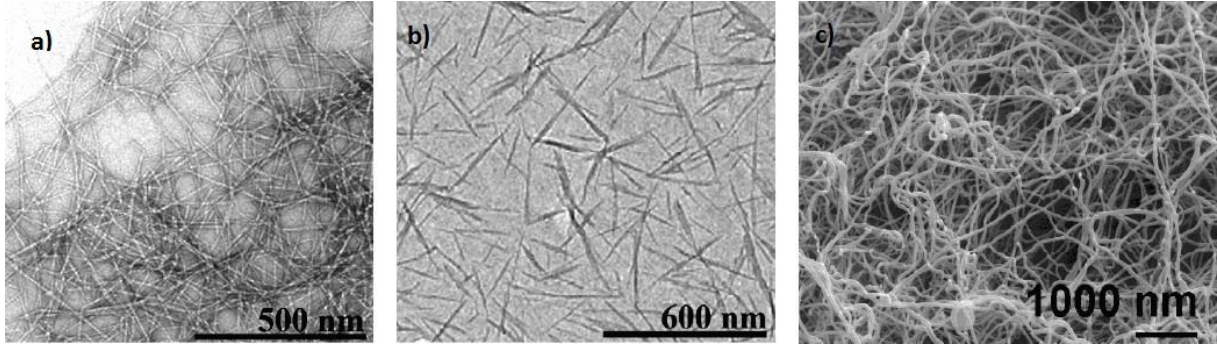
1. Kuvvetli asidik koşullarda hidroliz
2. Homojenizatör (fluidizer) yardımıyla mekanik parçalama

Birinci işlem kuvvetli asidik koşullar altında gerçekleşmekte olup, asit özellikle liflerin kristal olmayan bölgelerine etki etmekte ve böylece selüloz zincirinin polimerizasyon derecesi (DP) düşürülmektedir. Asit hidrolizinde daha çok hidroklorik asit (HCl) kullanılmakta ve üretilen ürün mikrokristalin selüloz (MCC) olarak isimlendirilmektedir. Hidroliz işleminde ayrıca sülfürik asitte (H_2SO_4) kullanılabilir olup, kullanılan bu asit selüloz üzerinde sulfat ester gruplarının oluşmasına neden olmakta bu ise liflerin ayrımını ve stabilizasyonu kolaylaştırıcı bir rol oynamaktadır (Rånby, 1949; Revol vd., 1994; Dong vd., 1996). Asit hidrolizini takiben materyal sonikasyon olarak isimlendirilen ses dalgalarının etkisine maruz kaldığında yapı parçalanmakta, lifler birbirinden ayrılmakta ve elde edilen ürün selüloz kristalitleri, selüloz nanokristalitleri veya nanokristalin selüloz (NCC) olarak isimlendirilmektedir. Elde edilen bu ürün kristalin olmayan alanların degradasyonu nedeniyle yüksek kristallik derecesine sahip olup (Şekil 3 ve 4), nispeten düşük en boy oranına sahiptir (Battista, 1950; Winter, 1987; Araki vd., 1998; Fleming vd., 2001; Lima ve Borsali, 2004). Düşük en boy oranı sıvı ortamlarda kiral nematik fazların hazırlanmasında yararlı olmakta (Lima ve Borsali, 2004; Orts vd., 1998) ancak nispeten mekanik özellikler bakımından zayıf jellerin oluşumuna sebebiyet vermektedir.

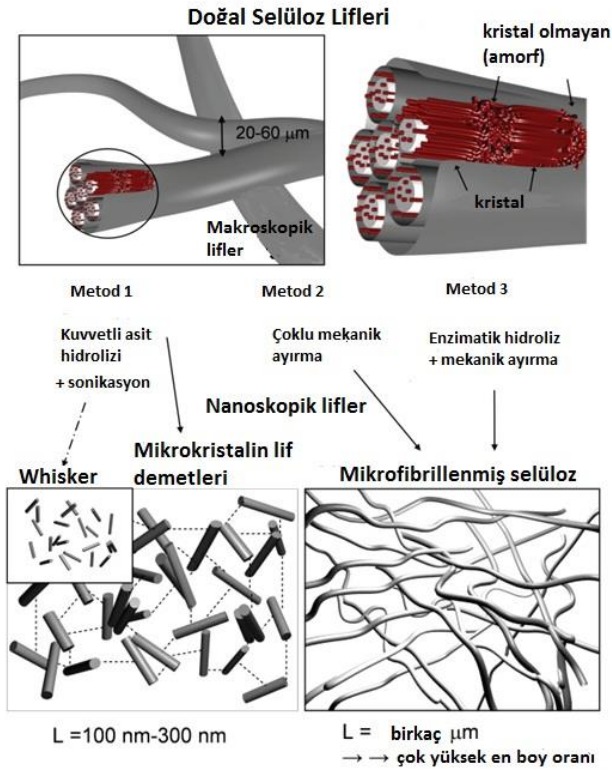
İkinci işlemde ise lifler yüksek basınçlı homojenizatörler yardımıyla birbirinden ayrılmakta olup, elde edilen ürün MFC, NFC veya basitçe nanoselüloz olarak isimlendirilmektedir (Turbak ve Snyder, 1983; Herrick vd., 1983). Elde edilen ürün kristalin olmayan amorf bölgelerin önemli bir kısmının bozunmadan kalması sebebiyle NCC'a nazaran daha düşük DP derecesine sahiptir. Bunun dışında yüksek DP ve en boy oranına sahip MFC'lar liflerin daha yüksek oranda bağlantı oluşturabiliyor olması sebebiyle daha güçlü jellerin üretimine imkân vermektedir. Bu yöntemle üretilen ürünlerdeki en büyük sorun ise yüksek enerji tüketimidir.

Çizelge 1. Nanoselüloz türleri (Klemm vd., 2011)

Nanoselüloz türü	Literatürde karşılaşılan diğer isimleri	Elde edilen kaynak	Formasyon ve ortalama boyutları
MFC	Mikro fibrillenmiş selüloz, selüloz nanofibrilleri, nanofibrillenmiş selüloz, nanofibriler selüloz ve mikrofibriller	Odun, şeker pancarı, patates, kenevir ve keten	Kimyasal veya enzimatik muamele öncesi ve/veya sonrasında odun hamurunun mekanik bir etki sonucu delaminasyonu (parçalanması) Çap: 5-60 nm Uzunluk: birkaç μ m
NCC	Selüloz nanokristalleri, kristalitler, selüloz nanokristalitleri (whisker) ve çubuk benzeri selüloz mikrokristalleri	Odun, pamuk, kenevir, keten, buğday sapı, dut kabuğu, hasır ve bakteri veya yosun bazlı selüloz	Selülozun asit hidrolizi Çap: 5-70 nm Uzunluk: 100-250 nm (bitkisel selüloz) 100 nm-birkaç μ m (ve bakteri veya yosun bazlı selüloz)
BNC	Bakteriyel selüloz, mikrobiyal selüloz ve biyoselüloz	Düşük moleküler şeker ve alkoller	Bakteriyel sentez Çap: 20-100 nm



Şekil 3. Transmission elektron mikroskobu a)MFC, b)NCC, c)BNC (Rånby, 1949).



Şekil 4. MCC, NCC ve MFC arasındaki farklılıklar (Pääkko vd., 2007)

2.5.1. MFC 'nin tarihsel gelişimi ve terminoloji

MFC üretimi ile ilgili ilk çalışmalar 1980'lerin başlarında Turbark ve Snyder (1983) ve Herrick vd. (1983) tarafından Amerika'daki ITT Rayonier Inc.'de yürütülmüştür. Yapılan çalışmalarda odun bazlı selüloz lif süspansiyonu yüksek basınçlı homojenizatörden geçirildiğinde jelimsi bir malzeme elde edilmiş ve bu ürün MFC olarak isimlendirilmiştir. ITT Rayonier o yıllarda bu konuyla ilgili olarak üretim yöntemlerini ve uygulamalarını kapsayan birçok patent çalışmasına sahip olmuştur.

Turbark ve Snyder (1983) ve Herrick vd. (1983)'dan ilham alan Lindström ve Winter (1988) ise 1980'lerin ortalarında İsveç'teki STFI AB (şuanki ismi Innventia AB)'de MFC ile ilgili çalışmalara başlamışlardır. Bu ikili yaptıkları çalışmaları daha çok MFC'nin kâğıt üretiminde özellikle kuru direnç özelliklerini artırıcı ıslak son katkı

materyali olarak kullanılabilirliği üzerinde yoğunlaştırmışlardır.

ITT Rayonier ve STFI'daki araştırmacılar MFC ile ilgili olarak yaptıkları çalışmalarda liflerin homojenizatörü tıkanmasına bağlı olarak üretimin sık sık durduğuna ve liflerin MFC üretimi için homojenizatörden birkaç kez geçirilmesine bağlı olarak yüksek enerji tüketimi (yaklaşık olarak 27,000 kWh/ton) gibi sorunların ortaya çıktığına işaret etmişlerdir (Lindström ve Winter, 1988). Mevcut sorunları gidermek amacıyla yapılan ilk çalışmalarda kullanılan hamur türü üzerine yoğunlaşmış ve sülfite hamurunun homojenizatörde MFC üretimi için daha uygun olduğu ve yüksek sıcaklıklarda lif delaminasyonunun arttığı belirlenmiştir. Bunun yanında hidrofilik olmayan polimerlere ek olarak karboksimetil selüloz (CMC), metil selüloz, hidroksipropil selüloz (HPC), poliakrilik asit, karrajenin ve arap zamkı gibi hidrofilik polimerlerinde delaminasyonu kolaylaştırdığı tespit edilmiştir (Turbak vd., 1982). Zaman içerisinde yürütülen çalışmalar mevcut sorunları çözmeye istenilen başarıyı sağlayamamış ve ITT Rayonier ve STFI bu alandaki çalışmalarını 1990'ların ortalarında Japonya'daki DaiCel şirketine devretmişlerdir (Berglund, 2005). 2000'li yıllardan sonra MFC üretimi ile ilgili nanoteknolojik çalışmalar tekrar hız kazanmış ve İsveç'teki STFI-Packforsk AB'de (şuanki adı Innventia AB) Lindström vd. ve KTH Royal Enstitü Teknolojisinde Berglund vd. mevcut sorunları ortadan kaldırmak amacıyla tekrar çalışmalara başlamışlar ve çalışmalarını nanokompozit materyaller ile ilişkilendirerek yürütmüşlerdir. Buna ek olarak Japonya'da Kyoto Üniversitesinde Yano vd. ve Tokyo Üniversitesinde Isogai MFC üretimi ile ilgili uygulamalarını elektronik ve kâğıt sektörü üzerinde yoğunlaşarak sürdürmüşlerdir. Birkaç yıl içerisinde ise dünya üzerindeki birçok araştırmacı bu alan üzerinde çalışmalara başlamışlardır. Yürütülen çalışmalar sonrasında elde olunan materyal artık nanoselüloz veya nanofibrillenmiş selüloz olarak ifade edilmeye başlanmıştır. Zaman içerisinde elde edilen materyalin ismindeki değişiklikler aslında üretilen ürünün kalitesindeki bir değişikliği ifade etmeyip sadece nano ölçekli boyutlarını ifade etmek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde ise MFC alanında yürütülen oldukça fazla çalışma yer almakta olup, araştırmacılar yeni nanoteknolojik yaklaşımlarını çalışmalarında uygulamaktadırlar (Rånby, 1949; Siro ve Plackett, 2010; Aulin ve Lindström, 2011; Lavoine vd., 2012). Elde edilen teknolojik gelişmeler sonrasında günümüzde MFC üretimini pilot tesis haline getiren İsveç'te Innventia AB, Japonya'da Nippon Paper, DaiCel Chemical ve Oji Paper, Almanya'da J. Rettenmaier&Söhne,

Finlandiya'da UPM ve Stora Enso ve Norveç'te Borregaard firmaları MFC'nin ticari bir ürün haline gelmesine büyük katkı sağlamışlardır (Anonim, 2013b).

