



Sahibi: Prof. Dr. Hasan AYRANCI Rektör	Owner: Prof. Dr. Hasan AYRANCI Rector
Genel Yayın Yönetmeni: Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK Dekan	General Publishing Manager: Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK Dean
Editör: Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN	Editör: Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN

Danışma Kurulu / Advisory Board

Dr. Abdullah Emin AKAY	Bursa Teknik University	TURKEY
Dr Ünal AKKEMİK	İstanbul University	TURKEY
Dr. Sezgin AYAN	Kastamonu University	TURKEY
Dr. Ertuğrul BİLGİLİ	Karadeniz Teknik University	TURKEY
Dr. Melih BOYDAK	Işık University	TURKEY
Dr. Serdar CARUS	Süleyman Demirel University	TURKEY
Dr. Murat DEMİR	İstanbul University	TURKEY
Dr. İlker ERCANLI	Çankırı Karatekin University	TURKEY
Dr. Sabit ERŞAHİN	Çankırı Karatekin University	TURKEY
Dr. Ceyhun GÖL	Çankırı Karatekin University	TURKEY
Dr. Ömer KARA	Karadeniz Teknik University	TURKEY
Dr. Akif KETEN	Düzce University	TURKEY
Dr. Ömer KÜÇÜK	Kastamonu University	TURKEY
Dr. Ramazan ÖZÇELİK	Süleyman Demirel University	TURKEY
Dr. İbrahim ÖZDEMİR	Süleyman Demirel University	TURKEY
Dr. Sezgin ÖZDEN	Çankırı Karatekin University	TURKEY
Dr. Halil Barış ÖZEL	Bartın University	TURKEY
Dr. Atakan ÖZTÜRK	Artvin Çoruh University	TURKEY
Dr. Tolga ÖZTÜRK	İstanbul University	TURKEY
Dr. Timothy RANDHIR	University of Massachusetts	USA
Dr. Temel SARIYILDIZ	Kastamonu University	TURKEY
Dr. Yusuf SERENGİL	İstanbul University	TURKEY
Dr. Salih TERZİOĞLU	Karadeniz Teknik University	TURKEY
Dr. Fahrettin TİLKİ	Artvin Çoruh University	TURKEY
Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU	Artvin Çoruh University	TURKEY
Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER	Karadeniz Teknik University	TURKEY
Dr. Serhat URSAVAŞ	Çankırı Karatekin University	TURKEY
Dr. Seyran PALABAŞ UZUN	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	TURKEY
Dr. Sabri ÜNAL	Kastamonu University	TURKEY
Dr. Hakkı YAVUZ	Karadeniz Teknik University	TURKEY
Dr. Ahmet YEŞİL	İstanbul University	TURKEY
Dr. Rasoul YUSEFPOUR	University of Freiburg	GERMANY



Alan Editörleri / Field Editors

Dr. Arda ÖZEN
Dr. Ender BUĞDAY
Dr. İlker ERCANLI
Dr. M. Nuri ÖNER

Dr. Meriç ÇAKIR
Dr. Nazan KUTER
Dr. Sedat KELEŞ
Dr. Serhat URSAVAŞ

Dr. Üstüner BİR BEN
Dr. Yalçın KONDUR

Dizgi Sorumlusu: Compositor:

Yrd. Doç. Dr. Yalçın KONDUR

Assist. Prof. Dr. Yalçın KONDUR

Kapak Tasarımı / Cover Design

Ender BUĞDAY

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TURKEY
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983
e-mail: anatolianjfr@karatekin.edu.tr

Bu dergi yılda iki defa yayınlanır

This journal is published twice a year

Anatolian Journal of Forestry has been published as REFEREED JOURNAL according to 03/24/2010 dated and 11/3 numbered decision of Administrative Board of Çankırı Karatekin University

Indexed and Abstracted in:

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

► Önsöz	v
► Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Göktürk-2 Uydu Görüntüsü Kullanılarak Bazı Meşçere Parametrelerinin Tahmin Edilmesi ► Estimation of Some Stand Parameters Using Göktürk-2 Satellite Imagine: A Case Study in ÇAKÜ Faculty of Forestry Research Forest <i>Rabia GÖĞERÇİN, Alkan GÜNLÜ</i>	1
► Konya Kapalı Havzasında Farklı Arazi Örtülerinde Net Birincil Üretim Jeostatistiksel Analizi ► Geostatistical Analysis of the Net Primary Production in Various Land Covers in Konya Closed Watershed <i>Bayram Cemil BİLGİLİ, Sabit ERŞAHİN, Ülkü DİKMEN, Gülay KARAHAN</i>	14
► Çankırı (Eldivan) Karaçam Orman Topraklarında Saptanan Mikrofunguslar ► Microfungi of Anatolian Black pine Forests of Eldivan (Çankırı) <i>Funda OSKAY, Ziya ŞİMŞEK</i>	23
► Yarı-Kurak Doğal Çam Ormanlarında Çölleşme Riskinin Modellenmesi ► Modeling Desertification Risk in Semi-Arid Natural Pine Forests <i>Ebru GÜL, Sabit ERŞAHİN</i>	39
► Bozalan ve Çubuk Yöresi Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Ağaçları İçin Gövde Çapı Denklemlerinin Farklı Otoregresif Modelleme Yaklaşımları İle Geliştirilmesi ► Developing Tree Taper Equations By Using Different Autoregressive Modeling Approaches For Scots Pine Stands (<i>Pinus sylvestris</i> L.) in Bozalan and Çubuk Forests <i>İlker ERCANLI, Muammer ŞENYURT</i>	50
► İhlamur Çiçeğinin Türkiye'deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı ► Harvest Amounts and Ethnobotanical Uses of the Linden Flowers in Turkey <i>Gamze TUTTU, Serhat URSAVAŞ, Recep SÖYLER</i>	60
► Kurak Ekosistemlerde Toprak Faunasının Önemi ► The Importance of Soil Fauna in Arid Ecosystems <i>Meriç ÇAKIR</i>	67
► Çankırı (Ilgaz-Hızardere) Karaçam ve Sarıçam Ormanlarında Oniki Dişli Çam Kabukböceği [<i>Ips sexdentatus</i> (Börner) (Coleoptera: Curculionidae)] Salgınına İklim ve Toprak Yapısının Etkileri ► Effects of Climate and Soil Properties on Six-toothed Pine Beetle (<i>Ips sexdentatus</i> Boerner) (Coleoptera: Curculionidae)] Outbreak in Black Pine and Scots Pine Forests in Çankırı (Ilgaz-Hızardere) <i>Ziya ŞİMŞEK, Nuri ÖNER, Yalçın KONDUR, Murat ÇALIŞGAN, Muhammet BUÇAN</i>	79

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Göktürk-2 Uydu Görüntüsü Kullanılarak Bazı Meşcere Parametrelerinin Tahmin Edilmesi

Rabia GÖĞERÇİN¹, Alkan GÜNLÜ^{2*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ÇANKIRI

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar: alkangunlu@karatekin.edu.tr

Öz

Bu çalışmanın amacı, Çankırı Karatekin Üniversitesi (ÇAKÜ) Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Göktürk-2 uydu görüntüsü yardımıyla meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyunun tahmin edilmesidir. Toplam geçici 61 geçici örnek alanda, yersel ölçümlerle meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu belirlenmiştir. Aynı örnek alanların koordinat değerlerinden yararlanarak Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinde parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri hesaplanmıştır. Uydu görüntüsünden elde edilen parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri ayrı ayrı kullanılarak meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyundaki değişkenlik, çoğul regresyon analiziyle ortaya konulmuştur. Meşcere hacmindeki değişkenliğin %29.8'i (Sy.x=45,61 m³/ha) uydu görüntüsünün bant 2 parlaklık değerleri ve %44,2'si (Sy.x=37,03 m³/ha) ise SR ile EVI gibi vejetasyon indisleri ile belirlenebildiği saptanmıştır. Göğüs yüzeyi ile uydu görüntüsünün bant 1 parlaklık değeri arasındaki ilişkinin (R²=0,352, Sy.x=6,37 m²/ha), SR vejetasyon indisi ile arasındaki ilişkinin ise (R²=0,363, Sy.x= 4,35 m²/ha) olarak elde edilmiştir. Uydu görüntüsünün bant3 ve bant4 gibi parlaklık değerleri ve EVI ile NDVI gibi vejetasyon indislerinin ayrı ayrı bağımsız değişken olarak kullanıldığı regresyon modelleri ile ağaç sayısı arasında sırasıyla (R²=0,221, Sy.x=172,92 adet/ha ve R²=0,292, Sy.x=84.12 adet/ha) ilişkiler bulunmuştur. Uydu görüntüsünün bant 4 parlaklık değeri kullanıldığında meşcere orta çapındaki değişimin %11.4'ü (Sy.x=2,71 cm), EVI ve DVI vejetasyon indisleri kullanıldığında ise % 26,6'sı (Sy.x=2,54 cm) ortaya konulmuştur. Uydu görüntüsünün bant 2 ve bant 3 parlaklık değerleri ve EVI ile DVI vejetasyon indisleri gibi bağımsız değişkenlerin yer aldığı regresyon modelleri ile meşcere orta boyu arasında sırasıyla (R²=0,273 Sy.x= 0,47 m ve R²=0,288 Sy.x=0,49 m) ilişkiler bulunmuştur. Meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine ilişkin model sonuçları karşılaştırıldığında vejetasyon indislerinin bant parlaklık değerlerine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı, Göktürk-2 uydu görüntüsü, Meşcere parametreleri, Modelleme

Estimation of Some Stand Parameters Using Göktürk-2 Satellite Image: A Case Study in ÇAKÜ Faculty of Forestry Research Forest

Abstract

This study was carried out to estimate stand volume, basal area, number of trees, quadratic mean diameter and mean height with Göktürk-2 satellite image in Çankırı Karatekin University (ÇAKÜ) Faculty of Forestry Research forest. The stand volume, basal area, number of trees, quadratic mean diameter, and mean height were measured at 61 temporary sampling plots observation plots. Brightness values and vegetation indices for the each plots were obtained from Göktürk-2 satellite image. Regression analyses were conducted to determine relationships between the brightness, vegetation indices and stand volume, basal area, number of trees, quadratic mean diameter, and mean height. Linear combination of band 2, SR, and EVI predicted stand volume (R²=0.298, Sy.x=45.61095 and R²=0.442, Sy.x=37.03, respectively); of band 1 and SR predicted basal area R²=0.352, Sy.x=6.3739 R²=0.363, Sy.x= 4.3472, respectively); band 3 and band 4, EVI and NDVI predicted number of trees (R²=0.221, Sy.x=172.918 and R²=0.292, Sy.x=84.1182, respectively); band 4, EVI, and DVI predicted stand mean diameter (R²=0.114, Sy.x=2.71347, and R²=0.266 ,Sy.x=2.5406, respectively); band 2 and band 3, EVI, and DVI described stand mean height (R²=0.273, Sy.x= 0.4868, and R²=0.288, Sy.x=0.4866, respectively). The results further showed that vegetation indices could predict the stand volume, basal area, and number of tree better than other combinations of Göktürk-2 individual bant brightness values.

Keywords: ÇAKÜ Faculty of Forestry Research forest, Göktürk-2 satellite image, Modelling, Stand parameters

1. GİRİŞ

Artan nüfus, gelişen teknoloji ve insan yaşamının kalitesinin artmasıyla ihtiyaçlar da artarak çeşitlenmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda ormanlarımızdan bilinçsizce faydalanılmış ve erozyon, heyelan, iklim değişikliği, çevre kirliliği, biyoçeşitliliğin azalması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunların doğrultusunda ormanlarımızın da canlı bir ekosistem olduğu göz önünde bulundurularak bilimsel yöntemlerle düzenli ve planlı şekilde ormanlarımızdan faydalanılmalıdır. İnsanların ormanın sunmuş olduğu ürün ve hizmetlerden çok yönlü ve sürekli faydalanmasının temelinde orman amenajman biliminin ortaya çıkması yatmaktadır. Bu yüzden orman amenajmanı ve ormancılık; insanların ormanlarımızdan çok yönlü ve sürekli faydalanma prensibine bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilir (Çetin ve ark.,1992, Ün, 2006, Özgün, 2014). Ormancılık faaliyetleri diğer ekonomik sektörlere göre daha geniş alanlarda ve daha uzun süren bir ekonomik faaliyettir. Bu yüzden ormancılık faaliyetleri diğer sektörlere göre daha planlı yapılmalıdır (Eraslan, 1982). İnsanların ormanlardan çok yönlü ve sürdürülebilir şekilde faydalanılması amacıyla ortaya çıkan orman amenajmanı; faydalanılmayı orman amenajman planları çerçevesinde sunmaktadır. Planlama terimi; farklı bakış açılarıyla birçok tanımı yapılmıştır. Planlama; problemin belirlenmesi, problem için gerekli bilgilerin toplanması ve formüle edilmesi, çözümü için alternatiflerin oluşturulması ve en uygun seçeneğin belirlenmesi aşamalarından oluşan süreç olarak tanımlanabilir (Cohon, 1978, İnce, 2011). Ülkemiz ormanları da 10 ve 20 yıllık süreler için işletme şefliği bazında Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi başkanlığı tarafından yapılan amenajman planları doğrultusunda işletilmektedir. Planlama konusunda dünyada olan gelişmelere bağlı olarak ülkemizde de ön plana çıkan bir başka planlama sistemi de Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP)'dır. ETÇAP: orman ekosisteminin sunmuş olduğu ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel fonksiyonlarını sayısal olarak tanımlayarak paydaşların katılımı ile istenilen talepler doğrultusunda oluşan işletme amaçları ve koruma hedeflerine karar verme teknikleri ve hedefe ulaşma sürecidir (Başkent ve ark., 2010). ETÇAP planlama sürecinin aşamaları; planlama hedeflerinin belirlenmesi, orman ekosistem envanteri, orman ekosistemlerinin sınıflandırılması,

amaç ile orman kuruluşu arasındaki bağın kurulması, ulusal ve uluslararası yasa ve planlama ilkelerinin belirlenmesi, uygulanacak silvikültürel müdahale şeklinin belirlenmesi, alternatifler arasında en iyi seçeneğin belirlenmesi ve plan çıktılarının hazırlanmasıdır (Başkent ve ark., 2004). Bu amenajman planlarında başarılı olmak için güncel ve güvenilir bilgiye sahip olunmalıdır. Amenajman planları için gerekli olan bu bilgiler orman envanteri ile elde edilmektedir. Planlama sürecinin en önemli aşaması olan orman envanteri plan için doğru, güvenilir ve gerekli ayrıntıda bilgi sağlaması ve planın başarıya ulaşmasında önemli bir basamak olduğu için orman amenajmanı açısından çok önemli bir yere sahiptir. Orman envanterinin amacı, istenilen doğrulukta mevcut maddi imkânlarla belirlenen zaman diliminde orman kaynakları ve fiziksel çevreleri hakkında nicel ve nitel bilgi toplamaktır. Asıl amaç ormanın mevcut durumunda zamanla değişim gösteren özelliklerinin ortaya konmasıdır. Çok amaçlı faydalanmaya bağlı olarak son yıllarda orman envanteri de çeşitlenmiştir. Ormancılıkta envanter verisi elde ederken ya yersel ölçümler yapılarak ya da uzaktan algılama verileri olan hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri kullanılır. Meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç hacmi gibi bazı meşcere parametreleri hakkında bilgi sahibi olmak için geniş alanlar için yapılacak envanter çalışmasında yersel ölçümler yapmak maddi açıdan çok pahalı olacağından ve belirlenen zaman dâhilinde tüm alanda envanter çalışması yapmak zordur. Bu nedenle geniş alanlarda yersel ölçümlerle birlikte uzaktan algılama verilerinin kullanılması hem maliyeti hem de iş yükünü azaltacaktır (Hyypä et al., 2000; Günlü et al., 2008; Günlü ve ark., 2013).

Bu çalışmada, ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında; Göktürk-2 uydu görüntüsüne ilişkin bant parlaklık değerleri ve bu değerlerden hesaplanan vejetasyon indisleri ile meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta boyu ve meşcere orta çapı arasındaki ilişkilerin çoklu regresyon analizi ile modellenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

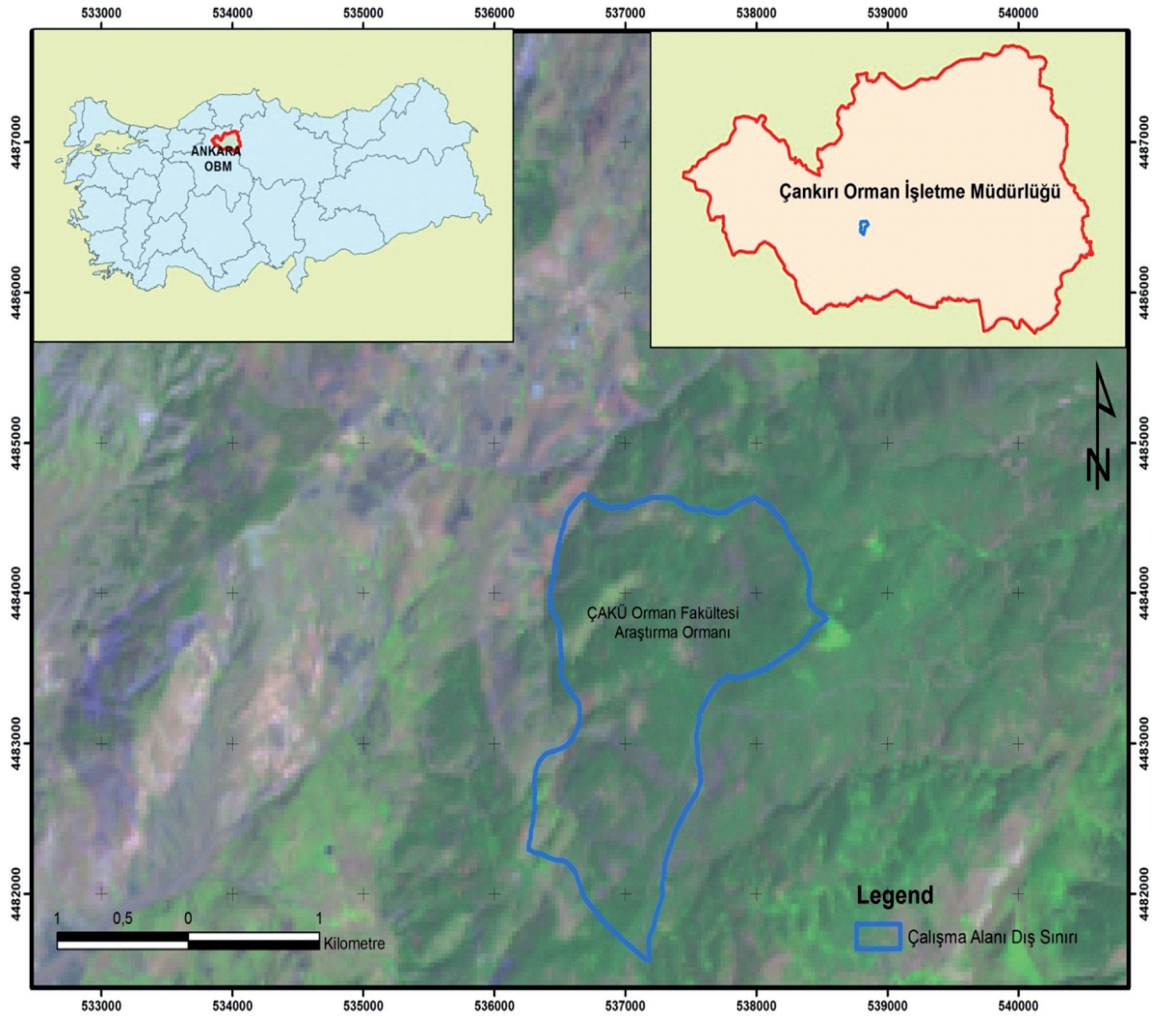
2.1. Materyal

Bu çalışmanın gerçekteşmesinde;

- Başlangıçta yerleri sistematik 200x200 metre aralık mesafe ile 90 adet örnek alan olarak belirlenen, ancak 2016-2017 yılında yapılan envanter aşamasında 29 adet örnek alanın bir kısmı bozuk ve bir kısmı açıklık alana düşmesi nedeniyle bu örnek alanlarda ölçüm yapılamaması nedeniyle alınan 61 adet örnek alana ilişkin envanter karnesi verileri ve örnek alana ilişkin diğeri bilgiler,
- ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı orman amenajmanı meşcere haritası
- 2014 tarihli Göktürk-2 uydu görüntüsü,
- 1/25.000 ölçekli Çankırı G30c3 ve Çankırı H30b2 paftaları materyal olarak kullanılmıştır.

2.1.1.Çalışma alanının tanıtımı

Bu çalışma; Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Őefliğinin sınırları içinde yer alan ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında gerçekteşirilmiştir. Çalışma alanı;536254-538537 doğu boylamı ile 4481564-4484663 kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Çalışma alanı 367 ha. olup, 363,5ha.'ı ormanlık ve 3,5 ha'ı ise orman içi açıklıklardan oluşan karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) plantasyon sahasıdır. Söz konusu plantasyon sahası 1960 yılında tesis edilmiştir. Alanın ortalama yükseltisi 1530 m, yıllık ortalama sıcaklığı 10,4 ve ortalama yağışı ise 500,9 mm.'dir (Göl ve ark., 2010). Çalışma alanının haritası Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1.Çalışma alanının konumu

2.2. Yöntem

2.2.1. Örnek alanlara ilişkin değerlendirmeler

Çalışma alanında envanter aşamasında alınan toplam 61 örnek alana ilişkin envanter karneleri verilerinden yararlanılarak her bir örnek alana ilişkin olarak bazı meşcere parametreleri (meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu) hesaplanmıştır. Meşcere parametrelerine ilişkin olarak hesaplanan bu değerler örnek alan büyüklüğüne (400,600 ve 800 m²) bağılı olarak hektara çevrilmiştir. Örnek alanlarının hacminin belirlenmesinde; Şenyurt ve ark. (2013) tarafından geliştirilmiş ve aşağıda denklemi yer alan tek girişli ağaç-hacim denklemi kullanılmıştır. Bunun için her bir örnek alandaki ağaçların hacimleri hesaplanmıştır. Örnek alan içinde yer alan ağaçların hacimlerinin toplanmasıyla örnek alanın hacmi hesaplanmıştır. Daha sonra hektara çevirme katsayısıyla çarpılarak hektardaki hacim hesaplanmıştır.

$$V=0.0002918 \cdot d^{2.1513} \quad (1)$$

Örnek alanların göğüs yüzeyinin belirlenmesinde ise aşağıda yer alan formül kullanılmıştır.

$$G = \frac{10000}{a} \cdot \frac{\pi}{4} \sum d_i^2 \quad (2)$$

Denklemden;

G=Göğüs yüzeyi(m²/ha)

A=örnek alan büyüklüğü (m²)

d_i=örnek alan içindeki her bir ağacın d_{1,30} çapı

Ağaç sayısını ilişkin veriler ise örnek alandaki ağaç sayısı hesaplanmış ve hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak bulunmuştur. Örnek alanlara ilişkin orta çap, göğüs yüzeyi orta ağacının çapı olarak aşağıda formül ile hesaplanmıştır.

$$dg = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} \quad (3)$$

Formülde, dg; göğüs yüzeyi orta ağacının çapı, d; örnek alandaki her bir ağacın göğüs çapı ve N; örnek alandaki ağaç sayısıdır. Örnek alanlara ilişkin orta boy, göğüs yüzeyi orta ağacının boyu olarak hesaplanmıştır.

2.2.2. Göktürk-2 uydu görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesi

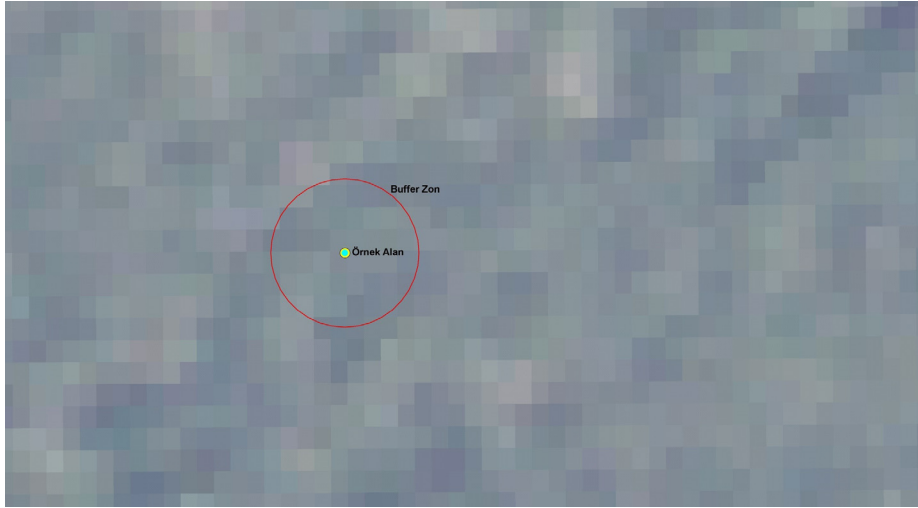
Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinde çalışma alanı olarak seçilen ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanının kapladığı alan, üzerinde gerekli geometrik düzeltmeler yapılmıştır. Geometrik düzeltme işlemi, orijinal uydu verisindeki eğilme büzümlerinin giderilerek harita düzeninde kullanımına yardımcı olmaktadır. Dijital ortamdaki uydu verileri, görüntü sistemi, uydu yörüngesi ve dünyanın dönmesinden meydana gelen bozulmalardan dolayı analitik olarak tanımlanmış dönüşümlerle yapılamaz. Bu nedenle, dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile belirlenir. Bunu manuel (elle) olarak belirlenen ve hem görüntüde hem de çalışılan projeksiyon sisteminde çok sayıda kontrol noktalarına ihtiyaç duyulur. Bunlar yer kontrol noktaları (YKN) olarak adlandırılır. Geometrik düzeltme işleminin yapılabilmesi için öncelikle uydu görüntüsünün dönüştürüleceği koordinat sistemi için datum ve yer kontrol noktaları belirlenmelidir. Bu çalışmada yer kontrol noktaları Google Earth üzerinden seçilmiştir. Bu işlem için yol kesişimleri, yoldere kesişimleri gibi yapay detaylar YKN olarak seçilmiştir. YKN'lerinin seçiminde, noktaların görüntü üzerine homojen olarak dağılmasına dikkat edilmiştir. Uzaktan algılama verilerinin geometrik dönüşümünde maksimum karesel ortalama hata (RMS) miktarı 0,5 piksel olarak kabul edilir (Jensen, 1996, Armston al., 2002, Çakır, 2006). RMS hatası 1 pikselden aşağı olacak şekilde Göktürk-2 uydu görüntüsünün geometrik düzeltilmesi yapılmıştır.

2.2.3. Göktürk-2 uydu görüntüsünden bant parlaklık değerlerinin elde edilmesi

Göktürk-2 uydu görüntüsüne ait bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4 bantları birleştirilerek görüntü bir bütün haline getirilmiştir. Uydu görüntüsü üzerine, x ve y koordinat değerleri girilerek sayısal hala getirilen örnek alanlar atılmıştır. Her bir örnek alana ilişkin olarak Göktürk-2 uydu görüntüsünün ilgili bantlarındaki parlaklık değerleri hesaplanmıştır. Uydu görüntüsü üzerinde örnek alanlara ilişkin olarak parlaklık değerlerinin elde edilmesinde aşağıdaki yol izlenmiştir. Uydu görüntüsü üzerine örnek alan büyüklüğünün yarıçapı kadar büyüklükte buffer zonları atılmış ve buffer zonları içerisinde yer alan piksellerin ortalaması alınarak örnek alanlara

ilişkin parlaklık değerleri hesaplanmıştır (örnek alan büyüklüğü 400 m² olan örnek alanlarda yarıçap uzunluğu=11.28 metre alınarak buffer atılmıştır). Yapılan bu işlemin şekilsel olarak gösterimi şekil

2’de verilmiştir. Bu alışma kapsamında Erdas Imagine (2002) ve ArcGIS yazılım programlarından yararlanılmıştır.



şekil 2. Uydü görüntüsü üzerinde örnek alanlara atılan bufferzonlara ilişkin bir görünüm

2.2.4. Göktürk-2 uydü görüntüsünden vejetasyon indis değerlerinin elde edilmesi

Göktürk-2 uydü görüntüsünün ilgili bantlarından elde edilen bant parlaklık değerlerinden yararlan-

ılarak her bir örnek alana ilişkin vejetasyon indis değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan vejetasyon indis değerleri ve bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan formüller izelge 1’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Vejetasyon indis değerleri ve formülleri

Vejetasyon İndisleri	Formül	Kaynak
NDVI	$(\text{Bant 4} - \text{Bant 3}) / (\text{Bant 4} + \text{Bant 3})$	Rouse et al. (1973)
SR	$\text{Bant 4} / \text{Bant 3}$	Jordan (1969)
DVI	$\text{Bant 4} - \text{Bant 3}$	Clevers (1988)
SAVI	$(\text{Bant 4} - \text{Bant 3}) * (1 + L) / (\text{Bant 4} + \text{Bant 3} + L)$	Huete (1988)
IPVI	$\text{Bant 4} / (\text{Bant 4} + \text{Bant 3})$	Crippen (1990)
EVI	$(\text{Bant 4} - \text{Bant 3}) / (\text{Bant 4} + C1 * \text{Bant 2}) - (C2 * \text{Bant 2} + L) * (1 + L)$	Huete et al. (1990)

NDVI: Normalize Edilmiş Bitki İndeksi, SR: Simple Ratio, DVI: Bitki Ayrım İndeksi, SAVI: Toprak Etkisi Azaltılmış Vejetasyon İndeksi, IPVI: Kızılötesi yüzde vejetasyon indeksi, EVI: Gelişmiş Vejetasyon İndeksi L=0,5 C1=6,0 C2=7,5

2.3. İstatistiksel Analiz

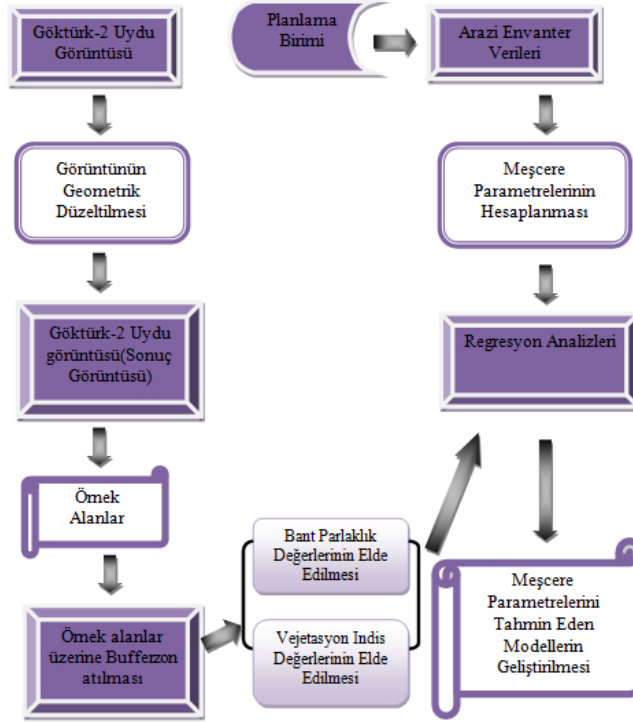
Bu çalışmada, meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı ile Göktürk-2 uydü görüntüsüne ilişkin bant parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indis değerleri arasındaki istatistiksel ilişkileri modellemek üzere, çoğul regresyon analizi kullanılmıştır. oğul regresyon modellerinde; tahmin edilmek istenen bağımlı değişken; meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı iken, bağımsız değişken ise; Göktürk-2 uydü görüntüsüne ait dört bantın

parlaklık değerleri (bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4) ile bu bantların kullanımıyla elde edilen vejetasyon indis (NDVI, SAVI, SR, DVI, EVI ve IPVI) değerleridir. Meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi ve ağaç sayısını çeşitli parlaklık değerlerine ilişkin bant ve vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden regresyon model yapısı aşağıda verilmiştir. Modellerin oluşturulmasında SPSS (15,0) istatistik paket programından yararlanılmıştır.

$$\text{Meşcere Parametreleri} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon \quad (4)$$

Denklemden $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ denklemin parametreleri, X_1, X_2, \dots, X_n Göktürk-2 uydu görüntüsünden elde edilen parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indislerine ilişkin değerleri, ε ise model

hatasını ifade etmektedir. Göktürk-2 uydu görüntü verisinde %95 güven düzeyi için farklı bantların ve vejetasyon indislerinin kombinasyonlarının üzerinden istatistiksel olarak anlamlı model seçenekleri belirlenmiştir. Bu çalışmada Göktürk-2 uydu görüntüsü yardımıyla meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine yönelik çalışmada kullanılan kavramsal çerçeve Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Kavramsal çerçeve

3. BULGULAR

3.1. Örnek Alanlara İlişkin Bulgular

Her bir örnek alana ait meşcere parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

3.2. Göktürk-2 Uydu Görüntüsüne İlişkin Bulgular

Göktürk-2 uydu görüntüsünün 61 örnek alan için ilgili bantlardaki parlaklık değerleri ve bantların kullanımı ile hesaplanan vejetasyon indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

3.3. Regresyon Modellerine İlişkin Bulgular

Göktürk-2 uydu görüntüsünden her bir örnek alana ilişkin olarak elde edilen bant parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indis değerleri ile meşcere parametreleri arasındaki ilişkiler çoklu regresyon analizi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Her bir meşcere parametresine ilişkin olarak hem bant parlaklık değerlerinden hem de vejetasyon indis değerlerinden elde edilen modeller aşağıda verilmiştir (Eşitlik 5–14). Ayrıca her bir modele ilişkin olarak elde edilen hata grafikleri de Şekil 4–13'de verilmiştir.

Ağaç Sayısı-Bant Parlaklık Değerleri Modeli:

$$N = 5658,245 + (32,7284 \times \text{Bant3}) + (29,0266 \times \text{Bant4})$$

$$R^2 = 0,221 \quad S_{y.x} = 172,92 \text{ adet/ha} \quad (5)$$

Çizelge 2. Örnek alanlara ilişkin tanımlayıcı istatistiki değerler

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
dg	61	14,46	33,00	23,04	4,96
G	61	6,64	73,58	27,69	12,49
N	61	200	1500	686,61	283,57
V	61	38,95	451,71	169,26	78,37
hg	61	8,66	12,17	10,43	0,93

Çizelge 3. Örnek alanlara ilişkin bant parlaklık indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerler

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Bant 1	61	188,00	277,00	222,08	23,38
Bant 2	61	173,00	224,00	193,25	13,32
Bant 3	61	306,00	358,00	325,02	13,70
Bant 4	61	469,00	692,00	562,72	39,19

Çizelge 4. Örnek alanlar için hesaplanan vejetasyon indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerler

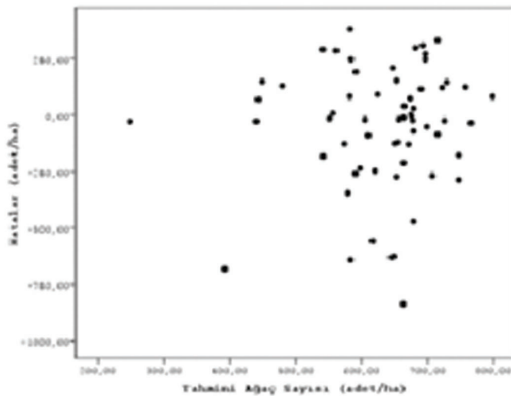
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
NDVI	61	0,30	0,51	0,43	0,05
SR	61	1,87	3,12	2,56	0,30
DVI	61	232,00	447,00	340,57	44,13
IPVI	61	0,65	0,76	0,72	0,02
EVI	61	-2,55	-0,76	-1,28	0,29
SAVI	61	0,60	1,03	0,87	0,10

Ağaç Sayısı-Vejetasyon İndis Değerleri Modeli:

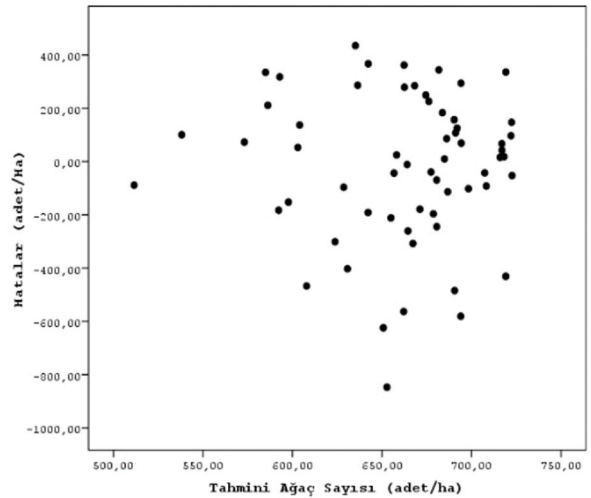
$$N=450,8477+(150,2900 \times \text{EVI})+(929,0304 \times \text{NDVI})$$

$$R^2=0,292 \quad \text{Sy.x}=84,12 \text{ adet/ha} \quad (6)$$

Ağaç sayısını bant parlaklık ve vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini ağaç sayısına göre değişimi Şekil 4-5'te verilmiştir.