2.5.2. MFC üretimi

Son yıllarda yürütülen çalışmalar MFC'nin üretim yöntemlerinden daha çok üretilen materyalin uygulama alanları üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak üretim yöntemleri üzerinde yapılan birçok çalışmada ise kullanılan ön muamele yöntemlerinin enerji tüketimini ciddi bir şekilde düşürdüğü belirlenmiş olup (Lindström ve Ankerfors, 2009) (<1 MWh/ton), karboksimetilasyon (Wågberg vd., 1987; Cash vd., 2003; Wågberg vd., 2008), mekanik/enzimatik muamele (Henriksson vd., 2007; Pääkko vd., 2007; Ankerfors vd., 2009), TEMPO oksidasyonu (2,2,6,6-tetrametil 1-1-piperidinyloxy) (Saito vd., 2006; Saito vd., 2007; Saito ve Isogai, 2007), 2,3-epoksipropil trimetilamonyumklorit katyonizasyonu (EPTMAC) (Olszewska vd., 2011) ve persülfat oksidasyonunun yanında oksidatif/geçiş metal iyonlarının kombinasyonu (Banker ve Kumar, 1995; Cash vd., 2003; Hejnesson-Hultén, 2006; Tan vd., 2007) gibi ön muamele yöntemlerinin MFC üretiminde olumlu sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Homojenizatör kullanılarak MFC üretiminde yürütülen çalışmalarda ise yüksek basınçlı homojenizatör (Herrick vd., 1983; Lindström ve Winter, 1988; Turbak vd., 1982), mikrofluidizers (Henriksson vd., 2007; Pääkko vd., 2007; Zimmermann vd., 2004), süper öğütücü/rafinör tipi sistemler (Taniguchi, 1996a; Taniguchi, 1996b; Taniguchi ve Okamura, 1998; Iwamoto vd., 2005), dövme+sürtme+homojenleştirme kombinasyonları (Matsuda, 2000; Matsuda vd., 2001), high shear/cryocruşing konfigürasyonları (Janardhan ve Sain, 2006; Wang ve Sain, 2007a; Wang ve Sain, 2007b; Wang vd., 2007), ball mill sistemleri (Ishikawa ve Ide, 1993; Curtol ve Eksteen, 2006; Anonim, 2013c), sıkıştırıcı mikserler (Cash vd., 2003) ve ultrasonifikasyon (Zhao vd., 2007) sistemleri son yıllarda yürütülen birçok çalışmada denenmiştir. Günümüzde en çok kullanılan homojenizatörler ise yüksek basınçlı homojenizatörler ve mikrofluidizerlar olarak dikkat çekmektedir (Anjerfors, 2012). Üretimde yüksek enerji tüketiminden kaynaklı maliyetleri düşürmenin yolu homojenleştirme işlemini öncesinde veya sonrasında bir kısım muamele işlemleriyle kombine etmekten geçmektedir (Anjerfors, 2012).

MFC üretiminde kullanılan en önemli selüloz kaynağı şüphesiz odun materyalidir. Bunun dışında mısır, buğday, pirinç, sorgum, arpa, şeker kamışı, ananas, muz ve patates gibi odun dışı bitkilerin özellikle yan ürünleri doğal lif kaynağı olarak kullanılabilir. Odun dışı bitkiler oduna nazaran daha az lignin içerdiklerinden dolayı ağartma işlemine gerek kalmaksızın MFC üretimi için kullanılabilirler (Siro ve Plackett, 2010). Öte yandan bu hammaddelerin primer çeperinde yer alan selüloz mikrofibrilleri odunun sekonder çeperinde yer alan mikrofibrillere nazaran daha az sıkı bağlantı oluşturmakta dolayısıyla MFC üretimi için daha az enerji gereksinimi ortaya çıkarmaktadırlar (Dinand vd., 1996). Bunun dışında bu hammadde kaynaklarının yan ürünleri yakacak olarak değerlendirilmekte ya da düşük değerli hayvan yiyeceği olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu hammadde kaynaklarının MFC üretiminde değerlendirilmesi çevresel

açıdan da ayrıca bir önem taşımaktadır. Şimdiye kadar yapılan birçok çalışmada MFC üretiminde soya kabağı ve buğday sapı (Alemdar ve Sain, 2008), şeker kamışı (Dinand vd., 1996; Dufresne vd., 1997; Habibi ve Vignon, 2008), patates (Dufresne vd., 2000), sarı şalgam kökü (Bruce vd., 2005), bagasse (küspe) (Bhattacharya vd., 2008), sisal (Morán vd., 2008), kaktüs (Malainine vd., 2005), armut suyu (Habibi vd., 2009), muz atıkları (Zuluaga vd., 2007), havuç (Siqueira vd., 2010) ve bambu (Chen vd., 2011) gibi odun dışı hammadde kaynaklarının ve bunların yan ürünlerinin değerlendirildiği gözlemlenmiştir.

Lignoselülozik materyallerden MFC üretiminde asıl amaç yapıda var olan lignini uzaklaştırmaktır. Ancak elde edilen son materyal uygulanan üretim yöntemine ve hammadde kaynağına bağlı olarak bir kısım atık hemiselülozları da yapısında ihtiva etmektedir (Iwamoto vd., 2008). Elde edilen son üründe hemiselülozların olması içerdikleri karboksilik gruplar dolayısıyla liflere negatif yük katmakta ve bu durumda lifler arasında oluşan itme etkisiyle liflerin kümelenmesini önlemektedir. Dolayısıyla hemiselüloz içeren MFC'ler ek bir dispersiyon işlemi gerektirmekte, aksi halde sıvı ortamda birbirinden ayrılmamış MFC lifleri kalitesi düşük son ürünün elde edilmesine sebebiyet vermektedir (Fall vd., 2011).

2.5.3. Hücre çeperinin delaminasyonu

Lignoselülozik materyallerden elde edilen hamur lifleri kullanılan hamur üretim ve ağartma metoduna bağlı olarak yapılarında var olan karboksilik grupların ve sülfonik asit gruplarının etkisiyle negatif yüklerle yüklenmiş durumdadırlar. Liflerde ozmatik şişmeye (liflerdeki OH⁻ gruplarının H₂O'ya bağlanması) ek olarak yapılarında var olan elektriksel negatif yükler arasındaki itme etkisi sonucunda ekstra bir şişme etkisi söz konusu olmaktadır. Daha önceden bahsedildiği üzere, odun liflerinin hücre çeperi tabakalardan oluşmuştur ve lifler şiştiğinde tabakalar birbirinden ayrılmaktadır (Şekil 5). Şişme oranı lif çeperi içerisindeki elektriksel yükün büyüklüğüne ve çeper yapısı içerisindeki bağlantı kuvvetlerine bağlıdır. Scallan ve Tigerström (1992) basit bir metotla elektriksel yükün lifi nasıl şişirdiğini formülize etmişlerdir.

$$P_{\text{şişme}} = RT \frac{n_c}{V}$$

$P_{\text{şişme}}$ şişme oranını (N/m²), n_c negatif yüklerin molekül ağırlığını (mol/g) ve V ise hücre çeperinin sıvı hacmini (m³/g) ifade etmektedir.

Bazı durumlarda ise lif çeperi polielektrolit bir jel olarak tanımlanabilir ve düşük pH'ta jelin elektrolit konsantrasyonunun artması, elektrostatik titreşimi ve lifin şişmesini azaltmaktadır. Bu durumda pozitif yüklü iyonlar lifin şişmesi üzerinde oldukça etkili olmaktadır. Negatif yüklü life +1 (monovalent) yüklü bir iyon (örneğin sodyum) geldiğinde şişme maksimumdur, +2 (divalent) yüklü bir iyon (örneğin kalsiyum) geldiğinde şişme daha azdır, +3 (trivalent) yüklü bir iyon (örneğin alüminyum) geldiğinde ise şişme en azdır. Katyonik polimerlerde moleküler ağırlıkları hücre çeperine girecek kadar küçükse liflerin şişmesini azaltmaktadır. Öte yandan lignin içeren odun hamurların şişmesi ligninin üç boyutlu yapısı ve hücre

çeperini birarada tutması dolayısıyla daha düşüktür. Hamur üretim işlemlerinde uygulanan pişirme ve ağartma metotları hamur verimini azaltırken lignini yapıdan uzaklaştırmakta ve böylelikle hücre çeperinin sertliğini azaltmakta; ayrıca ortamdaki elektriksel yüklü grupların sayısını artırarak hücre çeperinin elektriksel yük yoğunluğunu artırmaktadırlar. Artan elektriksel yük yoğunluğu ise liflerin şişmesini artırıcı rol oynamaktadır (Swerin ve Wagberg, 1994). Hamur veriminin belli bir değerin altına düşmesi ise liflerin şişmesini azaltmaktadır. Swerin ve Wagberg (1994) yaptıkları çalışmalarda belli bir verimde maksimum şişme olduğu gözlemlenmiştir.

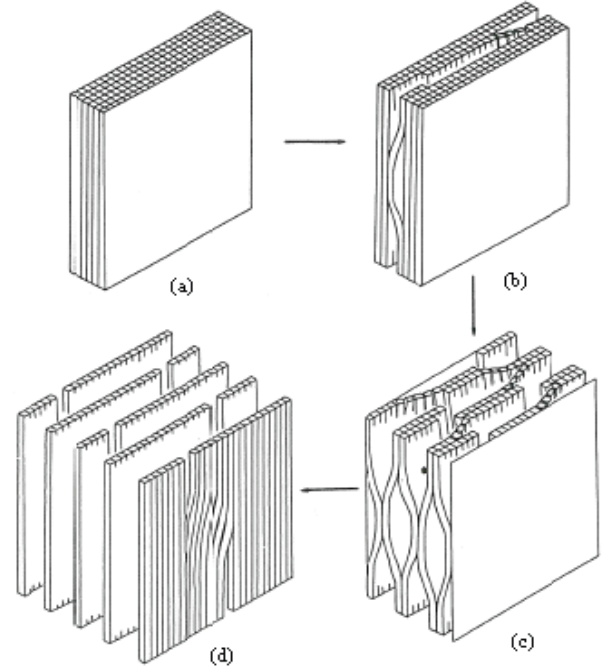
Bahsedilen tüm bu bilgiler doğrultusunda daha güçlü bir life nazaran, şişmiş zayıf bir liften MFC üretiminin daha kolay olduğu görülmektedir. Yani yüksek oranda elektriksel yük içeren liften MFC üretmek daha kolaydır. MFC üretiminde dövme etkisiyle (homojenizatör) lif çeperinin delaminasyonunun sağlanması bu noktada önem arz etmektedir. Lignoselülozik materyallerin yapısında var olan hemiselülozların dövme etkisini artırdığı ve buna bağlı olarak MFC üretimindeki ilk çalışmaların sülfid hamurları üzerinde yoğunlaştığı belirtilmektedir (Pääkko vd., 2007). Karboksimetilasyon yöntemiyle elde edilen hamur lifleri ise yapılarında daha fazla miktarda karboksil grupları içermekte ve bu yapılar hamurun dövülmesini kolaylaştırmakta ve böylelikle liflerin elektriksel yük yoğunluklarını artırmaktadırlar. Walecka (1956) yaptığı çalışmada elektrisel yük miktarının artmasının liflerin şişmesini artırdığını ve liflerin dövme sonucu daha kolay fibrillendiğini ortaya koymuştur.

Lignine ek olarak hücre çeperi içerisindeki selülozun fibriller yapısı da lifin şişmesini azaltabilmektedir. Dövme etkisiyle fibriller yapı zarar görmekte, fakat lif çeperi içerisindeki yapı tam olarak dağılımadığından ötürü lifin şişmesi çok fazla olmamaktadır (Stone vd., 1968). Bu yapının tamamen dağılması ise kimyasal veya enzimatik bir etkiyle mümkün olabilmektedir.

2.5.4. Nanoselülozun boyutları ve kristallinitesi

MFC üretiminde elde edilen son materyal kullanılan selülozik hammadde kaynağına bağlı olarak (uzunluk, mikrofibril açısı, kalıntı hemiselüloz ve lignin miktarı gibi) farklı özellikler göstermektedir. Farklı üretim metotlarına bağlı olarak elde edilen MFC'ler benzer morfolojik özellikler göstermekle birlikte çap ve uzunluk gibi boyutsal özelliklerinde farklılıklar gözlemlenmektedir. Çizelge 2'de odun hammaddesi kullanıldığında mekanik (homojenleştirme)+ön muamele işlemleri sonrasında elde edilen son MFC ürününün çap değerleri verilmiştir.

Çizelge 2 genel olarak incelendiğinde ön muamele yöntemlerinin nanoselüloz boyutları üzerinde etkin olduğu gözlemlenmekte olup, elde edilen bu denli düşük çap değerleri (3-5 nm gibi) fibrillenme sonrası daha geniş MFC liflerinin santrifüj yoluyla elimine edilmesine bağlı olarak da elde edildiği düşünülmektedir.