Şekil 4. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini ağaç sayısı ilişkisi



Şekil 5. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini ağaç sayısı ilişkisi

Meşcere Orta apı-Bant Parlaklık Değerleri Modeli:

$$dg=37,2129-(0,02595 \times \text{Bant4})$$

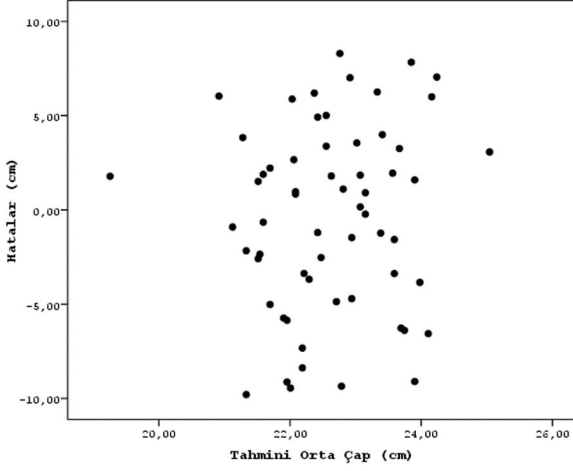
$$R^2=0,114 \quad \text{Sy.x}=2,71 \text{ cm} \quad (7)$$

Meşcere Orta apı -Vejetasyon İndis Değerleri Modeli:

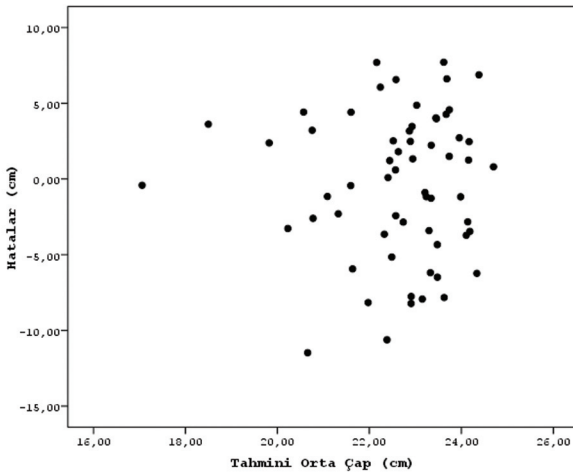
$$dg=18,0832+(8,1043 \times \text{EVI})+(0,04387 \times \text{DVI})$$

$$R^2=0,266 \quad \text{S}_{y.x}=2,54 \text{ cm} \quad (8)$$

Meşcere orta çapının bant parlaklık ve vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere orta çapına göre değişimi Şekil 6-7’de verilmiştir.



Şekil 6. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta çap ilişkisi



Şekil 7. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta çap ilişkisi

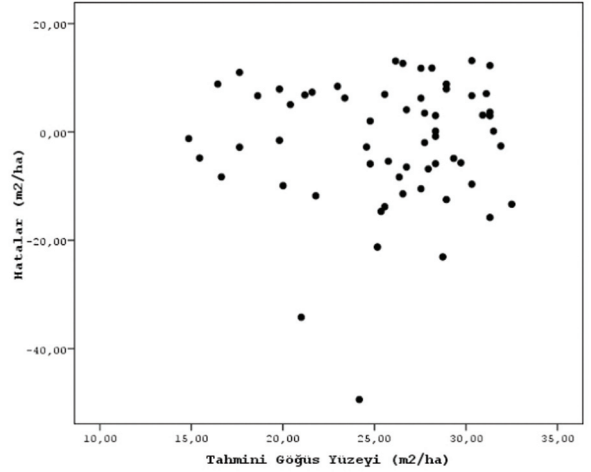
Göğüs Yüzeyi-Bant Parlaklık Değerleri Modeli:

$$G=69,7703-(0,19826 \times \text{Bant1})$$
$$R^2=0,352 \quad \text{Sy.x}=6,37 \text{ m}^2/\text{ha} \quad (9)$$

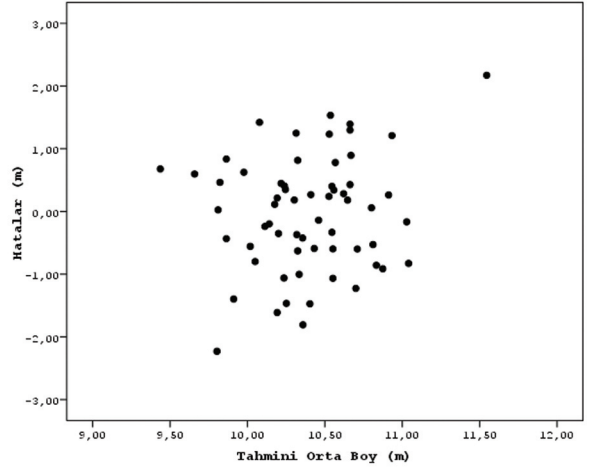
Göğüs Yüzeyi-Vejetasyon İndis Değerleri Modeli:

$$G=1,18203+(10,0865 \times \text{SR})$$
$$R^2=0,363 \quad \text{Sy.x}= 4,35 \text{ m}^2/\text{ha} \quad (10)$$

Meşcere göğüs yüzeyinin bant parlaklık ve vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere göğüs yüzeyine göre değişimi Şekil 8-9’ da verilmiştir.



Şekil 8. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini göğüs yüzeyi ilişkisi



Şekil 9. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini göğüs yüzeyi ilişkisi

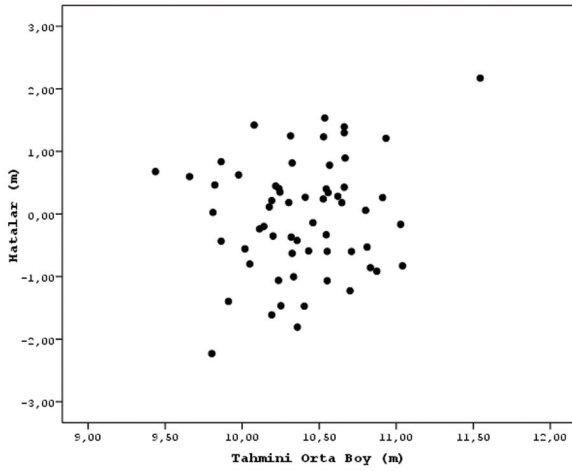
Meşcere Orta Boyu-Bant Parlaklık Değerleri Modeli:

$$hg=-4,0153-(0,1483 \times \text{Bant2})+(0,13250 \times \text{Bant3})$$
$$R^2=0,273 \quad \text{Sy.x}= 0,47 \text{ m} \quad (11)$$

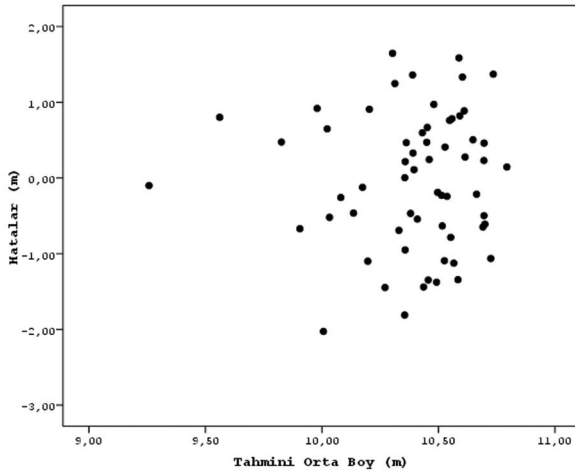
Meşcere Orta Boyu -Vejetasyon İndis Değerleri Modeli:

$$hg=9,5388+(1,6219 \times \text{EVI})+(0,00861 \times \text{DVI})$$
$$R^2=0,288 \quad \text{Sy.x}=0,49 \text{ m} \quad (12)$$

Meşcere orta boyunun bant parlaklık ve vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere orta boyuna göre değişimi Şekil 10-11’de verilmiştir.



Şekil 10. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta boy ilişkisi



Şekil 11. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta boy ilişkisi

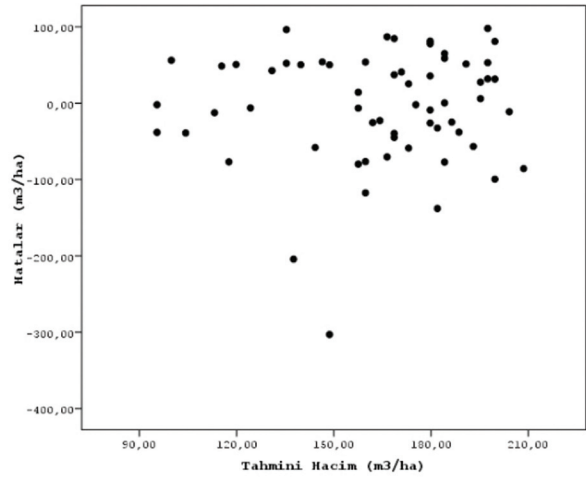
Meşcere Hacmi-Bant Parlaklık Değerleri Modeli:

$$V=592,3121-(-2,2182 \times \text{Bant}2) \\ R^2=0,298 \quad S_{y.x}=45,61 \text{ m}^3/\text{ha} \quad (13)$$

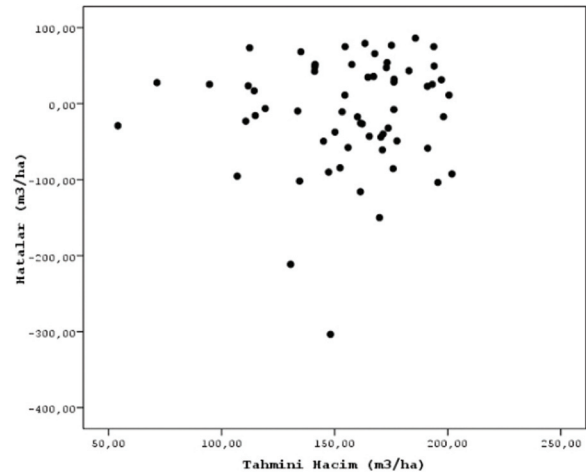
Meşcere Hacmi -Vejetasyon İndis Değerleri Modeli:

$$V=30,1036+(100,5016 \times \text{SR})+(102,10778 \times \text{EVI}) \\ R^2=0,442 \quad S_{y.x}=37,03 \text{ m}^3/\text{ha} \quad (14)$$

Meşcere hacminin bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere hacmine göre değişimi Şekil 12-13' de verilmiştir.



Şekil 12. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini hacim ilişkisi



Şekil 13. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini hacim ilişkisi

Şekiller 4-13 incelendiğinde, hataların belirli bir trend göstermeyen, dengeli ve tesadüfi bir dağılım gösteren bir yapı sergilemektedir.

4. TARTIşMA

Literatürde, meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde; yüksek ve orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin de kullanıldığı görülmektedir. Greenberg et al., (2005) tarafından yapılan çalışmada; IKONOS uydu görüntüsünden yararlanılarak elde edilen tepe gölgesi ile göğüs çapı arasındaki regresyon ilişkisinin korelasyon katsayısı 0,67 olarak bulunmuştur. Kayitakire et al., (2006) tarafından yaptığı çalışmada; IKONOS uydu görüntüsü kullanılarak, göğüs yüzeyi ile spektral özellikler arasında olan ilişkinin korelasyon katsayısı 0.59 bulunmuştur. Lebouef et al., (2007) tarafından yapılan çalışmada; QuickBird uydu görüntüsü ile Kanada'da bulunan Kuzey Siyah ladin orman alanlarında ağaç gölge boyları ile biyokütle arasındaki ilişki regresyon teknikleri ile incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre =0,84 değeri bulunmuştur. ASTER uydu verisi kullanılarak Gebreslasie et al., (2010) tarafından ağaçlandırma sahalarında yaptığı çalışmada meşcere parametrelerini (göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve üst boy) tahmin etmeyi hedeflemiştir. Göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve üst boy için sırasıyla değerleri; 0,67; 0,81 ve 0,52 olarak bulunmuştur. Worldview-2 uydu verisi kullanarak Özdemir and Karnieli (2011) yapmış oldukları çalışmada; ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve meşcere hacim değerlerini tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, ağaç sayısı için =0,35; göğüs yüzeyi için =0,54 ve meşcere hacmi için =0,42 değerleri bulunmuştur. QuickBird-2 uydu görüntüsü kullanılarak Gomez et al., (2012) tarafından yapılan çalışmada; sınıflandırma ve regresyon ağaç modelini kullanarak orta çap, ağaç sayısı ve göğüs yüzeyi ile uydu görüntüsü arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma sonunda elde edilen model doğrulukları sırasıyla =0,8; 0,46 ve = 0,7 olarak bulunmuştur. Pan-sharpaned IKONOS uydu verisi kullanarak Günlü et al (2014) tarafından yapılan çalışmada; uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri ile yersel ölçümlerle elde edilen göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve üst boy değerleri arasındaki ilişkileri çoklu regresyon analizleri ile tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmanın sonucuna bakıldığında göğüs yüzeyi için uydu görüntüsünün bant parlaklık değerlerine göre bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4 bağımsız değişkenlerinin olduğu modelde =0,43 bulunmuş, DVI ve EVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde

=0,59 değeri bulunmuştur. Meşcere hacmi için uydu görüntüsünün bant parlaklık değerlerine göre bant 1, bant 2, bant3 ve bant 4 bağımsız değişkenlerinin olduğu modelde =0,41; DVI ve EVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde 0,55 değeri bulunmuştur. Üst boy için uydu görüntüsünün bant parlaklık değerlerine göre bant 2 ve bant 4'ün bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde =0,45; DVI, EVI ve SAVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde =0,57 değerleri bulunmuştur. Kahrıman et al., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada; Landsat TM uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri ile yersel ölçümlerle elde edilen ağaç sayısı ve meşcere kapalılığı değerleri arasındaki ilişkileri çoklu regresyon analizleri ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde vejetasyon indis değerlerinin bant parlaklık değerlerine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (vejetasyon indislerine göre; ağaç sayısının R²'si 0,702, meşcere kapalılığının R²'si 0,674; bant parlaklık değerlerine göre ise ağaç sayısının R²'si 0,613, meşcere kapalılığının R²'si 0,610).

Göktürk-2 uydusuyla yapılan bazı çalışmalarla bu çalışma arasındaki farklar aşağıda karşılaştırılmıştır. Çil (2014) sarıçam meşcerelerinin fazla olduğu Kelkit (Gümüşhane) ve göknar meşcerelerinin fazla olduğu İğdir (Kastamonu) orman işletme şefliklerinden seçilen alanlarda yapılan çalışmada; milli uydularımız Rasat, Göktürk-2 ve dijital hava fotoğrafları ile Landsat-8 ve Worldview-2 uydu verileri kullanılarak ağaç sayısı, hacim ve göğüs yüzeyi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucuna göre ağaç sayısı, hacim ve göğüs yüzeyi için oluşturulan modellerde en yüksek tahminleri veren uydu görüntüsü Landsat-8 uydusu olmuştur. Kelkit çalışma alanı için göğüs yüzeyi ve hacim için düzeltilmiş belirtme katsayıları sırasıyla 0,49 ve 0,50 bulunmuş, İğdir çalışma alanı için ise 0,43 ve 0,48 değerleri bulunmuştur. Spot-4 uydu görüntüsünün kullanarak Günlü et al., (2015) tarafından yapılan çalışmada; uydu görüntüsü kullanılarak ağaç sayısı ve meşcere hacmi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ağaç sayısı için bant 1, bant 3, SR, DVI, NLI ve IPVI bağımsız değişkenlerinin bulunduğu model =0,62 bulunmuştur. Meşcere hacmi bant 1, bant3, SR, DVI, SAVI, EVI ve IPVI bağımsız değişkenlerinin olduğu model =0,67 değeri bulunmuştur.

Bu çalışma kapsamında, Göktürk-2 uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerlerini

kullanarak meşçere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısına ilişkin elde edilen model sonuçları ile Çil (2014) tarafından yapılan çalışmada (Göktürk-2 uydu görüntüsü ilişkin) bant parlaklık değerlerini kullanarak elde edilen model sonuçları karşılaştırıldığında; elde edilen başarı oranlarının %50'nin altında olduğu görülmektedir. Çil (2014) tarafından yapılan çalışmada; Kelkit araştırma alanında ağaç sayısına ilişkin R^2 değerini 0,20 ve göğüs yüzeyi ile meşçere hacmine ilişkin R^2 değerini %10'un altında bulunmuştur. Diğer çalışma alanı olan İğdir araştırma alanında ise R^2 değeri 0,19 ve göğüs yüzeyi ile meşçere hacmine ilişkin R^2 değerini %10'un altında ve göğüs yüzeyine ilişkin R^2 değeri 0,14 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada Göktürk-2 uydu görüntüsü ile meşçere hacmi ve göğüs yüzeyi ilişkin elde edilen modellerin başarı oranının Çil (2014) tarafından yapılan çalışmada elde edilen modellerin başarı oranlarından yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ağaç sayısına ilişkin model başarı oranlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bulut et al. (2016) tarafından Göktürk-2 uydu görüntüsünü kullanarak bazı meşçere parametrelerini tahmin etmeye yönelik yaptığı çalışmada; Göktürk-2 uydu görüntüsü bant parlaklık değerleri ile vejetasyon indis değerlerinin kullanılarak elde edilen tahmin sonuçlarına göre bant parlaklık değerleri ile elde edilen model sonuçları daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bant parlaklık değerlerine göre meşçere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı için belirtme katsayıları sırasıyla 0,61; 0,50 ve 0,31 değerleri bulunmuştur. Yapılan bu çalışma da meşçere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçlarına göre belirtme katsayıları sırasıyla 0,298; 0,352 ve 0,221 değerleri bulunmuştur. Bant parlaklık değerleri için karşılaştırma yaptığımızda bu sonuçlara göre Bulut et al. (2016) da yapılan çalışmanın daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Çil (2015) tarafından Tetik Orman İşletme Şefliği sınırları içinden alınan 160 örnekleme alanından elde edilen bazı meşçere parametreleri ile Göktürk-2, Rasat ve Landsat 8 uydu görüntüleri ile dijital kamera ile çekilmiş hava fotoğrafları arasındaki ilişkiyi regresyon analizleri ile ortaya koymuştur. Göktürk-2 uydu görüntüsü piksel değerleri kullanılarak yapılan regresyon analizi sonucunda en iyi tahmin sonucunu veren değer 0,54 belirtme katsayısı ile ağaç sayısında olmuştur. Bu çalışmada ise ağaç sayısı için vejetasyon indis

değerleri ile yapılan regresyon analizleri sonucunda en iyi tahmin sonucunu veren belirtme katsayısı 0,292 bulunmuştur. Özkal (2017) tarafından, Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılarak meşe ve sahil çamı meşçerelerinde meşçere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısının tahmin etmeye yönelik yapılan çalışmada; meşe meşçerelerinde meşçere hacmi için R^2 değerini 0,08, göğüs yüzeyi için 0,16 ve ağaç sayısı için ise 0,27 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, sahilçamı meşçerelerinde ise meşçere hacmi için R^2 değerini 0,36, göğüs yüzeyi için 0,27 ve ağaç sayısı için ise 0,42 bulunmuştur.