Şekil 5. Hücre çeperinin tabakasal yapısı (Scallan, 1974)

Odun dışı lignoselülozik kaynaklardan elde edilen MFC'ler oduna nazaran daha yüksek ya da daha düşük boyutlara sahip olabilmektedirler. Hammadde olarak buğday sapı kullanıldığında MFC çapı 10-80nm iken, soya kabuğundan elde edilen MFC'lerde ise çap değeri 20-120 nm olarak tespit edilmiştir. Öte yandan sisal nanoselülozu 20-65nm (Siqueira vd., 2010; Siqueira vd., 2011), havuç nanoselülozu 3-36nm (Chen vd., 2011), şeker kamışı nanoselülozu 30-100nm (Habibi ve Vignon, 2008; Leitner vd., 2007) ve Luffa cylindrical nanoselülozu ise 40-70nm (Siqueira vd., 2010) çap değerleri vermiştir.

MFC üretiminde elde olunan son ürünün kalıntı hemiselüloz ve lignin miktarı da morfolojik özellikleri etkilemekte olup, lignin içeren MFC'lerde yapılan ölçümlerde çap değerinin kullanılan selülozik hammadde kaynağına bağlı olarak daha geniş olduğu gözlemlenmiştir (Spence vd., 2010; Spence vd., 2010). Öte yandan hemiselülozlar selüloz nanofibrilleri arasındaki bağlantıyı engellediğinden MFC üretiminde daha küçük boyutlarda nanoselüloz elde edilmesine sebebiyet vermektedirler (Alemdar ve Sain, 2008; Fall vd., 2011; Lavoine vd., 2012; Hult vd., 2001).

Farklı kaynaklardan elde edilen nanoselülozun ultra yapısı (morfolojik yapı) Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM-Transmission Electron Microscope), SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu), Atomik kuvvet mikroskobu (AFM-Atomik Force Mikroskobu), Geniş açılı x-ışınları saçılımı (WAXS- Wide-angle x-ray scattering), küçük açılı x-ışınları kırınımı (small incidence angle x ray diffraction) veya CP (cross polarization)/MAS (magic angle spinning) Nükleer magnetik rezonans (NMR-Nuclear Magnetic Spectroscopy) gibi cihazlarla belirlenmektedir. Belirtilen tüm bu cihazlarla kuru haldeki nanoselülozun morfolojisi incelenmektedir (Anonim, 2013d).

Görüntü analizleri ile birlikte uygulanan mikroskobik teknikler nanoselülozlardaki lif genişliğini ölçmede problem

oluşturmamakta; ancak lifler arasındaki karışıklık ve bireysel nanoliflerin bitiş (uç) noktaları tam olarak tespit edilemediğinden nanolif uzunluklarını belirlemede birtakım zorluklar yaşanmaktadır (István ve Plackett, 2010). Elde edilen çalışmalar neticesinde nanoselüloz süspansiyonunun selüloz nanofibrilleri ve nanofibril demetlerini içermesine bağlı olarak homojen olmayabileceği tespit edilmiştir (Chinga-Carrasco vd., 2011). Kuru haldeki nanoselülozun morfolojik özelliklerinin tespit edilmesine ek olarak enzimatik ön muameleye tabi tutulmuş nanolifler süspansiyon halinde cryo-TEM cihazına verilmiş venanoliflerin boyut ve boyutsal dağılımı böylece belirlenmiştir (Ankerfors vd., 2009). Yürütülen son çalışmalarda AFM ile yapılan ölçümlerde oksidatif ön muamele ile ultrasonifikasyon muamelesinin kombinasyonu ile elde edilen selüloz mikrofibrillerinin yan boyutlarının 1nm'nin altında ve kalınlığının 0.4 nm olduğu belirlenmiştir (Chinga-Carrasco vd., 2011).

Nanoselülozların genişlikleri SEM ve TEM'e ek olarak İsveç'teki Innventia AB tarafından geliştirilen CP/MAS NMR cihazıyla da belirlenebilmekte olup daha ince nanoliflerin ölçülmesinde daha uygun sonuçlar ortaya koymaktadır. Yürütülen bir çalışmada NMR ölçümleri neticesinde nanoselülozun lif genişliği 5-15 nm ve yük yoğunluğu yaklaşık 0.5 meq/g olarak tespit edilmiştir (Henriksson vd., 2007). Diğer bir çalışmada ise TEMPO oksidasyonu sonrasında elde edilen nanoselülozlarda lif genişlikleri 3-5 nm ve yük yoğunluğu 1.5 meq/g olarak gözlemlenmiştir (Chinga-Carrasco, 2011). Nanoselülozun mikro yapısı üzerinde selüloz kimyasının etkin olup olmadığını belirlemek amacıyla Innventia AB'de enzimatik ön muameleye uğramış nanoselüloz ve karboksimetillenmiş nanoselüloz örnekleri AFM cihazı kullanılarak incelenmiş ve karboksimetillenmiş nanoselüloz örneklerinin yapılarının diğer örnekten çok daha farklı olduğu ve lif yüzeylerinde oldukça fazla sayıda yük tespit edildiği ve buna bağlı olarak nanoselülozların daha kolay serbest hale getirilebildiği ve daha küçük ve daha uniform lif genişliklerinin tespit edildiği belirlenmiştir. Öte yandan enzimatik ön muameleye uğramış nanoselüloz örneklerinin lif genişliği 10-30 nm iken karboksimetillenmiş nanoselüloz örneklerinin lif genişlikleri 5-15 nm olarak tespit edilmiştir (Qingqing ve Renneckar, 2011). Bunun dışında nanoselülozların kristallik derecesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda nanoselülozun selüloz kristal I düzeninde olduğu ve kristallik derecesinin nanoselülozun üretim yöntemine bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda kristallik derecesi %63'ler civarında gözlemlenmiştir (Siqueira vd., 2011).

Bahsedilen tüm bu bilgiler nanolif boyutları üzerinde rol oynayan tüm faktörlerin tam olarak bilinmesinin zor olduğuna işaret etmekte olup, kullanılan selülozik hammadde kaynağı yanında üretim yöntemleri arasındaki değişimler dahi morfolojik özellikleri doğrudan etkilemektedir.

Çizelge 2. Farklı üretim metotları sonrasında elde edilen MFC'lerde çap değerleri

Mekanik muamele	Ön muamele	Çap (nm)
Homojenizatör	-	20-40 (Nakagaito ve Yano, 2004; Lee vd., 2009)
	-	15-50 (Iwamoto vd., 2007; Abe vd., 2007)
Blender	-	15-20 (Uetani ve Yano, 2010)
	TEMPO oksidasyonu	3-5 (Saito vd., 2006; Eichhorn vd., 2010)
	-	10-30 (Aulin vd., 2009)
Microfluidizer	Karboksimetilasyon	10-15 (Lertner vd., 2007)
	Enzimatik	20-30 (Ankerfors vd., 2009)

2.5.5. Nanoselülozun yapısal karakterizasyonu

Viskozite (Reolojik) Özellikleri

MFC'nin sulu süspansiyonları son derece karışık bir network oluşturmakta ve yapay bir jel gibi davranış göstermektedirler (Pääkko vd., 2007; Herrick vd., 1983). Üretim sırasında süspansiyonun daha fazla sayıda homojenizatörden geçirilmesinin viskoziteyi büyük ölçüde artırdığı tespit edilmiştir (Herrick vd., 1983). MFC'nin reolojik özellikleri süspansiyon veya emülsiyonlarda (yiycek, boya, kozmetik ve ilaç sanayinde) kalınlaştırıcı veya stabilizatör olarak kullanımına imkan sağlamaktadır (Andresen ve Stenius, 2007; Xhanari vd., 2011).

Öte yandan MFC'nin dinamik reolojik özellikleri detaylı olarak incelenmiş ve %0.125-5.9 nanoselüloz konsantrasyonu aralıklarında elastik modülü (storage modulus, E') ve kayıp-viskoz modülün (loss modulus, E'') açıl frekanstan bağımsız olduğu tespit edilmiştir. %3 konsantrasyondaki nanokristalitler (102 Pa) (Hayaka vd., 2009) ile karşılaştırıldığında nanoselüloz (104 Pa) (Herrick vd., 1983) daha yüksek elastik modülü vermiştir. Konsantrasyonun %0.125'ten %5.9'a artması durumunda ise elastik modülün 105 kat şeklinde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Herrick vd., 1983).

Nanoselüloz jelleri oldukça yüksek incelleme (shear thinning) özelliğine sahip olup, bu özellikleri nedeniyle kaplama üretimi uygulamalarında fazlaca tercih edilmektedirler (Herrick vd., 1983).

Polimerizasyon derecesi ve mekanik özellikleri

Selülozun polimerizasyon derecesi ile nanoliflerin en boy oranı arasında doğrudan ilişki olup, daha uzun liflerin daha yüksek DP derecesine sahip olduğu tespit edilmiştir. MFC üretimi sırasında materyalin homojenizatörden geçirilerek parçalanmaya tabi tutulması DP değerini %30-50 düşürmektedir (Pääkko vd., 2007; Zimmermann vd., 2010). Öte yandan DP değeri ile üretilen MFC'nin çekme direncini etkilemekte olup, yüksek DP değerinin yüksek çekme direnci gösterdiği gözlemlenmiştir (Pääkko vd., 2007).

Kristalin selülozun çekme direnci alüminyuma benzer olarak 500 MPa olarak tespit edilmiştir. Öte yandan kristalin selülozun sertlik değeri (140-220 GPa) plastik üretiminde direnç özelliklerini artırıcı materyaller olarak kullanılan cam lifi ve kevlar ile karşılaştırılabilir seviyededir. Nanoselülozdan elde edilen filmlerin yüksek direnç (>200

MPa), yüksek sertlik (yaklaşık 20 GPa) ve yüksek gerilme (%12) özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir. Direnç/ağırlık oranının ise paslanmaz çeliğin 8 katı olduğu yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Anonim, 2013e).

Koruyucu özellikleri

Yapılan çalışmalar neticesinde nanoselülozların nispeten yüksek kristallik derecesine sahip olması (István ve Plackett, 2010) ve ayrıca yapılarında lifler arası bağlantının oldukça fazla olması sebebiyle bu materyallerin koruyucu (bariyer) materyal olarak kullanılabilmesi (Lavoine vd., 2012; Aulin vd., 2009 ; Daisuke vd., 2002) ve kristal bölgelerin özellikle gaz sızdırmaz bir yapı sağlayabileceği tespit edilmiştir. Oksijen geçirgenliğinin de oldukça düşük olduğu belirlenmiş olup, 23 °C'de, %0 rutubette 5 µm kalınlığındaki nanoselüloz filmlerinin oksijen geçirgenliği 0.0006 cm³ µm/m² gün kPa olarak tespit edilmiştir (Lavoine vd., 2012). Diğer bir çalışmada ise poliaktid (PLA) filmlerine nanoselüloz eklendiği durumlarda oksijen geçirgenliğinin 700 kattan daha fazla düşüş gösterdiği belirtilmiştir (Aulin vd., 2009). Üretilen filmlerin oksijen geçirgenliği üzerinde nanoselüloz film yoğunluğu ve porozitesinin etkisi ise son yapılan çalışmalarda belirlenmeye çalışılmıştır (Christian vd., 2010). Oksijen geçirgenliği üzerinde yürütülen diğer bazı çalışmalarda ise bahsedilen bu çalışmalara çelişkili olarak nanoselüloz filmlerinin porozitesinin yüksek olduğu tespit edilmekle birlikte, Aulin ve ark. kristalin selülozun yoğunluğuna yakın yoğunlukta (1.63 g/cm³) (Anna vd., 2007) nanoselüloz filmleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda porozitenin sifira yakın olduğunu ortaya koymuşlardır (Lavoine vd., 2012).

Selüloz nanopartiküllerinin yüzey işlevselliklerinin değiştirilmesi üretilen nanoselüloz filmlerinin geçirgenliğini etkileyebilmektedir. Öyleki, negatif yüklü selüloz nanokristalitlerinden oluşturulan filmlerin negatif iyonların film içerisine geçirgenliğini azalttığı, pozitif yüklü iyonların membran içerisinde kalmasını sağladığı, nötr iyonlarla ise hemen hemen etkileşmediği belirtilmiştir (Marielle vd., 2008).

Nanoselülozun kuru formdaki özellikleri

MFC'ler sulu solüsyon halinde üretilir ve depolanırlar. Çünkü kurutma sırasında suyun uzaklaşmasına bağlı olarak lifler üzerinde geri dönüşülmez değişiklikler oluşmakta (hornifikasyon) (Fernandes Diniz vd., 2004) ve lifler topaklanmaktadır. Kurutma sırasında komşu lifler arasındaki OH- grupları arasında hidrojen bağı oluşmakta ve bu durumda tekrar ıslatılsa bile lifler üzerinde geri dönüşülmez değişiklikler oluşmaktadır (Aulin vd., 2009; Young, 1994). Liflerin bahsedilen bu durumdaki özelliklerinden farklı kuru formlarda NFC üretiminde (aerojel, film ve toz NFC üretimi gibi) yararlanılmaktadır.

MFC jellerinden dondurarak kurutma tekniği ile su uzaklaştırıldığında esnek, şekil verilebilir ve oldukça gözenekli (250-389 m²/g) bir aerojel elde edilmektedir (Paakko vd., 2008). Üretilen bu oldukça yüksek gözenekli aerojeller ise filtrasyon, kataliz, ilaç taşıyıcı sistemler ve sıvı paketleme ürünlerinde kullanılmaktadırlar (Fischer vd., 2006; Liu vd., 2012).

Öte yandan sulandırılmış MFC süspansiyonundan spray kurutma tekniğiyle toz halinde MFC üretilebilmektedir

(Peng vd., 2012a; Peng vd., 2012b). MFC'nin kuru halindeki özellikleri filtrasyon (Nogi vd., 2009; Henriksson vd., 2008), döküm (Syverud ve Stenius, 2009; Andresen vd., 2007) veya spin kaplama (Iwamoto vd., 2007) yoluyla üretilen MFC filmlerinde etkili olmaktadır. Elde edilen bu filmler ise çoğu kez nanofiber kağıt veya nanokağıt olarak ifade edilmektedir (Henriksson vd., 2008; Syverud ve Stenius, 2009; Andresen vd., 2007;). MFC liflerinin çapına bağlı olarak üretilen filmler farklı transparan (saydam) özellik göstermektedirler (%90) (Nogi ve Yano, 2009; Fukuzumi vd., 2008).

İyonik özellikleri

MFC'lerin spesifik elektriksel yük özellikleri önem arz etmekte olup, bu özellikleri nanoliflerin hem polielektrolit ve katkı maddeleri gibi diğer yüklü partiküllerle olan etkileşimlerini hem de şişme özelliklerini de etkilemektedir. Nanoselülozların iyonik özellikleri dikkate alındığında liflerin anyonik özellik gösterdiği ve bunun yapılarında var olan hemiselülozlardan kaynaklandığı belirtilmektedir. Ksilan içerisinde yer alan 4-O-metil glukouüronik asit ve pektin içerisinde yer alan galactouüronik asitler yapılarında karboksil grupları içermekte ve bu gruplar lifin negatif yükü yüklenmesine sebep olmaktadır (Sjostrom, 1989; Holmbom ve Stenius, 2000; Stenius, 2000; Mosbye vd., 2002). Ayrıca, lignoselülozik yapı içerisinde yer alan lignin molekülleri de içerdikleri fenolik ve az miktardaki karboksilik gruplar dolayısıyla lifin negatif yükü yüklenmesine katkı sağlamaktadırlar (Holmbom ve Stenius, 2000). Öte yandan ekstratif maddelerden biri olan yağ ve reçine asitleri de yapılarında karboksil gruplarını ihtiva etmektedir (Holmbom ve Stenius, 2000).

Kraft yöntemiyle hamur üretimi sonrasında bir kısım polisakarit, lignin ve ekstraktif yapıdan uzaklaştırılması nedeniyle elde edilen liflerin karboksil içeriği pişirme öncesi odunun içerdiği karboksil içeriğine nazaran daha düşüktür ancak bahsedilen pişirme metodu lignin üzerinde yeni karboksil gruplarının oluşmasına neden olmaktadır (Holmbom ve Stenius, 2000). Ayrıca kraft pişirme işlemi sonrası ksilan içerisinde var olan 4-O-metil glukouüronik asit grupları hexenüronik asit (HexA) gruplarına dönüşmekte (Teleman vd., 1995) ve bu yapılar ağartılmamış kraft hamur liflerine ilk anyonik özelliklerini katmaktadır (Buchert vd., 1995). Delignifikasyon, ağartma ve yıkama işlemleri ise kraft hamurundan kalıntı lignin, ekstraktif ve hexenüronik asit gruplarının uzaklaşmasına sebebiyet vermekte dolayısıyla bu işlemler lifin yük miktarını düşürücü etki göstermektedirler (Buchert vd., 1995). Bununla birlikte peroksit ağartma işlemi pektinin demetilasyonuna sebebiyet vermekte ve bu durum lifler üzerinde yeni anyonik grupların oluşmasına neden olarak lifin yük yoğunluğunu artırabilmektedir (Sundberg vd., 1996). Peroksitin aynı zamanda ligninin oksidasyonuna neden olarak lifin elektriksel yük yoğunluğunu artırıcı etki gösterdiği belirtilmiştir (Gellerstedt vd., 1980).

Karboksilik gruplarının pKa (hidrojen iyonlarını kabul etme yeteneğinin bir ölçüsü olan asidik iyonlaşma sabitesinin negatif logaritması olarak tanımlanan ve bir asit veya bazın nispi gücünü gösteren değer) değeri 3-5.5 (Laine vd., 1994) arasında olmakla birlikte nanoselüloz içeren film veya jellerde bu değer daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Grignon ve Scallan, 1980). Selülozik partiküller

anyonik özellikleri, küçük boyutları ve yüksek en boy oranları dolayısıyla polielektrolitiktirler ve polielektrolit bir jel gibi hareket ederler (Wu vd., 2009).

Direnç özelliklerini artırmak amacıyla anyonik özellik gösteren nanoselülozların kâğıt üretiminde kullanılması durumunda ise bu materyallerin kâğıt liflerine tutunmasını kolaylaştırmak amacıyla katyonik nişasta (CS) ve katyonik poliakrilamid (C-PAM) kullanılabilir (Gregory, 1989; Eklund ve Lindström, 1991; Rojas ve Hubbe, 2004). Sulu süspansiyon içerisinde anyonik yüklerin olması durumunda CS ve C-PAM yüksek adsorbsiyon ve kümelenme eğilimi gösterirler. CPAM'ler sentetik makromoleküllerdir ve dallanmış veya lineer formda bulunabilirler. Katyonik monomerlerin kopolimerizasyonu ve/veya ilk poliakrilamid zincirinin modifikasyonu katyonize olmuşlardır. CPAM'lerin molar kütlesi 105-107 g/mol olup, hidrodinamik çapları 280-800 nm arasında değişmektedir (Mabire vd., 1984). CS ise kâğıt üretiminde kuru direnç artırıcı kimyasal olarak uzun süredir kullanılmaktadır (Rojas ve Hubbe, 2004). CS direnç özelliklerini artırmanın yanında nanoselülozların liflere tutunmasını sağlamak amacıyla da kullanılabilir böylelikle lifler arası bağlantı miktarı da artırılabilir. CS oldukça dallanmış moleküler bir yapıya sahip olmakla birlikte yapısında amiloz ve amilopektin gruplarını içermektedir. CS'ların molar kütlesi 105-109 g/mol olup (Shirazi vd., 2003), hidrodinamik çapları 100-200 nm (Buléon vd., 1998) arasında değişmektedir.

2.5.6. MFC'nin kullanım alanları

Kâğıt üretimi

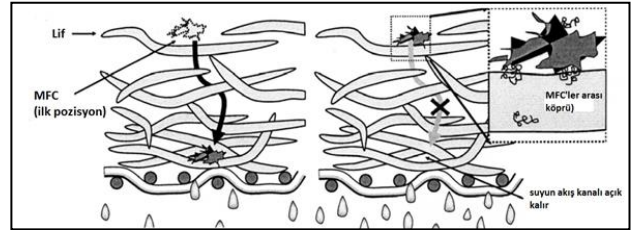
Kâğıt üreticileri artan hammadde ve üretim maliyetleri düşürmek ve daha yüksek direnç özelliklerine sahip, son kullanım yerine uygun kâğıtlar üretebilmek amacıyla yürütülen yenilikçi çalışmaları yakından takip etmektedirler. Son yıllarda kâğıt üretiminde nanoteknolojik çalışmalara önem verilmiş olup, nanoselülozların liflere katılmasıyla veya doğrudan nanoselüloz kullanılarak elde edilen kâğıt özellikleri tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Kuru haldeki bir kâğıtta bireysel lif, lifler arasındaki bağlantıya nazaran daha dirençlidir. Yani tek bir lifi koparmak zorken, iki lifi birbirinden ayırmak daha kolaydır. Yaş haldeki bir kâğıtta ise bu durum belli bir noktaya kadar geçerli olup, liflerin şişmesine bağlı olarak lifler arası bağlantının da giderek zayıfladığı belirtilmektedir. MFC küçük boyutta olması ve geniş yüzey alanına sahip olması dolayısıyla kâğıt üretiminde kullanıldığında lifler arası bağlantının artırılmasına destek olmaktadır (Retulainen vd., 2002). Öte yandan anyonik karakterdeki MFC'ler CS ve C-PAM gibi katyonik maddelerle desteklendiğinde liflere tutunmaları daha kolay olmakta ve böylelikle lifler arası bağlantı sayısı artırılarak daha dirençli kâğıtların üretimi mümkün olabilmektedir. Kâğıt üretiminde MFC kullanımının kâğıdın fiziksel (Ahola vd., 2008; Eriksen vd., 2008) ve mekanik direnç özelliklerini (Herrick vd., 1983; Siro ve Plackett, 2010; Iwamoto vd., 2005; Anonim, 2013e; Yano ve Nakahara, 2004), olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir. Henricksson vd. (2008) nanofibrillenmiş selülozlardan oldukça yoğun (1-1.2 g/cm³) nanokâğıtların üretilendiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca elde edilen kâğıtların oldukça yüksek mekanik özellikler gösterdiğini ve

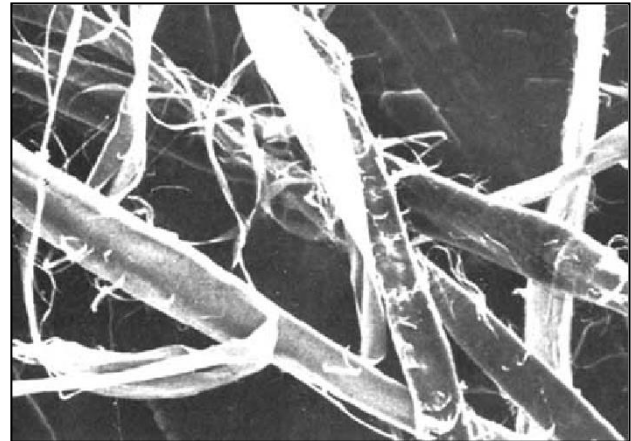
elastikiyet modülünün 10-14 GPa ve çekme direncinin 130-214 MPa arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Elde edilen bu değerlerin geleneksel yöntemlerle elde edilen kâğıtlara nazaran 2-5 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

MFC 'nin kâğıt üretiminde kullanılması durumunda bahsedilen bu küçük ve geniş yüzey alanına sahip yapılar ile lifler arasında hidrojen bağları oluşturularak lifler arası bağlantı sağlanmakta ve böylece kâğıdın su tutma özelliği artırılabilmektedir (Şekil 6). Öte yandan süzme işlemi sırasında oluşabilecek hava kabarcıklarına nanoselülozlar liflere nazaran daha kolay yapışabilmekte böylece drenaja karşı daha dirençli bir yapı oluşturmaktadırlar (Hubbe ve Heitmann, 2007).

Bununla birlikte selülozik liflerin sertliği (roughness) lifler arasındaki direkt bağlantıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Lifler arasında hidrojen bağı olabilmesi için gerekli mesafe 0.27-0.3 nm iken, fibrillenmemiş lif yüzeyleri arası mesafe onlarca nanometreyi bulabilmektedir (Hubbe, 2006). Dolayısıyla lifler arası bağlantıyı sağlayabilmek amacıyla liflerin dövme etkisiyle fibrillenmesi gerekmektedir. Böylesine bir etkiyle lif yüzeyinden nanofibriller demetlerin yayıldığı gözlemlenmektedir (Şekil 7). Yeterli uzunluktaki nanofibriller lifler arası boşlukları doldurarak hidrojen bağı sayısını artırmakta ve daha dirençli bir kâğıt üretimine imkan tanımaktadırlar.