5. SONUÇLAR

ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında alınan 61 örnek alanda, yersel ölçümlerle meşçere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşçere orta çapı ve meşçere orta boyu hesaplanmıştır. Daha sonra alınan her bir örnek alanın koordinat değerlerinden yararlanılarak Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinden bant parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indis değerleri ile meşçere parametreleri arasındaki ilişki çoğul regresyon analiziyle ortaya konulmuştur. Vejetasyon indis değerleri kullanılarak elde edilen modeller, bant parlaklık değerleri ile elde edilen modellere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak geliştirilen modellerin başarı düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında ağırlıklı olarak parlaklık değerleri yerine yansıma değerlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak söz konusu bu çalışmalarda kullanılan uydu görüntüsüne ilişkin yansıma değerlerinin elde edilmesinde yararlanılan yazılım programlarında ilgili modüller yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan Erdas Imagine 2014 yazılım programında belli başlı uydu görüntüleri için bu modül söz konusudur. Ancak, Göktürk-2 uydu görüntüsüne ilişkin bu modül yer almamakta ve buna bağlı olarak da bu görüntüye ilişkin atmosferik düzeltme yapılamamaktadır. Bunun sonucunda da yansıma değerleri doğru bir şekilde elde edilememektedir. Gelecek yıllarda bu sorunun ortadan kalkması durumunda yapılacak çalışmalarda yansıma değerlerinin kullanılmasyla birlikte model başarıları artabilir. Söz konusu bu çalışma karaçam plantasyon sahalarında gerçekleştirilmiş bir çalışmadır. Bu nedenle bu gibi çalışmaların ülkemizin farklı orman ekosistemlerinde yapılarak

artırılması gerekmektedir. Bunun sonucunda elde edilecek sonuçlar ışığında Göktürk-2 uydu görüntüsünün ormancılık çalışmalarında özellikle de meşcere parametrelerinin tahmin edilmesinde ne derece başarılı olabileceği sonucu daha ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkacaktır.

Teşekkür: Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince Lisansüstü Tez Projesi (Proje Kodu:OF090316L05) kapsamında desteklenmiştir. Bu desteklerinden dolayı Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Armston, J.D., Danaher, T.J., Goulevitch, B.M. and Byrne, M.I. 2002. Geometric correction of Landsat MSS, TM and ETM+ Imagery for mapping of woody vegetation cover and change detection in Queensland, <http://www.nrm.gld.gov.au/slats/pdf/0078anav.pdf>.

Başkent, E.Z., Köse, S., Kaya, Z., Altun, L., Terzioğlu, S., Başkaya, Ş., ve Esser, T. 2004. GEF II. Biyoçeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi. Türkiye’de biyoçeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu strateji ve tasarımın geliştirilmesi. Trabzon. Son Rapor. 59.

Başkent, E.Z., Kadioğulları, A.İ., Kırış, R. 2010. Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) modelinin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin denetlenmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. Artvin. Bildiriler Kitabı. Cilt: I. 326-336.

Bulut, S., Günlü, A., Keleş, S. 2016. Estimation of some stand parameters using Göktürk-2 satellite image. Çankırı Karatekin University. Faculty of Forestry. 18200 Çankırı. Turkey.

Çakır, G., 2006. Orman amenajman planlamasında gerekli bilişimin sağlanması için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi tekniklerinden yararlanılması, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. 127s.. Trabzon.

Çetin, N., Efendioğlu, M., Zık, T. 1992. Türkiye’de orman amenajmanın dün ve bugün. Ormancılığımızda orman amenajmanın dün bugünü ve geleceğimize ilişkin genel görüşme. 16-19 Kasım. Ankara. Bildiriler Kitabı. 17-28.

Çil, B. 2014. Bazı meşcere parametrelerinin farklı uydu görüntüleri yardımıyla tahmin edilmesi. Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

Çil, B., Karahalil, U. ve Karlı, F. Uzaktan algılama verileri yardımıyla bazı meşcere parametrelerinin tahmin edilmesi: Kütahya/Tetik planlama birimi örneği. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu. 21-23 Mayıs 2015. Konya.

Cohon, J.L. 1978. Multi objective programming and planning. Academic press, Inc., ISBN: O-12-178350-2, 333 pages, San Diego, California, U.S.A.

Clevers, J.G.P.W. 1988. The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index. Remote Sensing of Environment, 25:53-70. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90041-7](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(88)90041-7).

Crippen, R.E. 1990. Calculating the Vegetation Index Faster. Remote Sensing of Environment. 34:71-73. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(90\)90085-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(90)90085-Z).

Eraslan, İ. 1982. Orman Amenajmanı, İ. Ü. Basımevi, İstanbul, Dördüncü Baskı, 582

Erdas, 2002. Sixth edition. Erdas LLC, Atlanta, Georgia.

Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S. 2010. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman fakültesi araştırma ve uygulama ormanı topraklarının bazı özellikleri ve sınıflandırması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs 2010. Çankırı. 3:941-952

Gebreslasie, M.T., Ahmed, F.B., Van Aardt, J.A.N. 2010. Predicting forest structural attributes using ancillary data and Aster satellite data, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12: 23-26.

Gomez, C., Wulder, M.A., Montes, F. and Delgado, J.A.. 2012. Modeling forest structural parameters in the mediterranean pines of central Spain using QuickBird-2 Imagery and classification and regression tree analysis (CART), Remote Sensing, 4: 135-159.

Greenberg, J.A., Dobrowski, S.L., Ustin, S.L. 2005. Shadow allometry: Estimating tree structural parameters using hyperspatial image analysis, Remote Sensing of Environment 97, 15-25.

Günlü, A., Sivrikaya, F., Başkent, E.Z., Keleş, S., Çakır, G., Kadioğulları, A.İ. 2008. Estimation of stand type parameters and landcover using Landsat 7 ETM+ image: A case study from Turkey, Sensors, 8: 2509-2525

Günlü, A., Ercanlı, İ., Başkent, E. Z. Şenyurt, M. 2013. Quickbird ve Landsat 7 ETM+ uydu görüntüleri kullanılarak Ayancık-Göldağ kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) meşcerelerinde hacim tahmini, S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 14, 24-30.

Günlü, A., Ercanlı, İ., Sönmez, T., Başkent, E.Z. 2014. Prediction of some stand parameters using pan-sharpened Ikonos satellite image. European Journal of Remote Sensing, 47: 329-342.

Günlü, A., Ercanlı, İ., Keleş, S., Anlara, H.C. 2015. Modelling of stand volume and tree density using Spot-4 satellite image: a case study in Devrez planning unit. Int. J. Global Warming. 7(4): 454-465.

Huete, A.R.1988, A soil adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment. 25:295-309. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X.

Jensen, R.J. 1996. Introductory digital image processing, A Remote Sensing Perspective, 2nd edition, Pentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, ISBN 0-13-205840-5, USA, 318 s.

Jordon, C.F. 1969. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. Ecology, 50:663-666. doi:http://dx.doi.org/10.2307/1936256.

Kahriman, A., Günlü, A., Karahalil, U. 2014. Estimation of Crown Closure and Tree Density Using Landsat TM Satellite Images in Mixed Forest Stands. J Indian Soc Remote Sensing, 42(3):559-567.

Kayitakire, F., Hamel, C., Defourny, P. 2006. Retrieving forest structure variables based on image texture analysis and Ikonos-2 imagery, Remote Sensing of Environment, 102:390-401.

Laboef, A., Beaudoin, A., Fournier, R.A., Guindon, L. Luther. J. E., Lambert, M.C. 2007. Remote sensing support for National forest inventories. Remote Sensing of Environment, 110(4):488-500.

Özdemir, İ., Karnieli, A. 2011. "Predicting forest structural parameters using the image texture derived from WorldView-2 multispectral imagery in a dry forest, Israel", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 13 701-710.

Özgün, M. 2014. Landsat TM uydu görüntüsü yardımıyla bazı meşcere parametrelerinin tahmin edilmesi. Yüksek lisans tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Çankırı.

Özkal, M.K. 2017. Models of forest inventory for Istanbul forest using airborne Lidar and spaceborne imagery. Michigan Technological University. Master of science.

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., Harlam, J.C. 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of Natural Vegetation. NASA/GSFC type III. Final report, Greenbelt, MD.

SPSS Institute Inc., 2007. SPSS Base 12.0 User's Guide, 703 s.

Şenyurt, M., Ercanlı, İ., Bolat, F., Yağlıoğlu, M.Ş. 2013. Çankırı Merkez Orman İşletme Şefliği karaçam meşcereleri için gövde çapı ve hacmi denklemlerinin karışık etkili modelleme yaklaşımı ile geliştirilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No:2013-19.

Ün, C. 2006. İstanbul ili orman kaynaklarında meydana gelen zamansal değişimin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Konya Kapalı Havzasında Farklı Arazi Örtülerinde Net Birincil Üretim Jeostatistiksel Analizi*

Bayram Cemil BİLGİLİ^{1*}, Sabit ERŞAHİN², Ülkü DİKMEN², Gülay KARAHAN¹

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ÇANKIRI

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar: cemilbilgili@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, Konya kapalı havzasındaki (KKH) doğal çayırliklar, mera, sulanamayan ekilebilir alanlar, sürekli sulanan alanlar ve iğne yapraklı orman arazi örtülerinin 2006 yılı net birincil üretiminin (NBÜ) uzaysal değişkenliği jeostatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. KKH 2006 yılına ait alan kullanımı bilgileri CORINE arazi örtüsünden elde edilmiştir. Net birincil üretim verileri 1x1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS uydu görüntüsünün MOD17A3 veri setinden (https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool) elde edilmiştir. Verilerin Arcview ortamında işlenebilmesi için MODIS Reprojection Tool (MRT) kullanılmış, veriler (Universal Transverse Mercator) UTM koordinat sistemine göre WGS 84 datumunda 36. zona göre project edilmiş ve havza sınırlarına göre kesilmiştir. Yukarıda belirtilen arazi kullanımları için elde edilen NBÜ değerlerinin uzaysal yapısı semivaryogram ile modellenmiş ve çapraz değerlendirme ile doğrulanmıştır. İğne yapraklı ormanlar dışındaki arazi örtülerine ilişkin uzaysal yapı izotropik, İğne yapraklı ormanları ise anizotropik modellerle tanımlanmışlardır. İzotropik semivaryogramların tamamı üssel model ile modellenirken, anizotropik semivaryogram gaussiyen model ile modellenmiştir. İzotropik semivaryogramlarda en yüksek nugget etkisinin (0,317) sulanamayan ekilebilir alanlarda, en düşük nugget etkisinin (0,123) doğal çayırliklarda, en yüksek jeostatistiksel range değerinin (122700 m) doğal çayırliklarda, en düşük range değerinin (42000 m) ise meralarda olduğu tespit edilmiştir. İğne yapraklı ormanların dışındaki arazi kullanımlarında MODIS-NBÜ değerleri jeostatistiksel yöntemler ile enterpole edilebilir ve istenen sayıda ara değer tahmin edilerek verilerin çözünürlüğü %80'nin üzerinde bir hassasiyetle artırılabilir.

Anahtar Kelimeler: CORINE, Jeostatistik, MODIS, Net birincil üretim (NBÜ)

Geostatistical Analysis of the Net Primary Production in Various Land Covers in Konya Closed Watershed

Abstract

In this study, spatial variability of net primary production (NPP) of the year 2006 of natural grassland, pasture, non irrigable arable land, continuous irrigated fields, and coniferous forest land cover in Konya covered basin (KCB) was analyzed by using geostatistical methods. The land use information of (KCB) for the year 2006 is derived from CORINE land cover. The net primary production (NPP) data was obtained from the MOD17A3 data set (https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool) of the MODIS satellite with a spatial resolution of 1x1 km. The MODIS Reprojection Tool (MRT) was used to process the data in Arcview program. The project was projected with the Universal Transverse Mercator UTM coordinate system according to WGS 84 datum 36th zone and cut according to basin boundaries. The spatial structure of the (NPP) values obtained for the land uses mentioned above is modeled by semivariogram and verified by cross-evaluation. The spatial structure of the land cover outside the coniferous forests is isotropic, whereas the coniferous forests are defined as the anisotropic models. While all of the isotropic semivariograms are modeled by the exponential model, the anisotropic semivaryogram is modeled by the gaussian model. In the isotropic semivaryograms, the highest nugget effect (0.317) was found in the irrigated arable fields but the lowest nugget effect (0.123) was found in natural grasses and the highest geostatistical range value (122700 m) was found in natural meadows with the lowest range value (42000 m) in grasslands. MODIS-NPP values can be interpolated by geostatistical methods in land usages outside coniferous forests and the resolution of the data can be increased with an accuracy higher than 80% by estimating the desired number of intermediate values.

Keywords: CORINE, Geostatistics, MODIS, Net primary production (NPP)

* Bu çalışma; 10-12 Eylül 2014 tarihlerinde Çankırı'da gerçekleştirilen 'I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur

1. GİRİŞ

Vejetasyon, güneş enerjisini kullanarak arazi örtüsü ve atmosfer arasındaki enerji değişimlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Berberoğlu ve ark., 2007). Dünya yüzeyinin %30'unu kaplamakta olan bitki örtüsü, karasal ekosistemlerdeki (toprak-vejetasyon) karbonun %75-90 gibi önemli bir bölümünü depolanmaktadır. (Foody ve ark., 1996; Taşkınsu Meydan ve Berberoğlu, 2008). Bitkiler atmosferdeki karbonu fotosentez yoluyla bünyelerine almakta ve daha sonra bu karbonun bir kısmını solunum sonucu atmosfere vermektedir. Güneş enerjisini kullanan bitkiler, bu enerjinin bir kısmını solunumda, geri kalan kısmını ise yeni dokuların oluşmasında kullanmaktadır. Bitkilerin solunum ve yeni doku oluşturmak için kullandığı enerji brüt birincil üretim (BBÜ) olarak adlandırılır. BBÜ'den solunumda kullanılan enerjinin çıkarılmasıyla net birincil üretim (NBÜ) hesaplanmaktadır. NBÜ küresel ölçekte ekosistemin değerlendirilmesi ve performansının ölçülmesi için önemli bir gösterge olarak ele alınmaktadır (Berberoğlu ve ark., 2007). Biyosferde fotosentezle karbonun bağlanması son derece önemlidir. Yıllık fotosentezle bağlanan karbon (BBÜ) 123 Pg (1Pg= 1 milyar ton) olarak tahmin edilmekte olup, bunun 60 Pg'ı bitkinin solunumu ile atmosfere geri dönmektedir. Kalan 63 Pg NBÜ olarak adlandırılır ve bunun 53 Pg'ı bitki metabolizmasında kullanılır ve köklere transfer edilir. Geride kalan 10 Pg net ekosistem üretkenliği (NEÜ) olarak adlandırılır. NEÜ'nün önemli bir bölümü arazi kullanımındaki değişimler, yangın, biyotik stres ve erozyon gibi süreçlerle atmosfere geri döner. Geriye kalan yaklaşık 0,3-0,5 Pg yıl ise net biyom üretimi olarak ekosistemde depolanır (Lal, 2014).

Net birincil üretim ekosistemlerin izlenmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Lal, 2014). Ancak bu değişkenin geniş alanlarda geleneksel yöntemlerle ölçülmesi son derece masraflı olmakta ve uzun zaman almaktadır. Gelişen uydu teknolojileri ve coğrafi bilgi sistemleri sayesinde NBÜ geniş alanlarda, farklı arazi ve bitki örtüleri için belirlenebilmektedir (Taşkınsu Meydan ve Berberoğlu, 2008).

Özellikle 36 spektral bandıyla dünyayı 1-2 gün içinde gerçek zamanlı olarak görüntüleyebilen Terra MODIS ve Aqua MODIS küresel ölçekte

veri sağlamaktadır. Bu veriler okyanuslar ve atmosferdeki küresel dinamikler ile arazi üzerinde meydana gelen süreçlerin anlaşılmasına olanak sağlamaktadır (NASA, 2014a). Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunu mevcut uydu sensörlerinden hiçbirini direkt olarak ölçemezken, MODIS uydusu bitkisel üretiminde ne kadar sera gazının soğurulduğu ve kullanıldığı noktasında karasal ve deniz bitkilerinin fotosentetik aktivitesini ölçerek hesaplamalar yapmaktadır (NİK, 2014).

Bu kapsamda MODIS uydusu veri tabanı gerçek zamanlı küresel ölçekte yıllık BBÜ ve NBÜ (MOD17A3) tahminine olanak sağlamaktadır. MOD17A3 yapraklar tarafından ve kökler tarafından yapılan solunumu BBÜ günlük olarak hesaplamaktadır. NBÜ ise solunumun BBÜ den çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Solunum ve büyüme bileşenleri günlük biyokütle, yaprak alanı indeksi (YAI) ve her bir bitkinin fonksiyonuna göre spesifik yaprak alanı ve uydu verilerinden bitki dokularının yıllık büyümesine ilişkin elde edilen yaprak alanı indeksinin allometrik ilişkilerini kullanarak hesaplamaktadır (McCallum ve ark., 2009).

Jeoistatistik, uzaysal modelleme (variogram) ve uzaysal enterpolasyon (krigleme) olmak üzere iki basamaktan oluşmaktadır (Mulla ve McBratney, 2000; Srivastava ve Isaaks, 1989). İlk basamakta ilgili özelliğin uzaysal yapısı modellenir, ikinci aşamada ise eğer uzaysal yapı uygun ise krigleme ile örneklenmemiş noktalarda ilgili değişkenin tahmini yapılır ve haritası oluşturulur. MODIS tarafından tahmin edilen NBÜ değerlerinin çözünürlüğü 1-km x 1-km olup, bu çözünürlük birçok amaç için yeterli değildir. Geoistatistiksel yöntemler (örneğin, krigleme) kullanılarak ara değerler hesaplanabilir ve pikseller arası geçiş yumuşatılabilir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Konya Kapalı Havzası yaklaşık 53,850 km²'lik bir alana sahip olup, Türkiye topraklarının %7'lik bölümüne karşılık gelmektedir. Havza, İç Anadolu'nun önemli bir bölümünü oluşturup, rakımı 900-1500 arasında değişmektedir. Düz-düze yakın bir topografyanın çoğunlukla hakim olduğu Havza bütününde, Samsam, Kozanlı, Kulu, Beyşehir, Suğla, Bolluk, Tersakan ve Tuz Gölü ile Ereğli, Eşmekaya ve Hotamış gibi çok sayıda göl, sazlık ve

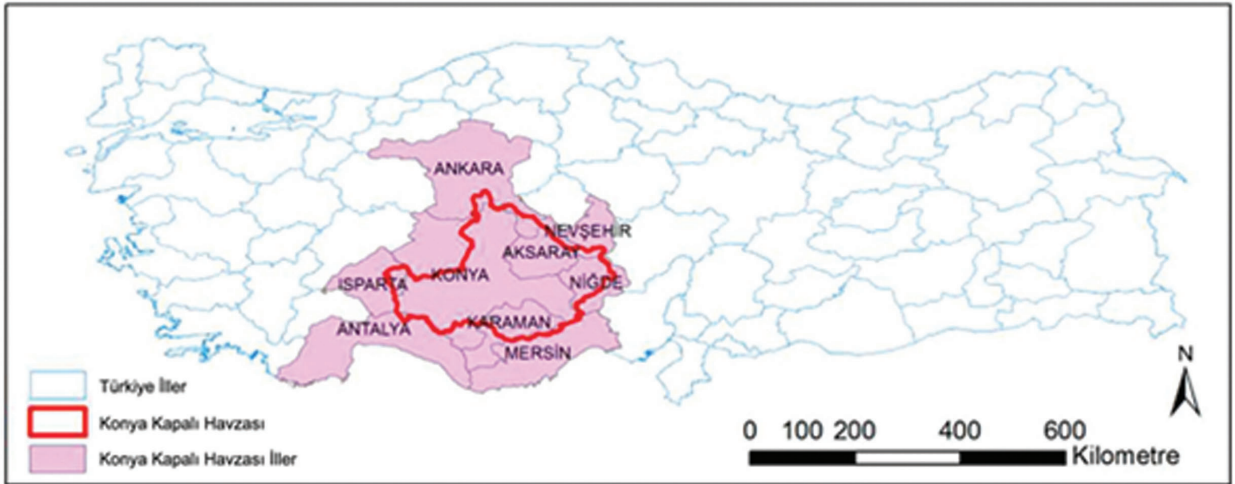
diğer alanlar yer almaktadır (Nalbantçılar ve ark., 2009). KKH konumu itibariyle Konya, Ankara, Nevşehir, Aksaray, Niğde, Karaman, Mersin, Antalya ve Isparta ilerinin idari sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).

Bu çalışmada, Konya kapalı havzasında orman, mera ve tarım arazilerinin 2006 yılına ilişkin NBÜ verileri kullanılmıştır. NBÜ verileri 1x1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS uydu görüntüsünün MOD17A3 veri setinden elde edilmiştir ([https://lpdaac.usgs.gov/data access/data pool](https://lpdaac.usgs.gov/data/access/data-pool)) (NASA, 2014).

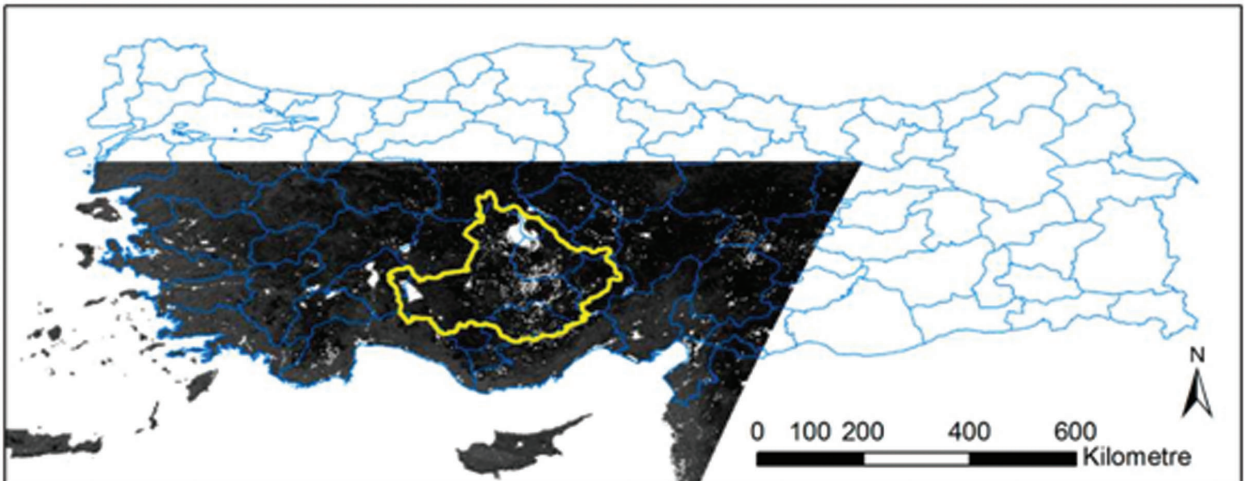
Verilerin Arcview ortamında işlenebilmesi için MODIS Reprojection Tool (MRT) kullanılmıştır (Şekil 2). Veriler UTM (Universal Transverse Mercator) koordinat sistemine göre WGS 84 datumun'da 36. zona göre project edilmiş ve havza sınırlarına göre kesilmiştir (Şekil 3).

Konya Kapalı Havzası içerisinde MODIS verileri 0-65535 arasında değışmekte olup, Çizelge 1'de

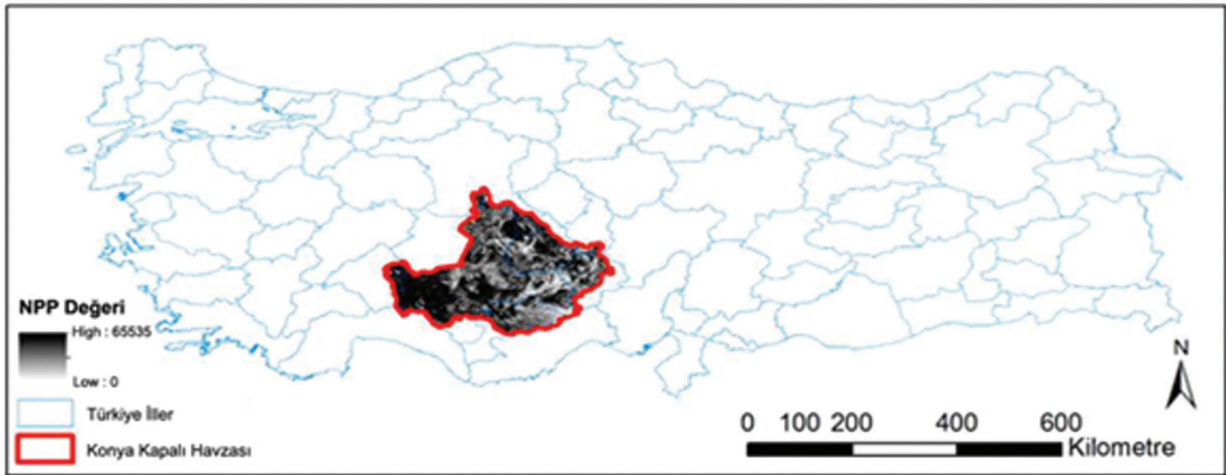
verilen değerler görüntüden çıkarılmıştır (NASA, 2014). Geriye NBÜ'nün hesaplandığı alanlar kalmıştır (Şekil 4). Çalışma alanı içerisindeki arazi örtüsünün belirlenmesinde CORINE 2006 arazi örtüsü kullanılmıştır. CORINE arazi örtüsündeki doğal çayırliklar, meralar, sulanamayan ekilebilir alanlar, sürekli sulanan alanlar ve iğne yapraklı ormanların her biri içindeki (Şekil 5) NBÜ değerleri koordinat değeri ile birlikte GS+ programına aktarılmış ve dahasonra ilgili arazi kullanımı için NBÜ değerlerinin uzaysal yapısına ilişkin semivaryogram analizi yapılmıştır. Farklı bitki örtülerine (orman, mera, tarım arazileri, vs) ilişkin NBÜ verilerinin uzaysal yapısının belirlenmesinde değışken "lag" mesafesi uygulanmış ve anizotropinin olduğu yerlerde anizotropik modeller oluşturulmuştur. Ayrıca, arazi kullanım tipi ayrımı yapmaksızın, havza bütünündeki arazi örtüsü NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılığı birlikte değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Konya kapalı havzasının konumu ve kapsadığı iller



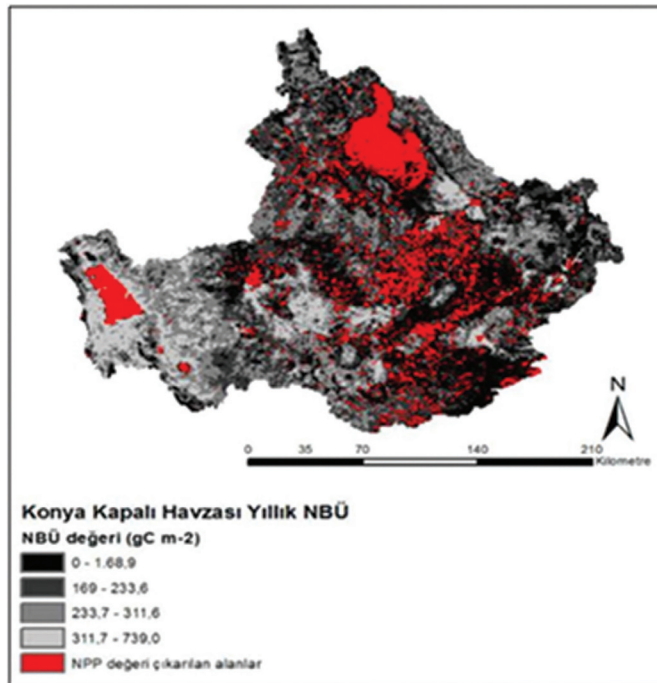
Şekil 2. Konya Kapalı Havzası'nda 2006 yılı MODIS uydu verileri



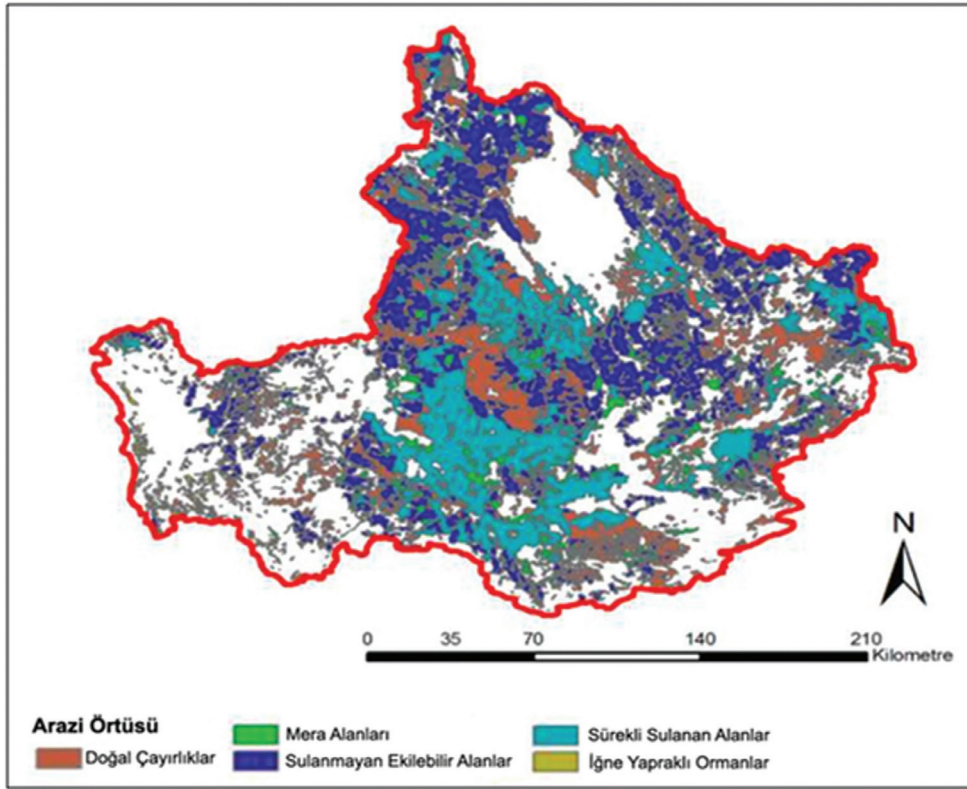
Şekil 3. Konya Kapalı Havzası 2006 yılı NBÜ verileri

Çizelge 1. Bitki materyalinin bulunmadığı&hesaplanmadığı için çıkarılan NBÜ değerleri

Değer (Digital number)	Açıklama
65535	Aşağıdaki diğer kategorilere girmeyen modellenmemiş piksellerin konvansiyonel HDF-EOS değeri
65534	Çok yıllık tuz veya karasal tatlı su yüzeyleri
65533	Çorak, seyrek bitki örtüsüne (kaya, tundra, çöl) sahip yüzey örtüsü
65532	Çok yıllık kar veya buz örtüsü
65531	Sulak alanlar/ Su altına kalmış bataklıklar
65530	Kent veya bina örtüsü
65529	Sınıflandırılmamış pikseller



Şekli 4. Net birincil üretimin (NBÜ) hesaplandığı alanlar



Şekil 5. Uzaysal bağımlılığı araştırılan arazi örtüleri

3. BULGULAR

Konya Kapalı havzasında yer alan arazi örtülerine ilişkin NBÜ değerlerinin tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre, NBÜ değerlerinin meralarda şiddetli düzeyde sağa çarpık, iğne yapraklı ormanlarda orta düzeyde sağa çarpık ve diğer alanlarda ise normale yakın bir dağılım gösterdiği görülmektedir (Çizelge 2). Varyasyon katsayıları, NBÜ değerlerinin iğne yapraklı ormanlarda en düşük ve çayırlik alanlarda ise en yüksek değişkenlik gösterdiğini göstermektedir. Beklendiği gibi, tüm

alanların birlikte değerlendirildiği genel'in (bundan sonra "genel" olarak anılacaktır) NBÜ değerleri daha değişkendir.

Farklı arazi örtülerinin NBÜ ve genel'in NBÜ değerlerinin uzaysal değişkenliği ayrı ayrı modellenmiştir. Semivaryogramların modellenmesinde değişken lag aralıkları (1000, 2000, 4000, 7000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 50000 ve 100000 m) kullanılmıştır. Semivaryogramın modellenmesinde, en büyük determinasyon katsayısı (R^2) ve en küçük farklar kareler toplamı (RSS) koşullarını sağlayan lag aralıkları benimsenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Arazi örtülerine göre NBÜ değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Arazi Örtüsü	Örnek Sayısı	AO	SS	En Büyük	En Küçük	Çarpıklık	Basıklık	VK
Genel	48325	2210,13	695,78	7389	384	0,67	0,55	31,48
Doğal Çayırlik	6044	1953,89	560,64	4528	446	0,86	0,84	28,69
Mera	2853	1947,27	519,86	4957	687	1,06	2,12	26,70
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	12268	2067,57	514,01	4452	690	0,34	0,21	24,86
Sürekli Sulanan Alanlar	8691	2573,60	594,37	5023	987	0,43	0,15	23,09
İğne Yapraklı Ormanlar	310	3952,58	756,36	6049	1538	0,83	1,19	19,14

AO: Aritmetik ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı

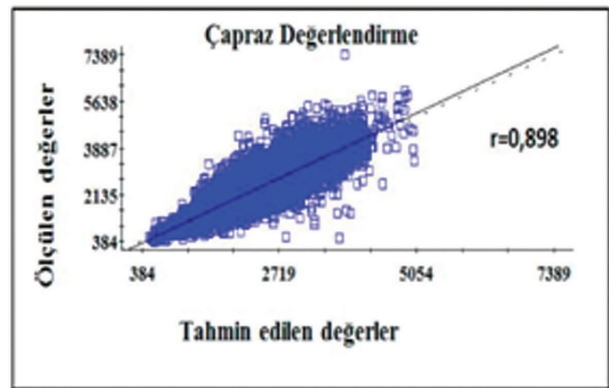
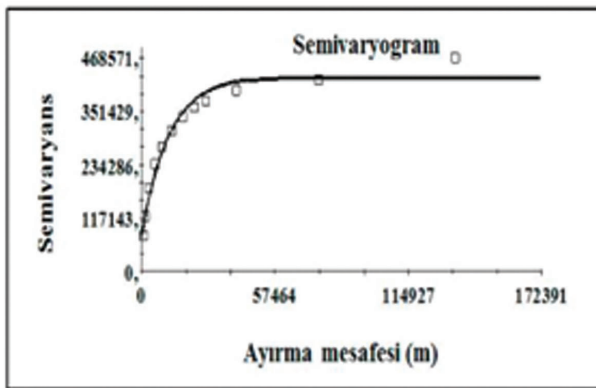
Çizelge 3. Arazi örtülerine göre NBÜ değerleri için oluşturulan semivariogram ve çapraz değerlendirme parametreleri

İzotropik Model Parametreleri							
Arazi Örtüsü	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Range	R2	Nugget Oranı (Co/[Co+C])	Model	Çapraz Değerlendirme r
Genel (Hepsi bir arada)	81000	427100	35400	0,985	0,189	Üssel	0,898
Doğal Çayırılıklar	42200	344000	122700	0,972	0,123	Üssel	0,894
Meralar	58300	244200	42000	0,982	0,239	Üssel	0,802
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	81700	257600	85200	0,971	0,317	Üssel	0,829
Sürekli Sulanan Alanlar	78700	358600	32400	0,991	0,219	Üssel	0,834
Anizotropik Model Parametreleri							
Arazi Örtüsü	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Range	R2	Nugget Oranı (Co/[Co+C])	Model	Çapraz Değerlendirme r
İğne Yapraklı Ormanlar	343000	1361682	982500	0,483	0,252	Gausiyan	0,595

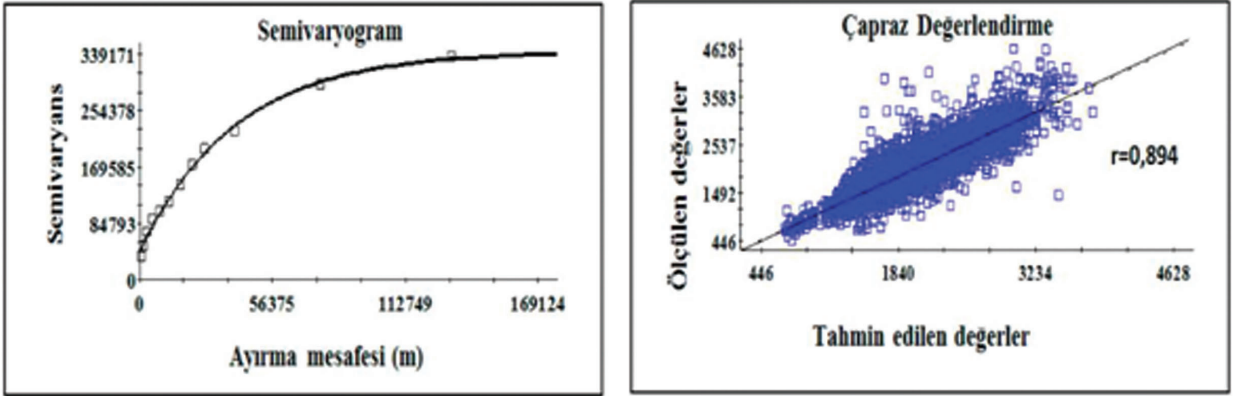
Canbardella ve ark. (1994) tarafından önerilen sınıflama dikkate alındığında; mera, doğal çayırılıklar, sürekli sulanan alanlar ve iğne yapraklı ormanlarda NBÜ kuvvetli uzaysal bağımlılık (% nugget < 25) gösterirken, sulanamayan ekilebilir alanlarda orta derecede uzaysal bağımlılık (25 < % nugget etkisi < 50) göstermektedir. Benzer şekilde, “genel”de NBÜ kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir (Şekil 6).