Şekil 6. Lifler arasında MFC yer aldığı durumda drenaj (Hubbe ve Heitmann, 2007).



Şekil 7. Fibrillenmiş lif yüzeyleri

Kompozit üretimi

Nanoselülozlar kuru haldeki kompozitlerin viskozite ve mekanik özelliklerini artırmak amacıyla akrilik veya diğer lateks gibi suda çözülebilir polimer solüsyonlarına farklı oranlarda karıştırılarak kullanılabilirler. Yapılan çalışmalar neticesinde kompozit üretiminde nanoselüloz kullanımının mekanik özellikleri artırmanın (Dufresne, 2008; Cao vd., 2008; Henriksson ve Berglund, 2007) yanında biyobozunurluğu da hızlandırdığı belirlenmiştir (Ioelovich ve Leykin, 2004).

Yiyecek

Nanoselülozlar düşük kalorili ürünler olarak hali hazırda kullanılan birçok karbonhidrat ürünü yerine ezme, sos, gofret, puding, cips vs gibi yiyeceklerin üretiminde kullanılabilirler. Nanoselüloz jelleri reolojik özellikleri nedeniyle son yıllarda bu sektör içinde oldukça sık bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Daisuke vd., 2002).

Hijyen ve emici ürünler

Nanoselülozlar bu sektör içinde süper emici polimerlerle birlikte su emici özellikleri dolayısıyla kullanılmaktadırlar. Nanoselülozlar inkontinans pedlerinin üretiminde, yetişkin bezleri, ıslak mendil, tek kullanımlık havlu, tek kullanımlık terlik ve ayakkabı, cerrahi önlük, maske, bone, cerrahi örtü ve kapak, sedye örtüsü, yaka altı keçe, halı ve drenaj sistemleri gibi birçok alanda kullanım alanı bulabilmektedir (Daisuke vd., 2002).

Tıp, kozmetik ve ecza sanayi

Dondurarak kurutulmuş nanoselülozlardan elde edilen aerogeller oldukça gözenekli yapıya sahip olmaları dolayısıyla bebek bezi, pansuman bezi ve hijyenik bez üretiminde kullanılmaktadırlar. Bundan başka lökosit tutucu kan transfüzyon filtresi üretiminde, fotoreaktif zararlı maddeleri uzaklaştırıcı materyal olarak, kırılan kemiklerin yeniden ve daha sağlam yapılanmasında ve bağırsak enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılan tabletlerin dış kısmındaki kapsüllerin üretiminde kullanılmaktadırlar. Elastik soğuk yapılandırılmış jeller ise biyomedikal ve biyoteknoloji uygulamalarında değerlendirilmektedirler. Eczacılıkta ise toz haline getirilmiş nanoselülozlar yardımcı materyal olarak kullanılırlar. Kozmetik sanayinde ise nanoselülozlardan saç, kirpik, kaş ve tırnak boyalarının üretiminde faydalanılmaktadır (Anonim, 2013f). Ayrıca BNC'lar yüksek hidrasyon derecesine sahip oldukları için (%99 su) nemlendirme maskesi ve nemlendirici kremlerin üretiminde kullanılabilirler. BNC'lar nano-implant üretiminde, bandaj, doku, hidrojel ve diğer bazı materyallerin üretiminde de kullanılabilirler (Klemm vd., 2006).

Köpük üretimi

Nanoselülozlar aerogel veya köpük eldesinde kullanılabilirler. Nanoselüloz bazlı köpüklerin polistren bazlı köpüklerin yerine ambalajlama sahasında değerlendirilmesiyle ilgili olarak çalışmaların sürdüğü gözlenmektedir. Svagan vd. (2010) nişasta esaslı köpüklere

dondurarak kurutma yöntemiyle nanoselüloz ilave edildiğinde elde edilen köpüklerin daha yüksek direnç özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Nişasta esaslı köpüklerde odun bazı hamur lifleri yerine nanoliflerin kullanımı köpük içerisindeki ince hücreleri desteklemekte ve böylelikle daha kuvvetli malzemelerin üretilmesi mümkün olabilmektedir. Bunun dışında farklı dondurarak kurutma ve süper kritik CO₂ kurutma teknikleri kullanılarak sadece nanoselüloz içeren aerogellerin üretimi de mümkün olabilmektedir (Wim vd., 2009; Anna vd., 2008). Öte yandan selüloz nanokristallerinin de aerogel üretiminde kullanıldığında ve yüksek yüzey alanı (>600 m²/g) ve kurutma sırasında daha düşük daralma (%6.5) gösterdikleri belirtilmiştir (Christian vd., 2010). Dondurarak kurutma tekniğiyle farklı konsantrasyonlar da nanoselüloz eklenerek elde edilen aerogellerin yoğunluk ve yüzey özellikleri incelenmiş ve üretilen aerogeller florlanmış silan ile kaplanarak polar olmayan sıvı/yağlara karşı ıslanabilirlik özellikleri artırılmaya çalışılmıştır (Lindy ve Thielemans, 2010). Ayrıca glukonobakter türlerinden elde edilen nanoselülozların aerogel üretiminde kullanılması durumunda daha gözenekli (>%98 hava) köpüklerin elde edildiği belirtilmiş olup, elde edilen bu materyallerin farklı kullanım amaçlı membran veya nanokağıt üretiminde değerlendirilebileceği ortaya konmuştur (Houssine vd., 2010).

Diğer uygulama alanları

Farklı çözücülerde selülozun aktif şekilde çözünmesinde ve tütün filtrelerinin üretiminde nanoselülozlar kullanılabilirler. Ayrıca selüloz nanokristalleri kuartzınki ile karşılaştırıldığında piezoelektrik özellik gösterir ve fotonik özelliklere sahiptir. Dolayısıyla pillerin, süper kapasitörlerin, biyoplastiklerin, elektroniklerin kullanımında ve bunların yanında kompozitlerdeki yapısal malzemelerin, filmlerin veya kaplamaların kullanımında da nanoselüloz bulunabilir. Bundan başka, taşıyıcı materyallerin güçlendirilmesinde, membranlı hoparlörlerin üretiminde, yüksek akışkanlı membranların üretiminde, esnek elektronik ekranların üretiminde, bilgisayar elemanlarının üretiminde, hafif vücut zırhlarının ve balistik camlarının üretimlerinde de nanoselülozların kullanıldığı belirtilmiştir (Anonim, 2013g). Öte yandan oldukça yakın zamanda yapılan çalışmalarda nanoselüloz kristalin adı verilen ve ağaçlarda bulunan maddenin vücuttaki serbest radikallerin etkisini yok ettiği ve yaşlılığı geciktirmek için kullanılabileceği belirtilmektedir (Anonim, 2013h). Karbon nano-parçacıklarıyla bu maddeyi kimyasal olarak bağlayarak elde edilen yeni madde, serbest radikalleri nötralize eden bir elektrik süpürgesi gibi hareket etmektedir. Ayrıca nanoselülozun toksik olmadığı, dayanıklı, suda çözülebilir ve ağaçlardan elde edilmesi sayesinde yenilenebilir olduğuna işaret edilmektedir (Eichhorn vd., 2010).

3. Sonuç ve öneriler

Geçmişten günümüze insanoğlu ihtiyaçları doğrultusunda yenilikler yapmış, araç gereçler tasarlamış ve çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Ancak zaman içerisinde yaşanan teknolojik gelişme ve yenilikler ihtiyaçların önüne geçmiştir. Bu süreç içerisinde gün geçtikçe gelişme gösteren

nanoteknoloji bilimi ise son yıllarda insanlara ekonomik katkı, verimlilik artışı, kalite artışı, daha güvenilir ürün ve daha sağlıklı yaşam olanakları sağlamıştır.

Nanoteknoloji kavramı birçok alanda hali hazırda kullanılıyor olmakla birlikte, orman endüstrisi alanında yapılan nanoteknolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ağaçlardaki keresteyi ve bitkilerin diğer kısımlarını oluşturan ve odunun ana hammadde kaynağı olan selüloz, nanoteknoloji alanında çalışma yapan bilim adamlarının son zamanlarda odak noktası haline gelmiştir. Öğütülüp işlenen keresteden çıkarılan, olağan boyutlardaki lifler asırlar boyunca kâğıt yapımında kullanılmakla birlikte yakın zamanda bilim adamları kerestenin yoğun işlenmesi ile binlerce tanesi, tek bir insan saç teline genişliğine sığabilecek kadar küçüklükte veya nanometre boyutlarında selüloz liflerinin ortaya çıkarıldığını keşfetmişlerdir.

Nanoselülozun malzeme bilimcilerinin büyük ilgisini çekecek çeşitli özelliklere sahip olduğu ve özellikle kâğıt işletmelerinin bu teknolojiyi son derece ciddiye aldığı ve endüstriyel test olanaklarının düzgün ve sorunsuz çalıştığı yapılan çalışmalarla gözlemlenmiştir. Nanoselülozların pillerin, süper kapasitörlerin, biyoplastiklerin, elektroniklerin kullanımında ve bunların yanında kompozitlerdeki yapısal malzemelerin, filmlerin veya kaplamaların kullanımında yer aldığı ve böylelikle daha güçlü ve daha dayanıklı malzemelerin üretilebileceği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Nanoteknoloji global ekonomik büyüme ve gelişmede önemli bir rol üstlenmekte olup, gelişmiş ülkelerde kamu sektörü bu alandaki araştırmalar için oldukça fazla sayıda yatırımlar yapmaktadır. Gelişmiş ülkelerin hükümetlerince desteklenen nanoteknolojik yeni yaklaşımların ülkemizde de acilen başlatılması ve bu konuda yapılacak yeni araştırmalara destek verilmesi önem arz etmektedir. Orman endüstrisi alanında yapılacak olan nanoteknolojik araştırmalar ise hem literatüre hem de bu alanda hizmet veren sanayicilere büyük destek sağlayacak olup, bu teknoloji ile üretilen üstün özelliklere sahip yeni modifiye ürünler ülke ekonomisini de olumlu yönde etkileyecektir.

Kaynaklar

- Abe, K., Iwamoto, S., Yano, H., 2007. Obtaining cellulose nanofibers with a uniform width of 15 nm from wood. *biomacromolecules*, 8(10): 3276-8.
- Adomavičiūtė, E., Milašius, R., Žemaitaitis, A., Bendoraitienė, J., Leskovšek, M., Demšar, A., 2009. Methods of forming nanofibres from bicomponent pva/cationic starch solution, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 3(74): 29-33.
- Ahola, S., Österberg, M., Laine, J., 2008. Cellulose Nanofibrils Adsorption Withpoly(Amide-Amine) Epichlorohydrin Studied by QCM-D and Application as a Paper Strength Additive, *Cellulose*, 15(2):303-14.
- Alemdar, A., Sain, M., 2008. Biocomposites from wheat straw nanofibers: morphology, thermal and mechanical properties, *Compos. Sci. Technol.*, 68(2):557-65.
- Alemdar, A., Sain, M., 2008. Isolation and characterization of nanofibers from agricultural residues wheat straw and soy hulls. *Bioresour. Technol.*, 99(6):1664-71.
- Andresen, M., Stenius, P., 2007. Water-in-oil emulsions stabilized by hydrophobized microfibrillated cellulose, *J. Disper. Sci. Technol.*, 28(6):837-44.
- Andresen, M., Stenstad, P., Moretro, T., Langsrud, S., Syverud, K., Johansson, L.S., Stenius, P., 2007. Non leaching antimicrobial films prepared from surface-modified microfibrillated cellulose, *Biomacromolecules*, 8(7):2149-55.
- Anjerfors, M., 2012. Microfibrillated cellulose: energy-efficient preparation techniques and key properties, (licentiate thesis), Innventia AB, Stockholm, Sweden.
- Ankerfors, M., Lindström, T., Henriksson, G., 2009. Method for the manufacture of microfibrillated cellulose, US Pat. 20090221812 A1.
- Anna, S.J., Azizi Samir, M.A.S., Berglund, L.A., 2007. Biomimetic polysaccharide nanocomposites of high cellulose content and high toughness, *Biomacromolecules*, 8(8):2556-63.
- Anna J.S., Azizi Samir, M.A.S., Berglund, L.A., 2008. Biomimetic foams of high mechanical performance based on nanostructured cell walls reinforced by native nanofibrils, *Adv. Mater.*, 20(7):1263-9.
- Anonim, 2005. Nanomaterials production 2002-2016: Production volumes, revenues and end user market demand. http://www.researchandmarkets.com/research/5b0347/nanomaterials_pro. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2006. Nano-fibres for filter materials. <http://www.scribd.com/doc/30357529/Nano-Fibres-for-Filter-Materials>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2007. First annual nanotechnology safety for success dialogue, 25-26 October 2007. http://ec.europa.eu/health/nanotechnology/events/ev_20071025_en.htm. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2008. Nanomaterials state of the market Q3 2008: Stealth success, broad impact https://portal.luxresearchinc.com/research/document_excerpt/3735. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2011. Global nanomaterials opportunity and emerging trends. <http://www.lucintel.com/LucintelBrief/GlobalNanomaterialsoportunity-Final.pdf>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013a. Nanoteknoloji nedir? Faydaları ve kullanım alanları nelerdir? <http://www.bilgiustam.com/nanoteknoloji-nedir-faydaları-ve-kullanım-alanları-nelerdir>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013b. Circot, Icar, Central Institute for Research on Cotton Technology. <http://www.circot.res.in>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013c. Method of preparing microfibrillar polysaccharide. <http://www.google.com/patents/EP1896508A1>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013d. http://www.researchandmarkets.com/reports/2271936/the_global_market_for_nanocellulose_to_2017. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013e. Global market for nanofibers (Alumina, polymer, carbon and cellulose) to 2017. <http://en.wikipedia.org/wiki/Nanocellulose>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013f. NanoHeal. <http://www.pfi.no/New-Biomaterials/Projects/NanoHeal>. Erişim: 15.10.2014.
- Anonim, 2013g. Why wood pulp is world's new wonder material. <https://www.newscientist.com/article/mg21528786-100-why-wood-pulp-is-worlds-new-wonder-material>. Erişim: 15.10.2014.