Şekil 6 incelendiğinde, Genel’in NBÜ değerinin 35400 m mesafeye kadar uzaysal bağımlılık göstermekte olduğu ancak bu mesafeden sonra uzaysal bağımlılığın yok olduğu görülmektedir. “Genel” için çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r=0,89) yüksek olup, yapılan tahminlerin

yeterince başarılı olduğunu göstermektedir. Buradan, jeostatistik kullanılarak MODIS-NBÜ değerlerinin piksel içlerinde enterpole edilerek çözünürlüğünün artırılabilceği anlaşılmaktadır. Doğal çayırılıklar (Şekil 7), Genel’den sonra en yüksek çapraz doğrulama değerine sahiptir. Doğal çayırılardaki uzaysal bağımlılık mesafesi (122,700 m) Genel’in uzaysal bağımlılık mesafesinin (35,400 m) yaklaşık olarak üç katına eşit olduğu görülmektedir. Genel’in uzaysal bağımlılığının düşük olması farklı bitki örtülerinin arazideki dağılımı ve oryantasyonu ile ilgili olduğu söylenebilir. Bitki örtüleri arasındaki geçişlerde rastlanılan ani farklılıklar da Genel’de ki NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılık mesafesinin düşük olmasının bir nedeni olabilir.



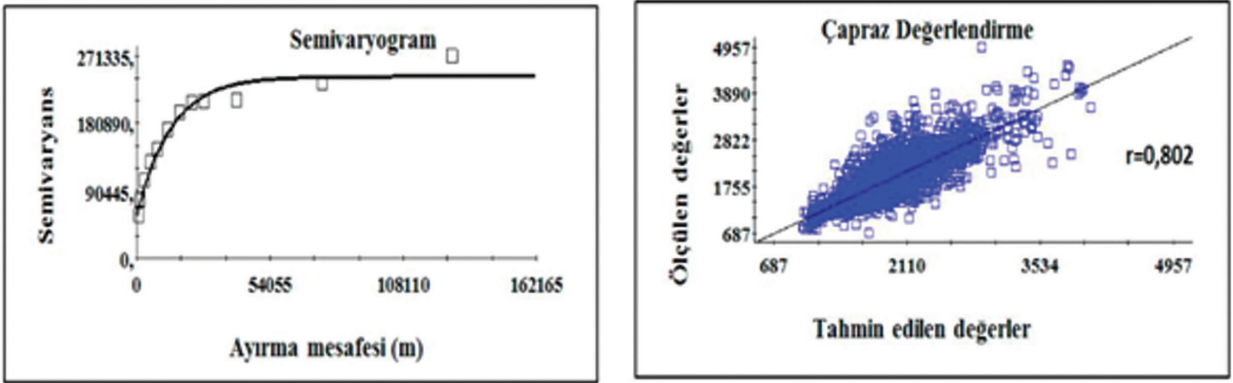
Şekil 6. Genel’in NBÜ değerlerine ilişkin semivaryogram ve çapraz değerlendirme sonuçları



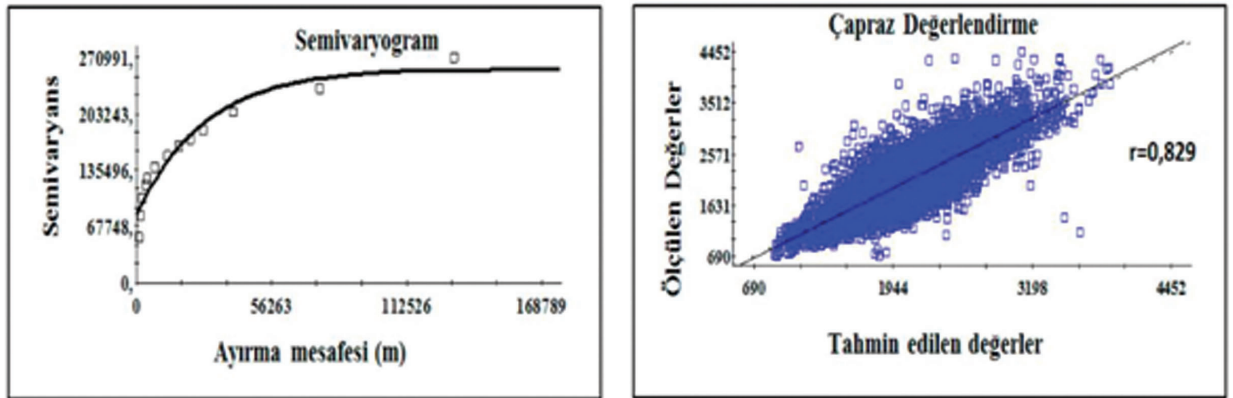
Şekil 7. Doğal çayırlardaki NBÜ değerlerine ait semivaryogram ve çapraz değerlendirme sonuçları

Meralarda NBÜ değerlerinin yaklaşık 42 km'ye kadar kuvvetli bir şekilde uzaysal bağımlılık gösterdiği artan mesafe ile uzaysal bağımlılığın son bulduğu anlaşılmaktadır. Meralardaki NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılığının (Şekil 8), doğal

çayırlardaki NBÜ değerlerine (Şekil 7) göre daha kısa mesafeli olmasının, meralardaki bitki örtüsü özelliklerindeki doğal farklılık yanında otlatmadan kaynaklanan tahribatın neden olduğu öbikleşme (patchiness) den kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 8. Meralardaki NBÜ değerlerine ilişkin semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

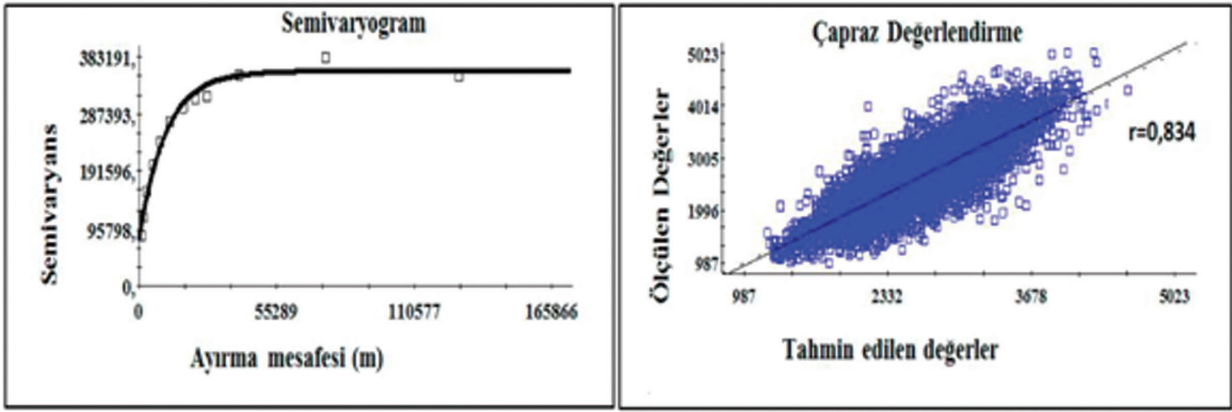


Şekil 9. Sulanmayan ekilebilir alandaki NBÜ değerlerine ait semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Şekil 9 incelendiğinde, sulanmayan alanlardaki NBÜ değerlerinin yaklaşık 85,000 m'ye kadar orta düzeyde uzaysal bağımlılık göstermesine karşılık en fazla nugget etkisinin bu bölgede ölçülen değerlerde olduğu görülmüştür. Buradan kuru tarım alanlarında NBÜ değerlerinin bir taraftan kısa mesafelerde değişkenlik sergilerken, diğer taraftan kendine benzerliğin uzun mesafelere kadar devam ettiği anlaşılmaktadır. Kısa mesafelerdeki değişkenlik gübreleme benzeri uygulamalardan kaynaklanırken, benzerliğin uzun mesafelere kadar devam

etmesinin ise aynı ürünün (buğday) geniş alanlarda ekilmesinden ileri geldiği düşünülmektedir.

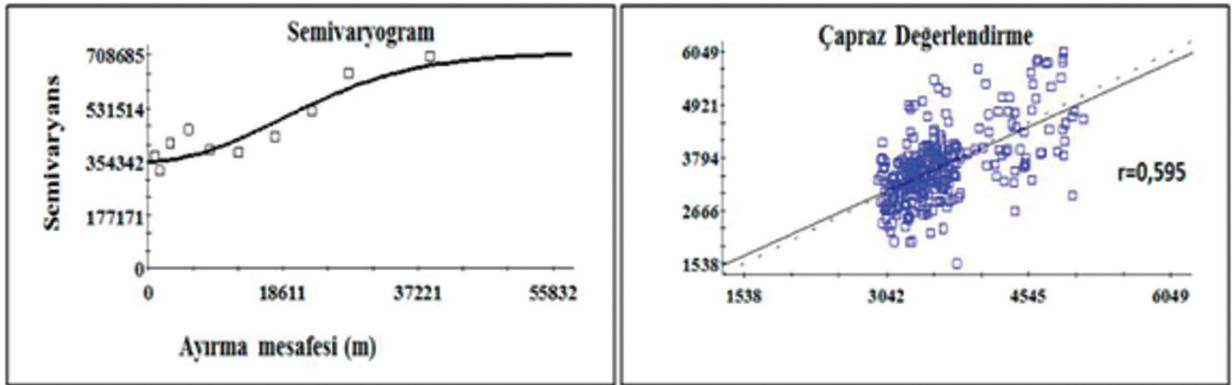
Sürekli sulanan alanlarda, diğer alanlara benzer şekilde, NBÜ başarılı bir şekilde tahmin edilebilmektedir (Şekil 10). Tıpkı diğerlerinde (iğne yapraklı ormanlar hariç) olduğu gibi burada da üssel model deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun model olarak ortaya çıkmış ve nugget etkisi %25'in altında kalmıştır (şiddetli uzaysal bağımlılık).



Şekil 10. Sürekli sulanan alandaki NBÜ değerlerine ait semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

İğne yapraklı ormanlardaki NBÜ değerleri için oluşturulan semivaryogram modeli diğerlerine göre daha farklıdır. En yüksek nugget etkisi; sulanmayan ekilebilir alanlardan sonra iğne yapraklı ormanların NBÜ değerleri için belirlenmiştir. İğne yapraklı ormanların NBÜ değerleri alanda anizotropik bir uzaysal dağılım göstermektedir. Gerek yüksek nugget etkisi gerek anizotropik dağılımının ormanların alandaki dağılımı ve oryantasyonu ve kısa mesafelerde NBÜ değerlerinin aşırı değişken olmasından ileri geldiği söylenebilir. Ayrıca, iğne yapraklı ormanlardaki bu yüksek nugget etkisinden, MODIS tarafından sağlanan NBÜ verilerinin

çözünürlüğünün (1x1-km) iğne yapraklı ormanlarda uzaysal analiz yapmak için yeterli olmadığı, yani daha kısa mesafelerde ölçüm yapılmasının gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 3 ve Şekil 11'den deneysel semivaryogramın modellenmesinde fazla başarılı olunmadığı ($R^2=0,48$) ve gaussiyen modelin en uygun model olarak öne çıktığı görülmektedir. Gaussiyen model, kısa mesafelerde parabolik davranır ve daha sonra hızla yükselerek yavaş yavaş asimptotik bir değere yaklaşır. İncelenen bütün arazi örtüleri içinde, iğne yapraklı ormanların NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılığının (982,500 m) en uzun mesafeli olduğu görülmektedir.



Şekil 11. İğne yapraklı ormanlardaki NBÜ değerlerine ilişkin semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Konya kapalı havzası'nda farklı bitki örtüleri için elde edilen MODIS uydu verilerinin jeostatistiksel yöntemlerle enterpole edilebileceği ve çözünürlüğünün artırılabilirliğini göstermiştir. KKH'daki meralar, sulanan alanlar, sulanmayan alanlar ve iğne yapraklı ormanlar için yapılan semivaryogram analizleri, iğne yapraklı ormanlar dışındaki arazi kullanımlarında MODIS-NBÜ (Net Birincil Üretim) değerlerinin uzaysal değişkenliğinin benzer olduğu, ancak iğne yapraklı ormanların NBÜ değerlerinin diğerlerinden daha farklı uzaysal yapısının olduğu görülmüştür. İğne yapraklı ormanların dışındaki arazi kullanımlarında MODIS-NBÜ değerleri jeostatistiksel yöntemler ile enterpole edilebilir ve istenen sayıda ara değer tahmin edilerek verilerin çözünürlüğü %80'nin üzerinde bir hassasiyetle artırılabilir. Fakat aynı başarının iğne yapraklı ormanlar için elde edilebileceği söylenemez. Bitki örtüsü ayrımı yapılmaksızın, tüm alana ilişkin elde edilen MODIS-NBÜ değerlerinin birlikte semivaryogram analizi ve çapraz değerlendirmesinden, en az tek tek arazi örtüleri kadar başarı elde edildiği görülmektedir. Dolayısıyla, iğne yapraklı ormanların MODIS-NBÜ değerleri belki arazi örtüleri ile birlikte başarıyla enterpole edilebilir. MODIS uydu verilerinin en büyük dezavantajı, çözünürlüğünün (orta düzeyde) bazı çalışmalar için yeterli olmamasıdır. Bu çalışmada görüldüğü üzere, jeostatistiksel yöntemlerle bu dezavantaj belirli bir istatistiksel hassasiyetle giderilebilir.

Bununla birlikte, havzadaki ekolojik koşulları izlemede doğal çayırıkların önemli bir göstergesi olabileceği görülmüştür. İğne yapraklı ormanların havza sınırları içerisinde yüksek uzaysal bağımlılık göstermemesi iğne yapraklı ormanların havza içerisinde parçalı bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu durumda havza içerisinde iğne yapraklı ormanların uzaysal değişkenliğinin nedenleri arazi çalışmaları ile belirlenmeli ve ağaçlandırma çalışmalarında göz önünde tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Berberoğlu, S., Dönmez, C., Özkan, C. 2007. Seyhan Havzası Orman Verimliliğinin Envisat MERIS Veri Seti Kullanarak Modellenmesi In: A. ÖZTOPAL and Z. ŞEN (Editors), I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul, pp. 288-295.
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Novak, J. M., Turco, R. F., Konopka, A. E. 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil science society of America journal*. 58(5): 1501-1511.
- Footy, G.M., Palubinskas, G., Lucas, R.M., Curran, P.J. and Honzak, M. 1996. Identifying terrestrial carbon sinks: classification of successional stages in regenerating tropical forest from Landsat TM data. *Remote Sens. Environ*, 55(3): 205-216.
- Lal, R., 2014. Managing Terrestrial Carbon in a Changing Climate. In: S. Kapur and S. Erşahin (Editors), *Soil Security for Ecosystem Management Mediterranean Ecosystems 1*. Springer, s.1-18.
- McCallum, I. et al., 2009. Satellite-based terrestrial production efficiency modeling. *Carbon balance and management*, 4(8): 1-14.
- Mulla, D. and McBratney, A. 2000. Soil spatial variability. In M.E. Summer (ed) *Handbook of soil science*. CRC Press, Boca Raton: 321-352.
- Nalbantçılar, M.T., Arık, F. ve Diken, A. 2009. Konya Kapalı Havzası'nın Mevcut Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Haber Bülteni*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası s. 78-81.
- NASA., 2014. Land Processes Distributed Active Archive Center. https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool Erişim tarihi: 18 Mayıs 2014
- NASA., 2014a. MODIS. <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/> Erişim tarihi: 25 Haziran 2014
- NİK. 2014. Terra (ASTER-MODIS). http://www.nik.com.tr/conten_sistem_uydu.asp?id=28 Erişim tarihi: 24 Mayıs 2014
- Srivastava, R., Isaaks, E. 1989. *An introduction to applied geostatistics*: Oxford University Press, New York.
- Taşkınsu Meydan, H. S., ve Berberoğlu, S. 2008. Yukarı Seyhan Havzası'nda Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması Ve Bazı Orman Meşcerelerinde Verimliliğin Modellenmesi. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 18(1):140-150.

Çankırı (Eldivan) Karaçam Orman Topraklarında Saptanan Mikrofunguslar*

Funda OSKAY^{1*}, Ziya ŐİMŐEK¹

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar: fundaoskay@karatekin.edu.tr

Öz

Bu çalışma, karaçam orman topraklarının mikrofunguslarının belirlenmesi amacıyla, ilk kez, Çankırı ili Eldivan ilçesi sınırları içerisinde 2006-2007 yılları arasında yürütülmüştür. Toprağı seyreltme yöntemi ile gerçekteştirilen izolasyon çalışmaları sonucunda; karaçam orman topraklarının bir gramında 62,986 koloni oluşturan birim (KOB) mikrofungus bulunduğu, bunların Askomycota ve Zygomycota bölümlerine ait 28 cinsde dahil 71 ayrı tür ve varyete, ayrıca teşhisi yapılamayan 9 adet farklı steril mikrofungi içerdiği belirlenmiştir. Çalışmada tespit edilen fungus cinsleri, harf sırasına göre; *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chrysosporium*, *Cladobotryum*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, *Cunninghamella*, *Engyodontium*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Gliomastix*, *Memnoniella*, *Mortierella*, *Mucor*, *Myrothecium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Sepedonium*, *Sporothrix*, *Stachybotrys*, *Thysanophora*, *Trichoderma*, *Trichothecium* ve *Ulocladium* olduğu anlaşılmıştır. Tür zenginliği bakımından ele alındığında; sözü edilen funguslardan, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Cladosporium* ve *Paecilomyces* cinslerinin öne çıktıkları belirlenmiştir. Araştırma, koloni sayıları bakımından değerlendirildiğinde ise *Penicillium* cinsinin ilk sırayı aldığı, bunu *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Absidia*, *Fusarium*, *Clonostachys*, *Engyodontium*, *Thysanophora*, *Gliomastix*, *Mortierella*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Stachybotrys* ve *Paecilomyces* cinslerinin izlediği anlaşılmıştır. Buna göre, gerek tür zenginliği ve gerekse koloni sayısı bakımından, *Penicillium* cinsinin ilk sırayı aldığı kanısına varılmıştır. Çalışmada, en yaygın tür ve varyetelerin ise sırasıyla, *Penicillium glabrum* (%4,11), *P. decumbens* (%3,06), *Clonostachys rosea* (Syn: *Gliocladium roseum*) (%2,95), *Penicillium* sp.2 (%2,95), *Trichoderma harzianum* (%2,95), *Parengyodontium album* (syn: *Engyodontium album*) (%2,85), *Thysanophora penicillioides* (%2,75), *P. chrysogenum* var. *chrysogenum* (%2,63) olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların, Ülkemiz orman topraklarının mikrofungus tür zenginliği ve çeşitliliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalara katkı sağlarken, toprak funguslarının çeşitliliği ve zenginliği üzerinde etkili biyotik ya da abiyotik faktörlerin değerlendirilmesine yönelik olarak bundan sonra yapılacak olan çalışmalar için de bir altlık oluşturacağı kanısındayız.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Karaçamu, Fungal topluluklar, Toprak mikrofungusları, Türkiye

Microfungi of Anatolian Black pine Forests of Eldivan (Çankırı)

Abstract

This study was carried out between 2006-2007 in order to determine the microfungi of Anatolian Black pine forest in the district of Eldivan in Çankırı Province. As a result of the isolation studies carried out using the soil dilution method; 62.986 coloni forming units of microfungi per gram soil (CFU/g) were detected in soils. Isolates identified during this study were including 71 taxa from 28 genera belonging to the fungal divisions of Ascomycota and Zygomycota. Additionally, 9 different morphotypes of unidentified sterile mikrofungi were also detected. Fungal genera detected in the study; according to the order of letters were including; *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chrysosporium*, *Cladobotryum*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, *Cunninghamella*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Gliomastix*, *Memnoniella*, *Mortierella*, *Mucor*, *Myrothecium*, *Paecilomyces*, *Parengyodontium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Sepedonium*, *Sporothrix*, *Stachybotrys*, *Thysanophora*, *Trichoderma*, *Trichothecium* and *Ulocladium*. In terms of species richness; *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Cladosporium* and *Paecilomyces* genera were found to be among the important above-mentioned genera. By means of their frequencies, the genera of; *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Absidia*, *Fusarium*, *Clonostachys*, *Parengyodontium*, *Thysanophora*, *Gliomastix*, *Mortierella*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Stachybotrys* and *Paecilomyces* were found to include the dominant components of the investigated soil mikrofungi community. The most common taxa detected in the study were; *Penicillium glabrum* (4.11%), *P. decumbens* (3.06%), *Clonostachys rosea* (Syn: *Gliocladium roseum*) (2.95%), *Penicillium* sp.2 (2.95%), *Trichoderma harzianum* (2.95%), *Parengyodontium album* (syn: *Engyodontium album*) (2.85%), *Thysanophora penicillioides* (2.75%) and *P. chrysogenum* var. *chrysogenum*

* Bu çalışma, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim dalında, 2007 yılı Şubat ayında tamamlanan, Çankırı İli Eldivan İlçesi Karaçam Orman Topraklarındaki Fungal Floranın ve İn-Vitro'da Antagonistik Etkileşimlerinin Belirlenmesi" isimli Yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır.

(2.63%). The findings obtained in the study contribute to the microfungual diversity and richness of Turkish forest soils. On the other hand, the results of the present study could serve as a base line for futures studies; those especially focusing on the biotic and abiotic interactions affecting the soil fungal communities.

Keywords: Anatolian Black Pine, Fungal communities, Soil microfungi, Turkey

1. GİRİŞ

Toprak fungusları; doğal ve iŐlenmiŐ topraklarda, diğer toprak mikroorganizmaları ile birlikte organik maddenin ayrıştırılması, toksin maddelerin ortadan kaldırılması, karbon, nitrojen, fosfor ve sülfür döngüleri ve toprak strüktürünün oluşumu gibi ekosistem süreçlerinde anahtar rol almak sureti ile toprak fonksiyonlarının muhafaza edilmesinde kritik öneme sahiptirler. Bunlara ek olarak, toprak kökenli bitki hastalıklarının baskı altına alınmasında ve bitki gelişiminin desteklenmesinde de rol alırlar (Garbeva ve ark., 2004). Toprakların sürdürülebilir ve verimli bir şekilde fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri, mikroorganizmaların aktivitelerine ve bunların tür zenginliği ile çeşitliliğine bağlıdır (Haktanır ve Arcak, 1997). Yapılan literatür taramalarında, Türkiye’de toprak fungusları konusundaki çalışmaların öncülüğünü Öner (1962, 1966, 1970, 1972, 1973, 1974)’in yaptığı; bunu diğer araŐtırmacılar (Ekmekçi 1971, 1973, 1974a, 1974b, 1974c, 1974d, 1975, 1981; Hasenekoğlu 1982, 1984, 1985a, 1985b, 1987, 1989, 1991 ve Asan 1987, 1992, 1997a, 1997b, 2000, 2004)’ın izlediği anlaşılmıştır. Adı geçen araŐtırmacıların yanı sıra, birçok araŐtırmacı, Ülkemizin çeşitli yörelerinde topraklarının mikrofungal floralarını belirlemek amacıyla çalışmalar yürütmüŐlerdir (Türker, 1979; Uztan, 1981; Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; Gür, 1991; Çiğden, 1992; Sülün ve Hasenekoğlu, 1993; Azaz, 1994; Asan ve Ekmekçi, 1994; Turkekul, 1995; Candan, 1996; Ekmekçi ve YazarbaŐ, 1996; Soyulu, 1997; İmalı, 1997; Haliki ve Dizbay, 1997; Boynukara, 1997; Azaz ve Hasenekoğlu, 1997 1998, 1999; Özkan ve Gür, 2000; Özkan ve ark., 2001; Sülün, 2001; Göçmen ve Özkan, 2001; Çolakoğlu, 2001a, 2001b, 2002; Kara, 2002; Azaz ve Pekel, 2002; Eltem ve ark., 2002; Azaz, 2003a, 2003b; Ocak ve ark., 2004; Demirel ve ark., 2005; Karaoğlu ve Ülker, 2006). Bu çalışmalar sonucunda Ülkemizin çeşitli yörelerinin topraklarının mikrofungusları ortaya konulmuŐ, yeni kayıtlar elde edilmiŐtır. Sözü edilen çalışmalara katkı sağlamak üzere, Çankırı ili Eldivan ilçesi karaçam orman topraklarının mikrofunguslarının belirlenmesine yönelik olarak ilk kez ele alınan bu çalışma, 2006–2007 yılları arasında yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini; Ankara Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Çankırı Orman İŞletme Müdürlüğü, Çankırı-Merkez Orman İŞletme Şefliği sınırları içerisinde 1110 m ile 1370 m. yükselteler arasında bulunan, doğal ve yapay Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *pallasiana*)’nın yetiŐtiđi orman toprağı oluşturmuştur. Yöredeki karaçam ormanlarının topraklarında pH 7,5–8,0, toplam kireç %1–46 arasında deđiŐmekte olup toprak, organik madde ve fosfor yönünden zengin olduğu, toprak geçirgenliğinin orta ve hafif bünyeli topraklarda iyi, ağır bünyeli topraklarda ise iyi olmadığı ve mutlak ve fizyolojik derinlik 60-120 cm arasında ve toprak türü kumlu killi balçık, kil ve balçıklı kumdan oluşmaktadır (Göl, 2002).

2.2. Yöntem

Çalışmalar, arazi ve laboratuvarında olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür.

2.2.1. Arazi çalışmaları

Toprak örnekleri, Eldivan yöresi karaçam ormanlarında bulunan 15 adet saf karaçam meŐçeresinden, 2006 yılı Mayıs ayında alınmıştır. Örnekler, üst yüzeydeki organik tabaka temizlendikten sonra el çapası ile açılan yaklaşık 10 cm. derinliğindeki toprak profillerinden, örnek yüzeye dik olacak şekilde, aseptik Şartlarda alınmıştır. Her bir meŐçerenin, 3-5 farklı noktadan alınan toprak örnekleri, geniş plastik kaplar içinde karıŐtırılarak paçal yapılıp, tek bir örnek haline getirilmiŐtır. Bundan alınan, yaklaşık 0,5 kg. ağırlığındaki her bir toprak örneği ayrı ayrı etiketlenerek, kese kâğıtları içerisinde laboratuvara taŐınmıŐtır.

2.2.2. Laboratuvar alışmaları

Toprak rneklerinin yüzde nem miktarlarının belirlenmesi

Laboratuvara getirilen her bir toprak örneğinin yarısı, aynı gün içerisinde, fırın kuru ağırlıklarının belirlenmek üzere; diğer yarısı ise, mikrobiyolojik analizler yapmak üzere, ayrılarak kullanılıncaya kadar +4°C'ye ayarlı buzdolabında muhafaza edilmiştir. Her rnek için 10'ar gram taze toprak, hassas terazide tartılmış ve 105°C de 24 saat kurutulduktan sonra tekrar tartılarak yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Toprak rneklerinin nem miktarları (%) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Tüzüner, 1990).

$$N(\%) = \frac{(YA - FA)}{FA} \times 100$$

- N : Toprak rneğinin Nem Miktarı (%),
YA : Toprak örneğinin yaş ağırlığı ve
FA : Toprak örneğinin fırın kurusu ağırlığıdır.

Topraklardan fungusların izolasyonu

Toprak örneklerinden fungusların izolasyonunda toprağı seyreltme metodu kullanılmıştır (Waksman, 1922). Buna göre, 10 gram taze toprak rneği alınıp steril saf su kullanılarak hazırlanan 10 seyreltme faktörlü süspansiyonlar kullanılmıştır. Bu süspansiyonlardan steril pipetle 1 ml. rnek alınarak, içerisinde streptomycin ilave edilmiş Patates Dekstroz agar (PDA) ortamı bulunduran 9 cm. apındaki cam petri kabına inoküle edilmiştir. Bu işlem tamamlandıktan sonra petri kutusunun etrafı parafilm film ile sarılmıştır. Çalışma, her bir toprak rneği için 10 tekerrürlü olarak yrtlmştir. Petriler, 25±1°C'ye ayarlanmış, 12 saat NUV aydınlatmalı inkübatöre yerleştirilerek, 7–8 gün inkübe edilmiştir.

Koloni oluşturan fungal birimlerin sayımı

İnkübasyon periyodu sonunda petrilerde gelişen fungal kolonilerin sayımı yapılmış ve toprak örneklerindeki koloni oluşturan birim (KOB) yani canlı hücre sayısı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Christensen, 1981).

$$S = \frac{a \times b \times 100}{100 - N}$$

- S : 1 gramlık fırın kuru toprakta bulunan toplam fungus sayısı
a : Toprak örneğine ait petri kaplarında bulunan ortalama KOB sayısı
b : Seyreltme faktörünü ve N: toprak örneğine ait yüzde nem miktarı

İzolatların saflaştırılması ve teşhisi

Sayım işleminin ardından petri kapları stereo-mikroskop altında incelenmiştir. Bu incelemeler sırasında gelişen koloniler PDA içeren eğik agar tüplerine aktarılarak saflaştırılmıştır. Her bir izolatin, petri kabındaki koloni (tekerrür) sayısı kaydedilmiştir. İzolatlar, 25±1°C'ye ayarlı, 12 saat NUV aydınlatmalı inkübatörde 7–8 gün inkübe edilmemiş ve inkübasyon periyodu sonunda eğik agarlarda gelişen koloniler morfolojik özelliklerine göre gruplandırılarak morfotiplere ayrılmıştır. Bu morfotipleri temsil etmesi amacı ile bir izolat seçilmiş ve teşhis için PDA besi ortamına aktarılmıştır. İncelemeler sırasında özellikle Penicillium ile Aspergillus cinslerine ve Mucorales takımına ait izolatlar, Malt ekstrakt agar (MEA) besi yerine aktarılarak geliştirilmişlerdir. Teşhis çalışmalarında, saflaştırılan morfotip izolatlarının 25±1°C'ye ayarlı, 12 saat NUV aydınlatmalı inkübatörde 7–8 gün inkübe edilmiş kültürleri kullanılmıştır.

Fungusların teşhisi, saf koloniler halinde geliştirilen izolatların koloni morfolojileri ve besi ortamında oluşturdukları üreme yapıları ve üreme birimlerinin mikroskopik özelliklerine göre yapılmıştır. Her bir izolatlardan hazırlanan preparatlar, 200–400–1000 byltmeli mikroskop altında laktofenol, Shear ortamı ya da saf su kullanılarak incelenmiştir. Tanısı yapılan izolatların mikroskopik fotoğrafları streomikroskop ve mikroskoba bağlı CCD kamerayla çekilerek görsel hale getirilmiştir. Fungus tanısında eitli temel mikolojik yayınlardan (rneğin; Gilman, 1959; Barnett, 1965; Ellis, 1971, 1976; Booth, 1971, 1977; De Hoog, 1972; Samson, 1974; Domsch et al., 1980, Singh et al., 1991; Burgess et al., 1994) yararlanılmıştır. Fungal isimlerin sinonimlerinin ve yazar isimlerinin belirtilmesinde "www.indexfungorum.org" sitesinden faydalanılmıştır.

Araştırma alanı topraklarından, izole edilen mikroskopik fungusların kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla, toprak örneklerinden izole edilen funguslar cins ve tür seviyesinde teşhis edilerek, bunların frekansları (tekerrür ya da sıklık)

belirlenmiştir. Kantitatif değerlendirmelerde, fungusların izolasyon ortamında oluşturdukları koloni sayıları esas alınarak belirlenmiştir. Tanısı yapılan her bir fungusun, toplam koloni sayısına oranlanması suretiyle, araştırma alanı topraklarının mikrofungal topluluğu içerisinde bulunma sıklıkları (%) belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR

3.1. Araştırma alanı topraklarının mikrofungus sayıları

Eldivan karaçam orman topraklarının mikrofungal florasının incelenmesi sonucunda 1g fırın kurusu topraęa karřılık gelen taze toprakta en dūřuk ve en yūksk ortalama deęerleri, 14,791 ile 162,083 arasında olmak ũzere, ortalama 62,986 birim mikrofungus bulunmuřtur.

Filamentli fungusların fizyolojik ve morfolojik bir bütünlüğünün olmaması, toprak içinde fungus hiflerinin dallanarak çok geniş alanlarda yayılmaya karşın, petri kaplarında gelişen fungal kolonilerin bir spordanmıyoksa bir hif parçasından mı kaynaklandığı anlaşılamamaktadır. Bu bakımdan elde edilen koloni sayısı, toprakta çok sayıda hif parçası olduğunu gösterebileceği gibi, tek bir sporangium ya da konidiafordan oluşmuş bir spor kitlesinin dağılımını da gösterebilir (Hasenekoęlu, 1982). Hasenekoęlu (1989), 1 gram verimli toprakta kabul edilebilir mikrofungi sayısını yaklaşık 400.000 KOB/g olarak bildirdiğinden, araştırma alanı topraklarının, 62,986 KOB/g mikrofungi sayısı ile kalitatif yōnden fakir olduğu sōylenebilir. Tūrkiye’de orman topraklarında yapılan benzer araştırmalarda sayım sonuçları incelendiğinde (Hasenekoęlu ve Azaz, 1991; Kara, 2002), genellikle araştırma alanımızdan elde edilen sonuçlardan daha yūksk rakamların elde edildiği anlaşılmıştır. Ancak, Alanya civarında yapılan bir çalışmada, yanmış ve normal orman topraklarında sırasıyla 43.780 ve 47.408 KOB gibi daha dūřuk değerlerin tespit edilmiş olması (Azaz ve Pekel, 2002) alışmamızı destekler niteliktedir.

3.2. Toprak örneklerinde bulunan funguslar

ankırı ili Eldivan iesi karaçam orman topraklarının mikrofungus florasını incelemek amacıyla yapılan kalitatif ve kantitatif analizler sonucunda, 2006 yılı, ilk bahar mevsiminde alınan 15 toprak örneğinin “toprağı seyreltme metodu” ile

incelenmesi ile 358 izolat elde edilmiş, bu izolatların teşhislerinin yapılması sonucunda, 28 cinse ait toplam 71 takson (ayrı tūr ve varyete), ayrıca 9 adet steril mikrofungi elde edilmiş olup, sonuçlar izelge 1 ve Őekil 1 ile Ek izelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, Eldivan Karaçam orman topraklarında, 28 fungus cinsi tespit edildiği; 28 cins içinde toplam 71 tūrün bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu cinslerden, 23’ü Askomycota bölümünde, 5’i ise Zygomycota bölümünde yer almaktadır. Askomycota bölümüne dāhil cinslerin tamamının, Peziziomycota alt bölümünde olmak ũzere, Sordariomycetes (13 cins), Eurotiomycetes (5 cins) ve Dothideomycetes (4 cins) sınıflarında bulunup en fazla sayıda cins, Eurotiomycetes sınıfı, Eurotiales takımından, Trichocomaceae familyasına aittir. Çalışmada, taksonomik yeri bilinmemekle birlikte, 9 farklı morfotipte steril fungusun da bulunduğu saptanmıştır.