- Anonim, 2013h. Yaşlanmayı geciktiren madde keşfedildi! <http://fwmail.net/bilim/yaşlanmayı-geciktiren-madde-keşfedildi/>. Erişim: 15.10.2014.
- Araki, J., Wada, M., Kuga, S., Okano, T., 1998. Flow properties of microcrystalline cellulose suspension prepared by acid treatment of native cellulose, *Colloid Surface A*, 142(1):75-82.
- Aulin, C., Ahola, S., Josefsson, P., Nishino, T., Hirose, Y., Osterberg, M., Wagberg, L., 2009. Nanoscale cellulose films with different crystallinities and mesostructures their surface properties and interaction with water, *Langmuir*, 25(13): 7675-85.
- Aulin, C., Lindström, T., 2011. Biopolymer coatings for paper and paperboard., in: *Biopolymers-new materials for sustainable films and coatings*, ed: plackett, d., john wiley and sons ltd, UK, pp. 255-76.
- Aydemir, D., 2012. Selülozik nano/makro partiküllerle desteklenmiş stiren maleik anhidrit (sma) kompozitlerinin köpükendirilmesi ve karakterizasyonu, (doktora tezi), Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Balzani, V., 2008. Nanoscience and nanotechnology, *pure appl. Chem.*, 80(8):1631-50.
- Banker, G.S., Kumar, V., 1995. Microfibrillated oxycellulose, US Pat. 5405953.
- Battista, O.A., 1950. Hydrolysis and crystallization of cellulose, *J. Ind. Eng. Chem.*, 42:502-7.
- Berglund, L., 2005. Cellulose-based nanocomposites, eds: mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L., Florida:CRC Press, pp. 807-32.
- Bhattacharya, D., Germinario, I.t., winter, w.t., 2008. isolation, preparation and characterization of cellulose microfibrils obtained from bagasse, *Carbohydr. Polym.*, 73(3):371-7.
- Bruce, D.M., Hobson, r.n., farrent, j.w., hepworth, d.g., 2005. high-performance composites from low-cost plant primary cell walls, *Compos. Part A-Appl. S.*, 36(11): 1486-93.
- Buchert, J., Teleman, A., Harjunpää, V., Tenkanen, M., Viikari, L., Vuorinen, T., 1995. Effect of cooking and bleaching on the structure of xylan in conventional pine kraft pulp, *tappi j.*, 78(11):125-30.
- Bulón, A., Colonna, P., Planchot, V., Ball, S., 1998. Starch granules: structure and biosynthesis, *Int. J. Biol. Macromol.*, 23(2):85-112.
- Buzea, C., Pacheco, I., Robbie, K., 2007. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, 2, 4, Mr17-Mr172.
- Cao, X., Chen, Y., Chang, P.R., Muir, A.D., Falk, D., 2008. Starch-Based Nanocomposites Reinforced with Flax Cellulose Nanocrystals, *XPRESS Polym. Lett.*, 2(7): 502-10.
- Candan, Z., 2011. Nanoteknolojinin ahşap endüstrisinin gelişimine sunduğu imkanlar, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cardamone, J.M., Martin, J.J., 2008. Keratin Coatings for Wool: Shrinkproofing and nanoparticle delivery, *Macromol. Symp.*, 272:161-6.
- Cash, M.J., Chan, A.N., Conner, H.T., Cowan, P.J., Gelman, R.A., Lusvardi, K.M., Thompson, S.A., Tise, F.P., 2003. Derivatized microfibrillar polysaccharide, US Pat. 6602994 B1.
- Chen, W., Yu, H., Liu, Y., 2011. Preparation of millimeter-long cellulose 1 nanofibers with diameters of 30–80nm from bamboo fibers, *Carbohydr. Polym.*, 86(2):453-61.
- Chinga-Carrasco, G., Miettinen, A., Luengo Hendriks, C.L., Gamstedt, E.K., Kataja, M. 2011. Structural characterisation of kraft pulp fibres and their nanofibrillated materials for biodegradable composite applications, in *nanocomposites and polymers with analytical methods*, ed: Cuppoletti, J., Rijeka-Croatia, pp. 243-260.
- Chinga-Carrasco, G., 2011. Cellulose fibres, nanofibrils and microfibrils: the morphological sequence of mfc components from a plant physiology and fibre technology point of view, *Nanoscale Res. Lett.*, 6(417): 2-7.
- Chinga-Carrasco, G., Yu, Y., Diserud, O., 2011. Quantitative electron microscopy of cellulose nanofibril structures from eucalyptus and pinus radiata kraft pulp fibers, *Microsc. Microanal.*, 17(4):563-71.
- Christian, A., Gällstedt, M., Lindström, T., 2010. Oxygen and oil barrier properties of microfibrillated cellulose films and coatings, *Cellulose*, 17(3):559-74.
- Curtol, F., Eksteen, N.C., 2006. Method and apparatus for manufacturing of microfibrillated cellulose fiber, US Pat. 20060006189 A1.
- Da Silva Perez, D., Dufresne, A., 2009. Overview of cellulose nanocrystals and nanofibers: the science and technology a european perspective, OECD Conference on Potential Environmental Benefits of Nanotechnology: Fostering Safe Innovation-Led Growth OECD Conference Centre, Paris-France.
- Daisuke, T., Ishioka, S., Matsumoto, T., 2002. Effect of fiber concentration and axial ratio on the rheological properties of cellulose fiber suspensions, *Journal of the Society of Rheology (Japan)*, 30(1):27-32.
- Deniz, İ., Hafizoğlu, H., 2012. Odun kimyası ders notları, KTU Orman Fakültesi, Trabzon, Pp: 201.
- Dinand, E., Chanzy, H., Vignon, M., 1996. Parenchymal cell cellulose from sugar beet pulp: preparation and properties, *Cellulose*, 3(1):183-8.
- Dong, X.M., Kimura, T., Revol, J.F., Gray, D.G., 1996. Effects of ionic strength on the isotropic–chiral nematic phase transition of suspensions of cellulose crystallites, *Langmuir*, 12(8):2076-82.
- Dufresne, A., Cavaillé, J.Y., Vignon, M.R., 1997. Mechanical behavior of sheets prepared from sugar beet cellulose microfibrils, *J. Appl. Polym. Sci.*, 64(69): 1185-94.
- Dufresne, A., Dupeyre, D., Vignon, M., 2000. Cellulose microfibrils from potato tuber cells: processing and characterization of starch-cellulose microfibril composites, *J. Appl. Polym. Sci.*, 76(14):2080-92.
- Dufresne, A., 2008. Polysaccharide nano crystal reinforced nanocomposites, *Can. J. Chem.*, 86(6):484-94.
- Edwards, S.A., 2006. The nanotech pioneers, WILEY-VCH, USA, Pp: 257.

- Eichhorn, S.J., Dufresne, A., Aranguren, M., Marcovich, N.E., Capadona, J.R., Rowan, S.J., Weder, C., Thielemans, W., Roman, M., Renneckar, S., Gindl, W., Veigel, S., Keckes, J., Yano, H., Abe, K., Nogi, M., Nakagaito, A. N., Mangalam, A., Simonsen, J., Benight, A.S., Bismarck, A., Berglund, L.A., Peijs, T., 2010. Review: Current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. *J. Mater. Sci.*, 45:1–33.
- Eklund, D., Lindström, T., 1991. Paper chemistry-an introduction, dt paper science, grankulla, Finland.
- Eriksen, Ø., Syverud, K., Gregersen, Ø., 2008. The use of microfibrillated cellulose produced from kraft pulp as strength enhancer in tmp paper, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, 23(3):299-304.
- Fall, A.B., Lindström, S.B., Sundman, O., Odberg, L., Wagberg, L., 2011. Colloidal stability of aqueous nanofibrillated cellulose dispersions, *Langmuir*, 27(18): 11332-8.
- Fan, Y., Saito, T., Isogai, A., 2009. TEMPO-Mediated oxidation of β -Chitin to prepare individual nanofibrils, *Carbohydr. Polym.*, 77:832-8.
- Fernandes Diniz, J.M.B., Gil, M.H., Castro, J.A.A.M., 2004. Hornification-Its origin and interpretation in wood pulps, *Wood Sci. Technol.*, 37(6):489-94.
- Fischer, F., Rigacci, A., Pirard, R., Berthon-Fabry, S., Achard, P., 2006. Cellulose-Based aerogels, *polymer*, 47(22):7636-45.
- Fleming, K., Gray, D.G., Matthews, S., 2001. Cellulose crystallites, *chemistry-a european journal*, 7(9):1831-5.
- Fujisawa, F., Okita, Y., Fukuzumi, Hi, Saito, Ti, Isogai, A., 2011. Preparation and characterization of TEMPO-Oxidized cellulose nanofibril films with free carboxyl groups, *Carbohydr. Polym.*, 84: 579-83.
- Fukuzumi, H., Saito, T., Iwata, T., Kumamoto, Y., Isogai, A., 2008. Transparent and High Gas Barrier Films of Cellulose Nanofibers Prepared by TEMPO-Mediated Oxidation, *Biomacromolecules*, 10(1): 162-5.
- Gellerstedt, G., Hardell, H.L., Lindfors, E L., 1980. The reactions of lignin with alkaline hydrogen peroxide, Part IV. Products from the oxidation of quinone model compounds, *acta chemica scandinavica, Series B: Organic Chem. Biochem.*, B34, 9, 669-73.
- Gregory, J., 1989. Fundamentals of flocculation, *Crit. Rev. Environ. Contr.*, 19(3):185-230.
- Grignon, J., Scallan, A.M., 1980. Effect of ph and neutral salts upon the swelling of cellulose gels, *J. App. Polym. Sci.*, 25(12): 2829-43.
- Habibi, Y., Vignon, M., 2008. Optimization of cellouronic acid synthesis by TEMPO mediated oxidation of cellulose III from sugar beet pulp, *Cellulose*, 15(1):177-85.
- Habibi, Y., Mahrouz, M., Vignon, M.R., 2009. Microfibrillated cellulose from the peel of prickly pear fruits, *Food Chem.*, 115(2):423-9.
- Hayaka, F., Saito, T., Iwata, T., Kumamoto, Y., Isogai, A., 2009. Transparent and high gas barrier films of cellulose nanofibers prepared by TEMPO-Mediated oxidation, *Biomacromolecules*, 10(1):162-5.
- Hayashi, N., Kondo T., Ishihara, M., 2005. Enzymatically produced nano-ordered short elements containing cellulose I_b crystalline domains, *Carbohydr. Polym.*, 61, 191-7.
- Hejnesson-Hultén, A., 2006. Method of preparing microfibrillar polysaccharide, US Pat. 20060289132 A1.
- Henriksson, M., Berglund, L.A., 2007. Structure and properties of cellulose nanocomposite film containing melamine formaldehyde, *J. Appl. Polymer Sci.*, 106(4): 2817-24.
- Henriksson, M., Henriksson, G., Berglund, L.A., Lindström, T., 2007. An environmentally friendly method for enzyme-assisted preparation of micro-fibrillated cellulose (MFC) Nanofibres, *Eur. Polym. J.*, 43(8):3434-41.
- Henriksson, M., Berglund, L.A., Isaksson, P., Lindström, T., Nishino, T., 2008. Cellulose nanopaper structures of high toughness, *Biomacromolecules*, 9(6): 1579-85.
- Herrick, F.W., Casebier, R.L., Hamilton, J.K., Sandberg, K.R., 1983. Microfibrillated Cellulose: Morphology and Accessibility, *J. Appl. Polym. Sci.*, 37: 797-813.
- Holmbom, B., Stenius, P., 2000. Analytical methods, in: stenius, p., pakarinen, h. (eds), *papermaking science and technology, Book 3 Forest Products Chemistry*, edited-by., Fapet Oy, Helsinki-Finland, pp.105-69.
- Houssine, S., Salajková, M., Zhou, Q., Berglund, L.A., 2010. Mechanical performance tailoring of tough ultra-high porosity foams prepared from cellulose I nanofiber suspensions, *Soft Matter*, 6(8):1824-32.
- Hubbe, M.A., 2006. Bonding between cellulosic fibers in the absence and presence of dry-strength agents a review, *BioRes.*, 1(2): 281-318.
- Hubbe, M.A., Heitmann, J.A., 2007. Review of factors affecting the release of water from cellulosic fibers during paper manufacture, *BioRes.*, 2(3):500-33.
- Hult, E.L., Larsson, P.T., Iversen, T., 2001. Cellulose fibril aggregation-an inherent property of kraft pulps, *Polymer*, 42(8):3309-14.
- Ioelovich, M., Leykin, A., 2004. Nanocellulose and its application, *J.SITA.*, 6(3):17-24.
- Ishikawa, H., Ide, S., 1993. Method of producing finely divided fibrous cellulose particles, US Pat. 5269470.
- Isogai, A., Saito, T., Fukuzumi, H., 2011. TEMPO Oxidized cellulose nanofibers, *Nanoscale*, 3:71-85.
- István, S., Plackett, D., 2010. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A review, *Cellulose*, 17 (3): 459-94.
- Iwamoto, S., Nakagaito, A.N., Yano, H., Nogi, M., 2005. Optically transparent composites reinforced with plant fiber-based nanofibers, *Appl. Phys. A-Mater.*, 81(6): 1109-12.
- Iwamoto, S., Nakagaito, A.N., Yano, H., 2007. Nano-Fibrillation of Appl. Phys. A-Mater., 89(2):461-6.
- Iwamoto, S., Abe, K., Yano, H., 2008. The effect of hemicelluloses on wood pulp nanofibrillation and nanofiber network characteristics, *Biomacromolecules*, 9(3):1022-6.
- Iwamoto, S., Kaii W., Isogai T., Saito T., Isogai A., Iwatai T. 2010. comparison study of TEMPO-Analogous compounds on oxidation efficiency of wood cellulose for preparation of cellulose nanofibrils, *Polym. Degrad. Stabil.*, 95: 1394-8.
- Janardhan, S., Sain, M., 2006. Isolation of cellulose microfibrils-an enzymatic approach, *BioRes.*, 1(2):176-88.

- Kelsall, R.W., Hamley, I.W., Geoghegan, M., 2005. Nanoscale science and technology, John Wiley & Sons, West Sussex, Pp: 456.
- Klemm, D., Schumann, D., Kramer, F., Hessler, N., Hornung, M., 2006. Schmauder, HP., Marsch, S., Nanocelluloses as innovative polymers in research and application, *adv. Polymer Sci.*, 205: 49-96.
- Klemm, D., Kramer, F., Moritz, S., Lindström, T., Ankerfors, M., Gray, D. and Dorris, A., 2011. Nanocelluloses: a new family of nature-based materials, *Angewandte Chemie International Edition*, 50(24):5438–66.
- Laine, J., Lövgren, L., Stenius, P., Sjöberg, S., 1994. Potentiometric titration of unbleached kraft cellulose fibre surfaces, *Colloids Surf. A*, 88(2-3): 277-87.
- Lavoine, N., Desloges, I., Dufresne, A., Bras, J., 2012. Microfibrillated cellulose—its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. *Carbohydr. Polym.*, 90(2): 735-64.
- Lee, S.Y., Chun, S.Jin., Kang, I.A., Park, J.Y., 2009. Preparation of cellulose nanofibrils by high-pressure homogenizer and cellulose-based composite films, *J. Ind. Eng. Chem.*, 15(1): 50-5.
- Leitner, J., Hinterstoisser, B., Wastyn, M., Keckes, J., Gindl, W., 2007. Sugar beet cellulose nanofibril-reinforced composites, *Cellulose*, 14(5): 419-25.
- Lima, M.M.D., Borsali, R., 2004. Rodlike cellulose microcrystals: Structure, Properties, and Applications, *Macromolecular Rapid Communications*, 25(7):771-87.
- Lindström, T., Winter, L., 1988. Mikrofibrillär cellulosa som komponent vid papperstillverkning, *STFI-meddelande*, C159.
- Lindström, T., Ankerfors, M., 2009. NanoCellulose Developments in Scandinavia, 7th International Paper and Coating Chemistry Symposium, Ontario-Canada.
- Lindy, H., Thielemans, W., 2010. Cellulose nanowhisker aerogels, *Green Chemistry*, 12(8):1448-53.
- Liu, S., Yan, Q., Tao, D., Yu, T., Liu, X., 2012. Highly flexible magnetic composite aerogels prepared by using cellulose nanofibril networks as templates, *Carbohydr. Polym.*, 89(2): 551-7.
- Mabire, F., Audebert, R., Quivoron, C., 1984. Synthesis and solution properties of water soluble copolymers based on acrylamide and quaternary ammonium acrylic comonomer, *Polymer*, 25(9): 1317-22.
- Malainine, M.E., Mahrouz, M., Dufresne, A., 2005. Thermoplastic nanocomposites based on cellulose microfibrils from *Opuntia ficus-indica* parenchyma cell, *Compos. Sci. Technol.*, 65(10):1520-6.
- Marielle, H., Berglund, L.A., Isaksson, P., Lindström, T., Nishino, T., 2008. Cellulose nanopaper structures of high toughness, *Biomacromolecules*, 9(6):1579-85.
- Martin, J.J., Cardamone, J.M., Irwin, P.L., Brown, E.M., 2011. Keratin capped silver nanoparticles- synthesis and characterization of a nanomaterial with desirable handling properties, *Colloids Surf B Biointerfaces*, 88(1): 354-61.
- Matsuda, Y., 2000. Properties and use of microfibrillated cellulose as papermaking additive, *Sen'i Gakkaishi*, 56(7):192-6.
- Matsuda, Y., Hirose, M., Ueno, K., 2001. Super microfibrillated, process for producing the same and coated paper and tinted paper using the same, US Pat. 6214163 B1.
- Morán, J., Alvarez, V., Cyras, V., Vázquez, A., 2008. Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers, *Cellulose*, 15(1):149-59.
- Mosbye, J., Moe, S., Laine, J., 2002. The charge and chemical composition of fines in mechanical pulp, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, 17(3):352-6.
- Nakagaito, A.N., Yano, H., 2004. The effect of morphological changes from pulp fiber towards nanoscale fibrillated cellulose on the mechanical properties of highstrength plant fiber based composites, *Appl. Phys. A-Mater.*, 78(4): 547-52.
- Nogi, M., Iwamoto, S., Nakagaito, A.N., Yano, H., 2009. Optically transparent nanofiber paper, *Advanced Materials*, 21(16):1595-8.
- Nogi, M., Yano, H., 2009. Optically transparent nanofiber sheets by deposition of transparent materials: A Concept for a roll-to-roll processing, *Appl. Phys. Lett.*, 94, 233117-1.
- Olszewska, A., Eronen, P., Johansson, L.S., Malho, J.M., Ankerfors, M., Lindström, T., Ruokolainen, J., Laine, J., Österberg, M., 2011. The behaviour of cationic nanofibrillar cellulose in aqueous media, *Cellulose*, 18(5): 1213-26.
- Orts, W.J., Godbout, L., Marchessault, R.H., Revol, J.F., 1998. Enhanced ordering of liquid crystalline suspensions of cellulose microfibrils: A small-angle neutron scattering study, *Macromolecules*, 31(17): 5717-25.
- Özmen, N., Çetin, N.S., Narlıoğlu, N., 2013. Kavak (*Populus nigra* x *Populus deltoides*) odunundan selüloz nanokristalit eldesi, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 14:58-63.
- Pääkko, M., Ankerfors, M., Kosonen, H., Nykänen, A., Ahola, S., Österberg, M., Ruokolainen, J., Laine, J., Larsson, P.T., Ikkala, O., Lindström, T., 2007. Enzymatic hydrolysis combined with mechanical shearing and high-pressure homogenization for nanoscale cellulose fibrils and strong gels, *Biomacromolecules*, 8(6):1934-41.
- Pääkko, M., Vapaavuori, J., Silvennoinen, R., Kosonen, H., Ankerfors, M., Lindström, T., Berglund, L.A., Ikkala, O., 2008. Long and entangled native cellulose I nanofibers allow flexible aerogels and hierarchically porous templates for functionalities, *Soft Matter*, 4(12): 2492-9.
- Peng, Y., Gardner, D., Han, Y., 2012a. Drying cellulose nanofibrils: In search of a suitable method, *Cellulose*, 19(1): 91-102.
- Peng, Y., Yousoo, H., Gardner, J.D., 2012b. Spray-Drying cellulose nanofibrils: effect of drying process parameters on particle morphology and size distribution, *Wood Fiber Sci.*, 44(4): 1-14.
- Picciotto H.A., Wissner-Gross A.D., Lavalley, G., Weiss, P.S. 2007. Arrays of Cu₂S-complexed organic clusters grown on gold nano dots, *J. exp. nanosci.*, 2(1-2):3–11.
- Poole, C.P.Jr., Owens, F.J., 2003. Introduction to nanotechnology. John Wiley & Sons, New Jersey, Pp: 400.

- Qingqing, L., Renneckar, S., 2011. Supramolecular structure characterization of molecularly thin cellulose nanoparticles, *Biomacromolecules*, 12(3):650-9.
- Rånby, B.G., 1949. Aqueous colloidal solutions of cellulose micelles, *Acta Chemica Scandinavica*, 3: 649-50.
- Retulainen, E., Luukko, K., Fagerholm, K., Pere, J., Laine, J., Paulapuro, H., 2002. Papermaking quality of fines from different pulps-The effect of size, shape and chemical composition, *Appita J.*, 55(6):457-60.
- Revol, J.F., Godbout, L., Dong, X.M., Gray, D.G., Chanzy, H. Maret, G., 1994. Chiral nematic suspensions of cellulose crystallites; phase separation and magnetic field orientation, *Liquid Crystals*, 16(1): 127-34.
- Roco, M.C., 2005. International perspective on government nanotechnology funding in 2005, *J. Nanopart Res.*, 7: 707-12.
- Rojas, O.J., Hubbe, M. A., 2004. The dispersion science of papermaking, *J. Dispersion Sci. Technol.*, 25(6): 713-32.
- Saito, T., Nishiyama, Y., Putaux, J.L., Vignon, M., Isogai, A., 2006. Homogeneous suspensions of individualized microfibrils from TEMPO-catalyzed oxidation of native cellulose. *Biomacromolecules*, 7(6): 1687-91.
- Saito, T., Isogai, A., 2007. Preparation of cellulose single microfibrils from native celluloses by TEMPO-mediated oxidation, *Cellulose Communications*, 14(2): 62-6.
- Saito, T., Kimura, T., Nishiyama, Y., Isogai, A., 2007. Cellulose nanofibers prepared by TEMPO mediated oxidation of native cellulose, *Biomacromolecules*, 8(8): 2485-91.
- Scallan, A.M., 1974. The structure of the cell wall of wood—a consequence of anisotropic intermicrofibrillar bonding *wood Sci.*, 6(3): 266-71.
- Scallan, A.M., Tigerström, A.C., 1992. Swelling and elasticity of the cell walls of pulp fibers, *J. Pulp Pap. Sci.*, 18(5): 188-93.
- Serkov, A.T., 2008. Radishevskii, M.B., *Fibre Chemistry*, 40: 32-6.
- Shirazi, M., Van de Ven, T.G.M., Garnier, G., 2003. Adsorption of modified starches on pulp fibers, *Langmuir*, 19(26): 10835-42.
- Siqueira, G., Bras, J., Dufresne, A., 2010. Luffa cylindrica as a lignocellulosic source of Fiber, microfibrillated cellulose and cellulose nanocrystals, *BioRes.*, 5(2): 727-40.
- Siqueira, G., Tadokoro, S.K., Mathew, A.P., Oksman, K., Carrot, 2010. Nanofibers and nanocomposites applications, In 7th international symposium on natural polymers and composites, Gramado-Brazil.
- Siqueira, G., Tapin-Lingua, S., Bras, J., da Silva Perez, D., Dufresne, A., 2010. Morphological Investigation of nanoparticles obtained from combined mechanical shearing and enzymatic and acid hydrolysis of sisal fibers, *Cellulose*, 17(6):1147-58.
- Siqueira, G., Tapin-Lingua, S., Bras, J., da Silva Perez, D., Dufresne, A., 2011. Mechanical properties of natural rubber nanocomposites reinforced with cellulosic nanoparticles obtained from combined mechanical shearing, and enzymatic and acid hydrolysis of sisal fibers, *Cellulose*, 18(1): 57-65.
- Siro, I., Plackett, D., 2010. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A Review, *Cellulose*, 17(3):459-94.
- Sjostrom, E., 1989. The origin of charge on cellulosic fibers, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, 4(2): 90-3.
- Spence, K., Venditti, R., Rojas, O., Habibi, Y., Pawlak, J., 2010. The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: water interactions and physical properties for packaging applications, *Cellulose*, 17(4): 835- 48.
- Spence, K.L., Venditti, R.A., Habibi, Y., Rojas, O.J., Pawlak, J.J., 2010. The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: mechanical processing and physical properties, *Bioresour. Technol.*, 101(15):5961-8.
- Stenius, P., 2000. Macromolecular, Surface, and colloid chemistry, In: Stenius, P., Pakarinen, H. (eds.), *Papermaking science and technology, Book 3 Forest Products Chemistry*, Fapet Oy, Helsinki-Finland, pp.170-276.
- Stone, J.E., Scallan, A.M., Abrahamson, B., 1968. Influence of beating on cell wall swelling and internal fibrillation, *Svensk Papperstidning*, 71(19):687-94.
- Šukytė, J., Adomavičiūtė, E., Milašius, R., 2010. Investigation of the possibility of forming nanofibres with potato starch, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 5:82, 24-7.
- Sundberg, A., Sundberg, K., Lillandt, C., Holmbom, B., 1996. Determination of hemicelluloses and pectins in wood and pulp fibers by acid methanolysis and gas chromatography, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, 11(4):216-9.
- Swerin, A., Wågberg, L., 1994. Size-Exclusion chromatography for characterization of cationic-polyelectrolytes used in papermaking, *Nord. Pulp Pap. Res. J.*, 9(1):18-25.
- Syverud, K., Stenius, P., 2009. Strength and barrier properties of MFC films, *Cellulose*, 16(1):75-85.
- Tan, Z., Nguyen, X., Maurer, K.L., 2007. Chemical activation and refining of southern pine kraft fibers, US Pat. 20070119556 A1.
- Taniguchi, T., 1996a. Microfibrillation of natural fibrous materials, *Journal of the Society of Materials Science (Japan)*, 45(4):472-3.
- Taniguchi, T., 1996b. Microfibrillated method of natural fibres, *Sen'i Kikai Gakkaishi*, 52:119-23.
- Taniguchi, T., Okamura, K., 1998. New films produced from microfibrillated natural fibres. *Polym. Int.*, 47(3): 291-4.
- Taniguchi, N., 1974. On the basic concept of nanotechnology, *Proc. Intl. Conf. Prod.*, London, Pp: 245.
- Teleman, A., Harjunpää, V., Tenkanen, M., Buchert, J., Hausalo, T., Drakenberg, T., Vuorinen, T., 1995. Characterisation of 4-deoxy- β -l-threo-hex-4-enopyranosyluronic acid attached to xylan in pine kraft pulp and pulping liquor by ^1H and ^{13}C NMR spectroscopy, *Carbohydr. Res.*, 272(1):55-71.
- Turbak, A.F., Snyder, F.W., Sandberg, K.R., 1982. Suspensions containing microfibrillated cellulose, US Pat. 4452721.
- Turbak, A.F., Snyder, F.W., 1983. Sandberg, K.R., Microfibrillated cellulose, a new cellulose product: properties, uses and commercial potential, *J. Appl. Polym. Sci.*, 37:815-27.

- Uetani, K., Yano, H., 2010. Nanofibrillation of wood pulp using a high-speed blender, *Biomacromolecules*, 12(2): 348-53.
- Wågberg, L., Winter, L., Ödberg, L., Lindström, T., 1987. On the charge stoichiometry upon adsorption of a cationic polyelectrolyte on cellulosic materials, *Colloids and Surfaces*, 27(4):163-73.
- Wågberg, L., Decher, G., Norgren, M., Lindström, T., Ankerfors, M., Axnäs, K., 2008. The build-up of polyelectrolyte multilayers of microfibrillated cellulose and cationic polyelectrolytes, *Langmuir*, 24(3):784-95.
- Walecka, J.A., 1956. An investigation of low degree of substitution carboxymethylcelluloses, (doctoral thesis), Lawrence College, Appelton, Wisconsin, USA.
- Wang, B., Sain, M., 2007a. Dispersion of soybean stock-based nanofiber in a plastic matrix, *polym. Int.*, 56(4): 538-46.
- Wang, B., Sain, M., 2007b. Isolation of nanofibers from soybean source and their reinforcing capability on synthetic polymers, *Compos. Sci. Technol.*, 67(11-12): 2521-7.
- Wang, B., Sain, M., Oksman, K., 2007. Study of structural morphology of hemp fiber from the micro to the nanoscale, *Appl. Compos. Mater.*, 14(2):89-103.
- Wim, T., Warbey, C.A., Walsh, D.A., 2009. Permeable nanostructured membranes based on cellulose nanowhiskers, *Green Chemistry*, 11(4):531-7.
- Winter, L., 1987. On the hamaker constant of cellulose, (licentiate thesis), KTH, Stockholm, Sweden.
- Wu, N., Hubbe, M.A., Rojas, O.J., Park, S., 2009. Permeation of polyelectrolytes and other solutes into the pore spaces of water-swollen cellulose: A Review, *BioRes.*, 4(3):1222-62.
- Xhanari, K., Syverud, K., Chinga-Carrasco, G., Paso, K., Stenius, P., 2011. Structure of nanofibrillated cellulose layers at the o/w interface, *J. Colloid Interface Sci.*, 356(1): 58-62.
- Yamashita, Y., Ko, F., Miyake, H., Higashiyama, A., 2007. Establishment of nano fiber preparation technique for nanocomposite, 16th international conference on composite materials, Kyoto-Japan, pp: 1-6.
- Yano, H., Nakahara, S., 2004. Bio-Composites produced from plant microfiber bundles with a nanometer unit web-like network, *J. Mat. Sci.*, 39(5):1635-8.
- Young, R.A., 1994. Comparison of the properties of chemical cellulose pulps, *Cellulose*, 1(2):107-30.
- Zhao, H.P., Feng, X.Q., Gao, H., 2007. Ultrasonic technique for extracting nanofibres from nature materials, *Appl. Phys. Lett.*, 90, 7, 073112-073112-2.
- Zimmermann, T., Pöhler, E., Geiger, T., 2004. Cellulose fibrils for polymer reinforcement, *Adv. Eng. Mater.*, 6(9): 754-61.
- Zimmermann, T., Bordeanu, N., Strub, E., 2010. Properties of nanofibrillated cellulose from different raw materials and its reinforcement potential, *Carbohydr. Polym.*, 79(4): 1086-93.
- Zuluaga, R., Putaux, J.L., Restrepo, A., Mondragon, I., Gañán, P., 2007. Cellulose microfibrils from banana farming residues: isolation and characterization, *cellulose*, 14(6):585-92.

Instructions for authors

Manuscript should be prepared in A4 page size, with Times New Roman font and 12 pt font size, as plain text. Unless necessary, no special formatting should be used. Page and line numbers should be included into the manuscript. Please check out the explanations below for other details:

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not exceed 250 words, and briefly explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be used below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units. Abbreviations should be explained briefly within a parenthesis where it appears first.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Oliver et al., 1996; Geray, 1998). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). See Appendix 1 for details on references.

Tables and figures: All tables and figures (graphs, photographs, maps etc.) should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be given at the end of the manuscript. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be simple, and their text, number and symbol components should be easily visible and understandable 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.

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, 12 punto Times New Roman yazı tipinde ve düz metin şeklinde hazırlanmalıdır. Zorunlu olmadıkça hiçbir özel format kullanılmamalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir. Diğer hususlar için lütfen aşağıdaki açıklamalara bakınız:

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri yer almalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalı, kısaca araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında kullanılabilir.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) uygun olmalıdır. Kısaltmalar ise metin içerisinde ilk geçtiği yerde parantez içinde açıklanmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Oliver vd., 1996; Geray, 1998). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). Kaynaklar hakkında detaylar için Ek 1'e bakınız.

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller (grafik, fotoğraf, harita vb.) metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve metnin sonuna eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller mümkün olduğu kadar sade olmalı, içerilerindeki metin, rakam, sembol vb. unsurlar 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.

Appendix 1. References

In accordance with generally accepted principles; author, publication year, title, publisher, page numbers and other appropriate information should be given for each reference.

Electronic references: Ordinary internet sites sources with limited credibility and permanence should not be used as an electronic reference. If a publication exists in both print and electronic versions, the print version should be preferred as a reference.

If used, electronic sources should be treated as printed sources; author, year of publication, title of the article or web page, publisher's name and place should be given. DOI numbers should be included at the end if an online-only publication is used as reference.

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

Binkley, D., Stape, J.L., Ryan, M.G., 2004. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, 193: 5-16.

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.

Book / Kitap

Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons, New York.

Geray, A.U., 1998. *Ekonomi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 3870/430, İstanbul.

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

Little, C.H.A., Pharis, R.P., 1995. Hormonal control of tree stem growth. In: Gartner, B.L. (Ed.), *Plant Stems: Physiology and Functional Morphology*, Academic Press, New York, pp. 281-319.

Alkan, H., 2007. Devlet orman fidanlık işletmeleri (DOFİ)'nde maliyet yönetimi ve pazarlama. Yahyaoğlu, Z., Genç M. (Ed.), *Fidan Standardizasyonu*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:75, Isparta, s. 493-548.

Thesis and dissertation / Tez

Gurlevik, N., 2002. Stand and soil responses of a loblolly pine plantation to midrotation fertilization and vegetation control. PhD Dissertation, North Carolina State University, NC, USA.

Ok, K., 1997. Aynı yaşlı ormanlarda kesim düzeninin ekonomik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Conference proceedings / Konferans bildirisi

Erkan, N., 2002. Growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) in natural forest and plantation in Turkey. *Proceedings of IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations*, 11-13 September 2002, İzmit, Turkey, pp. 67-74.

Erdin, K., Şentürk, N., Yeşil, A., Koç, A., Selik, C., Yener, H., Yılmaz, Y., Atıcı, E., 1994. Nasıl bir orman bilgi sistemi (ORBİS)? 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, s. 136-141.

Electronic reference / Elektronik kaynak

FAO, 2011. Fact and figures: Forest cover. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/forestry/28808/en/>, Accessed: 22.12.2012.

OGM, 2015. Bal ormanları. Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Ankara, <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Ormanlar%C4%B1.pdf>, Erişim: 06.03.2015.

Ek 1. Kaynaklar

Genel kabul görmüş ilkelere uygun olarak, her bir yayının yazarı, yayın yılı, başlığı, yayıncısı, sayfa numarası ve gerekli diğer bilgileri verilmelidir.

Elektronik kaynaklar: Sıradan bir internet sitesi gibi güvenilirliği ve devamlılığı şüpheli olan elektronik kaynaklar tercih edilmemelidir. Eğer bir kaynağın hem elektronik hem de basılı hali mevcutsa, basılı olanı referans gösterilmelidir.

Eğer kullanılacaksa, elektronik kaynaklar da basılı kaynaklar gibi düşünülmeli; yazar, yayın yılı, makale veya internet sayfasının başlığı, yayıncı adı ve yeri verilmelidir. Sadece çevrimiçi yayın yapan dergilerde DOI numarası da kaynağın sonuna eklenmelidir.