Yürütölen alışma kapsamında tespit edilip, izelge 1 ve Ek izelge 1’de yer alıp önemli görölenlerin funguslar ālemindeki bölümü ve bulunma oranları (%) göz önünde bulundurularak, sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1 ve Ek izelge 1 birlikte incelendiğinde, bu çalışmada tespit edilen funguslar içinde tūr ve bulunma sıklığı bakımından *Penicillium* cinsinin ilk sırayı aldığı anlaşılmaktadır. Askomycota bölümüne dahil olan *Penicillium* cinsi funguslar, 356(X 103) koloni ile frekans, 19 takson ile tūr çeşitliliği bakımından en zengin fungal grubu oluşturmuştur. *Penicillium* türleri toplam fungusların % 37,51 ‘ini oluşturduğu saptanmıştır (izelge 1). *Penicillium* cinsine ait fungusların araştırma alanı topraklarının dominant mikoflorasını oluşturması, Tūrkiye’de ve dūnyada bu konuda yapılmış olan birçok çalışmanın ortak bulgularından biridir (Hasenekoęlu ve Azaz, 1991; Sölün ve Hasenekoęlu, 1993; Azaz ve Hasenekoęlu, 1997; Kara, 2002; Azaz ve Pekel, 2002; Azaz 2003a, 2003b; Asan, 1992, 2000, 2004). Christensen et al., (2000), farklı yetişme ortamlarındaki topraklarda bulunan funguslarla ilgili araştırmaları bir araya getirerek karşılaştırmış ve incelediği her çalışmada ortalama 90 fungus tūrü bulunduğunu ve bunların % 21’ini *Penicillium* cinsine ait türlerden oluştuğunu bildirmiştir. Buna göre, çalışma alanından izole edilen 71 taksonun % 26,76’sını *Penicillium* cinsine bağlı türlerin oluşturduğu, tūr bakımından oldukça zengin durumda bulunduğu anlaşıldığından araştırma sonuçlarının literatūr bildirişleri ile benzerlik

Çizelge 1. Çankırı (Eldivan)'da 2006 yılında Karaçam orman topraklarında saptanan mikrofungus cinsleri, tür ve koloni sayıları ile bulunma oranları (%).

Cins	Tür Sayısı	Koloni Sayısı	Bulunma Oranı (%)	Cins	Tür Sayısı	Koloni Sayısı	Bulunma Oranı (%)
<i>Penicillium</i> Link ex Gray	19	356	37,5	<i>Glomastix</i> Guég.	1	21	2,2
<i>Aspergillus</i> Mich ex Fr.	6	46	4,8	<i>Stachybotrys</i> Corda	1	15	1,6
<i>Fusarium</i> Link ex Fr.	5	27	2,8	<i>Cladobotryum</i> Nees	1	14	1,5
<i>Trichoderma</i> Pers ex Fr.	4	42	4,4	<i>Memmoniella</i> Höhn.	1	13	1,4
<i>Mucor</i> Mich ex Fr.	4	37	3,9	<i>Aureobasidium</i> Viala & G. Boyer.	1	12	1,3
<i>Absidia</i> Tiegh	3	36	3,8	<i>Myrothecium</i> Tode ex Fr	1	8	0,8
<i>Cladosporium</i> Link ex Fr., Link	3	18	1,9	<i>Sporothrix</i> Hektoen & C.F. Perkins	1	8	0,8
<i>Paecilomyces</i> Bainier	3	15	1,6	<i>Acremonium</i> Link ex Fr	1	7	0,7
<i>Mortierella</i> Coem	2	20	2,1	<i>Chrysosporium</i> Corda.	1	7	0,7
<i>Rhizopus</i> Ehrenb	2	19	2,0	<i>Trichothecium</i> Link	1	3	0,3
<i>Cunninghamella</i> Matr.	2	16	1,7	<i>Eurotium</i> Link	1	2	0,2
<i>Alternaria</i> Nees ex Fr	2	5	0,5	<i>Sepedonium</i> Link	1	2	0,2
<i>Clonostachys</i> Corda	1	28	3,0	<i>Ulocladium</i> Preuss	1	2	0,2
<i>Parengyodontium</i> C.C. Tsang, J.F.W. Chan, W.M. Pong, J.H.K. Chen, A.H.Y. Ngan, Cheung, C.K.C. Lai, D.N.C. Tsang, S.K.P. Lau, P.C.Y. Woo	1	27	2,8	Steril fungi	9*	177	12,5
<i>Thysanophora</i> W.B. Kendr.	1	26	2,7				
TOPLAM					71	949	100

gösterdiği kanısına varılmıştır. Asan (2004), *P. chrysogenum*'un Türkiye'de en yaygın *Penicillium* türü olduğunu bildirmiştir. Çolakoğlu (2002), Belgrad ormanı karaçam meşcerelerinin topraklarından *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum* olmak üzere *Penicillium* cinsine dahil üç tür izole ederek tanılamıştır. Azaz ve Pekel (2002), Kızılçam meşcerelerine ait yanmış orman topraklarından 27 farklı tür ve varyete *Penicillium* izole etmiş ve bunlardan *P. corylophilum* Diercky 'un ve normal orman topraklarından izole edilen *Penicillium* cinsine ait 32 ayrı tür ve varyete'den *P. canescens* Soop'in en yaygın tür olduğunu bildirmiştir. Çalışmalarımızda ise söz konusu türlere rastlanılamamıştır. Ancak, çalışma sonucunda tür seviyesinde tanıyı yapılamayan *Penicillium* izolatlarının, yukarıda adı geçen türlere ait olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada izole edilen *Aspergillus* cinsine ait taksonlar; *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. ochraceus* ile tür seviyesinde tanıyı yapılamayan iki *Aspergillus* cinsine bağlı türdür. Bu araştırmada söz konusu cinsin tür çeşitliliği ile her bir türe ait fungus sayıları, ülkemiz ve dünyada bu konuda yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerin altındadır. (Asan, 1992; Çiğden, 1992; Sivri, 1996; Sülün ve Hasenekoğlu, 1993; Azaz ve Hasenekoğlu, 1997; Azaz, 2003a, 2003b). Ülkemiz ve Dünya'da yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında; *Aspergillus* cinsine bağlı fungusların bizim çalışmamızda nispeten daha az bulunduğu anlaşılmıştır. Aynı araştırmamızda, *A. niger* en fazla izole edilen *Aspergillus* türü olup, bu türün tüm mikoflora içindeki bulunma sıklığı %1,90 olarak belirlenmiş. Asan (2004) *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. versicolor* türlerinin, Türkiye'de *Aspergillus* cinsine

ait en yaygın türler olduğunu bildirmiştir. olakoğlu (2001a, 2001b, 2002), orman topraklarından izole ettiği *A. niger* ve *A. flavus* türlerinin araştırma alanı topraklarının yaygın türleri arasında ilk sıralarda yer aldıklarını bildirmiştir. Klich et al. (1992), birçok aspergilli'nin 25–40°C arasında optimum gelişme gösterdiklerini ve minimum gelişme sıcaklıklarının 10°C civarında olduğunu belirtmiş, Klich (2002) ise, 25° kuzey enlem derecelerinin yukarisında bulunan topraklarda *Aspergillus* türlerinin azalmakta olduğunu bildirmiştir. Elde edilen bulgular belirtilen literatür bildirişleri ile birlikte değerlendirildiğinde; çalışma alanında saptanan *Aspergillus* cinsi fungusların, benzer çalışmalara kıyasla daha düşük miktarlarda bulunmasının, araştırma alanına ait ortalama sıcaklık değerlerinin düşük olması yanında, araştırma alanının 25° kuzey enleminin yukarisında yer almasından ileri gelme ihtimalinin yüksek olduğu dşnlmektedir.

Araştırma alanı topraklarının mikrofungal floratr kompozisyonu içinde *Trichoderma* cinsi fungusların, 4 tür içerdiği ayrıca toplam fungusların % 4,43'n oluşturmaları ile 3. sırada yer aldığı anlaşılmaktadır (izelge 1). *Trichoderma* türlerinin, birçok orman toprağının toplam fungal propagllerinin %3 n teşkil edebildikleri bildirilmektedir (Kubicek and Harman, 1998). Türkiye'de ve dünyada yapılan araştırmalar, bu cins e ait türlerin orman topraklarında olduğa yaygın olduklarını göstermektedir. Hasenekoğlu (1985b), tıraşlama kesimi ardından orman topraklarında bu cinsin frekansında artış olduğunu, Azaz ve Pekel (2002) ve Lucarotti (1981) ise yangın görmüş orman topraklarında *Trichoderma* cinsinin daha yüksek yoğunlukta tespit edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların birçoğu, *Trichoderma* türlerinin istek açısından fazla duyarlı olmamaları ve kozmopolit olmaları sebebiyle olumsuz koşullara dayanabildiklerini ifade etmiştir. Dennis ve Webster (1971a,1971b,1971c) *Trichoderma* türlerinin çok çeşitli antibiyotikler ürettiklerini, *Trichoderma* ırklarının engelleyici etkiye sahip uçucu bileşenler üretme yeteneklerinin olmasının topraklarda kolonize olmalarına yardımcı olduğunu bildirmektedir. Rossman (1996), *Trichoderma* spp.'nin yaşam stratejisine dikkati çekerek, *Trichoderma* cinsi fungusların odun ayrıştırma yeteneklerinden ziyade, odun tahripçisi funguslara karşı nekotrofik etkilerinden dolayı ortamlara kolonize oldukları görüşünü ileri srmştir. Ek izelge 1 incelendiğinde, araştırma

alanı topraklarından *Trichoderma* cinsine ait 4 farklı fungusun izole edildiği, bunlardan ikisinin tür, diğerlerinin ise cins seviyesinde teşhis edildiği grlmektedir. *Trichoderma* cinsine ait türler frekanslarına göre sırasıyla, *T. harzianum* (%2,95) ve *T. atroviride* (%0,53) olup, *T. harzianum* araştırma alanı topraklarından izole edilen tüm tür ve varyetelerin bulunma sıklıkları bakımından değerlendirilmesinde, söz konusu toprakların dominant mikoflorasını oluşturan funguslar arasında 3. sırada yer almaktadır. Ülkemiz orman topraklarından izole edilen *Trichoderma* türlerinin başında *T. harzianum* gelmektedir (Başpınar ve ınar, 1995; Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; Küçük, 2000; Azaz ve Pekel, 2002). Ülkemiz topraklarından izole edilen *Trichoderma* cinsine ait diğer funguslardan bazıları, *T. aureoviride* Rifai, *T. viride* Pers, *T. polysporum* (Link ex Pers.) Rifai, *T. pseudokoningii* Rifai, *T. koningii* Oud. and Koning, *T. longibronchiatum* Rifai'dur (Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; olakoğlu, 2002).

Trichoderma spp. gibi antagonistik özelliklere sahip bir diğer fungus ise *Clonostachys rosea*'dır. Araştırma alanı mikrofungal kompozisyonu içerisinde %2,95 ile bulunma sıklığı yüksek olan türler arsında ilk sıralarda yer alan *C. rosea* (Ek izelge 1) zellikle mikoparazitik yaşam tarzıyla bilinen bir fungus olup, birçok araştırmada *G. roseum* adıyla, yaygın olarak izole edilen türler arasında yer aldığı görülür.

Topraklarda sık rastlanılan *Fusarium* cinsi funguslar, araştırma alanı topraklarının %2,85'ini oluşturmaktadır (izelge 1, Ek izelge 1). Bu alışmada *Fusarium* cinsine ait izolatlar sadece cins seviyesinde tespit edilebilmiştir. Beş farklı türe ait olan bu izolatların teşhisinde, özellikle kültürlerin kolaylıkla dejenere olmasına ve mikroskopik teşhis için uygun besiyeri kullanılamamasına bağlı olarak bazı taksonomik zorluklarla karşılaşılmıştır. Uygun izolasyon, saşlaştırma yöntemleri ile besiyeri ve inkubasyon koşulları sağlanmaksızın yapılacak teşhisin doğru olması beklenemez. Bu sebeple *Fusarium* izolatlarının teşhisi cins ile sınırlı tutulmuştur. Türkiye'de yapılan çalışmalarda bu cins e ait çok sayıda tür izole edilmiştir. Orman topraklarından yapılan izolasyonlarda *Fusarium sulphureum* Schlecht. (olakoğlu, 2002), *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. moniliforme* Sheldon (olakoğlu, 2001a), *F. lateritium* Ness. (Hasenekoğlu ve Azaz, 1991), *F. oxysporum* (olakoğlu, 2001a; Kara,

2002) olarak bildirilmektedir. Genel olarak mera ve özellikle tarla ve orman fidanlık topraklarında fazla sayıda bulunduğu bildirilen *Fusarium* cinsi funguslar, saprofit olarak yaşamlarını sŭrdŭrebildikleri gibi, birÇok bitkide hastalıklara sebep olan patojenik tŭrleri de iÇeren, ekonomik öneme sahip bir gruptur (Burgess vd. 1994). Doğmus ve Doğanoğlu (2003), orman fidanlıklarında yapılan Őalıřmalarda rastlanan patojen *Fusarium* tŭrlerini; *F. avenaceum* (Fr.:Fr.) Sacc, *F. moniliforme* J. Sheld., *F. oxysporum* Schlechtend.:Fr., *F. semitectum* Berk and Ravenel, *F. solani* (Mart.) Sacc; *F. acuminatum* Ellis & Everhart. Section, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg, *F. sambucinum*, ve *F. sporotrichioides* Sherb. olarak bildirmiştir. Topraktan izole edilen *Fusarium* tŭrlerin bitki patojeni mi yoksa saprofit mi olduklarının belirlenmesi iÇin patojenite testlerinin yapılması zorunludur. Bu nedenle, Őalıřmada elde edilen *Fusarium* izolatlarının durumları Őalıřma kapsamı dıŐında tutulmuŐtur.

Parengyodontium cinsi bakımından konu değerlendirildiğinde, bu cinsin 8. sırada (Çizelge 1) yer alsada, bu cinse ait *P. album*'un (Syn: *Engyodontium album* (Limber) de Hoog, *Beauveria alba* (Limber) Saccas) %2,85 olan bulunma sıklığı ile Őalıřmamızda en sık rastlanılan tŭrler arsında yer aldığı anlaşılmıştır. Azaz ve Hasenekoğlu (1997) araŐtırmasında, bu fungusun, en yaygın tŭrler ve en fazla sayıda koloni oluşturan funguslar arasında yer aldığını bildirmesi Őalıřmamıza benzerlik göstermektedir. Yaygın saprobik bir kŭf fungusu olarak bilinen, keratinophilic bir fungus olarak da tanımlanabilen bu fungusun, yakın geŐmiŐte yapılan bir Őalıřma sonucunda, insanlarda yŭzeyssel ve sistemik enfeksiyonlara yol aŐabilen fırsatŐı bir patojen olduğu ortaya koyulmuŐtur (Tsang et al., 2016).

Parengyodontium cinsinden sonra Őokluk sırasına göre *Thysanophora* cinsi gelmekte olup, bu cinse ait *Th. penicillioides* tŭrŭnŭn, %2,75 olan bulunma sıklığı ile araŐtırma alanı topraklarının fungus toplumu iŐersinde yŭksek populasyon yoğunluğuna sahip tŭrler arasında yer aldığı grŭlmektedir. Canavesi and Sieber (1993) ve Tokumasu (1996, 1998) őrŭmekte olan iđne yapraklar ūzerindeki fungal sŭksesyonu araŐtırdıkları Őalıřmalarında, *Th. penicillioides* tŭrŭnŭn Őam ibrelerinin dıŐ yŭzeylerinde ncŭl kolonizerler olduğunu ve bu tŭrŭn *Trichoderma* tŭrleri ile birlikte yere dŭŐen

iđne yapraklar ūzerinde kolonize olan ncŭl tŭrler olduğunu bildirmektedir. *Th. penicillioides* tŭrŭ, Kara (2002) tarafından yapılan Őalıřmada, karaŐam orman topraklarının sadece Ah horizonundan ve ilkbahar mevsiminde izole edilen tŭm fungusların iŐinde, bulunma sıklığı %32,8 olmak ūzere en fazla sayıda koloni oluŐturan fungus olarak tespit edilmiŐtir.

Özellikle őrŭmekte olan organik maddede oldukŐa yaygın olup lŭ ya da ölmekte olan bitki artıklarının ncŭl kolonizerleri arasında yer alan bir baŐka mikrofungus cinsi ise *Cladosporium*'dur. Bu araŐtırmada elde edilen, *Cladosporium* cinsi funguslar, ūŐ tŭrle temsil edilmekte olup (*C. cladosporioides*, *C. herbarum* ve *C. macrocarpum*), bu ynŭyle araŐtırma alanı topraklarından izole edilen funguslar iŐerisinde, tŭr ŐeŐitliliđi bakımından zengin, ancak, bulunma sıklığı bakımından (%1,90) görece dŭŐŭk popŭlasyon yoğunluğuna sahip cinsler arasında olduğu saptanmıŐtır (Ek Őizelge 1). Aynı Őizelge incelendiğinde, *Stachybotrys* cinsinin araŐtırma alanı mikoflorasındaki payı %1,58 olup, 15 sırada yer aldığı grŭlmektedir. Yaygın Őevresel kŭfler arasında yer alan bu cinsin, benzer Őalıřmalarda, frekansı dŭŐŭk olmakla birlikte yaygın olarak izole edildiği bildirilmektedir (Azaz ve Pekel, 2002; Kara, 2002). *Paecilomyces* cinsi, araŐtırma alanı topraklarının mikrofungal florasında %1,58 olan payı ve ikisi tŭr seviyesinde (*Pa. variotii* ve *Pa. fumosoroseus*) ve biri cins seviyesinde olmak ūzere 3 tŭrle temsil edildiği anlaŐılmaktadır (EK Őizelge 1). *Pa. variotii* tŭrŭnŭn, Tŭrkiye'de yapılan Őalıřmalarda yaygın olarak izole edildiği grŭlmŭŐtŭr. Bu Őalıřmamızda, *Pa. fumosoroseus* olarak teŐhis edilerek *Paecilomyces* cinsi iŐinde ele alınan tŭr, gŭncel olarak *Isaria fumosorosea* Wize kompleksi iŐinde yer almaktadır. Yaygın olarak *Pa. fumosoroseus* adının halen kullanılması sebebi ile tŭr adının bu Őekilde verilmesi uygun grŭlmŭŐtŭr. Entomopatojen bir fungus olup, birŐok ırkı baŐta beyaz sinekler olmak ūzere Őok sayıda zararlı böceğin biyolojik mŭcadelesinde kullanılabilmektedir (Zimmermann, 2008). *Paecilomyces* cinsini %1,37 bulunma oranı ile *Memnoniella* cinsi takip etmiŐtir. *M. echinata* kozmopolitan bir tŭrdŭr. Selŭloz ayrıŐtırma yetenekleri yŭksek olup, asetik asit ūretme yetenekleri ile bilinmektedirler. İn vitro deneylerde Őok sayıda toprak fungusuna karŐı engelleyici etkisi gözlemlenmiŐtir (Domsch et al., 1980). Bu fungusun benzer Őalıřmalarda da bulunma sıklığının dŭŐŭk

olduğu grlmektedir.

Bulunma sıklığı %1'in altında olan taksonlar arasında ilk sırada *Myrothecium* cinsi gelmektedir (Çizelge 1). In vitroda antagonistik etkiye sahip olduğu bilinen (Bora ve zaktan, 1998) bir tür olan *M. roridum* trnnn bulunma oranı %0,84'dir (Ek Çizelge 1). Bu türü, *Acremonium* cinsi takip eder (%0,7). Bu cinsin, özellikle tarım topraklarında tür çeşitliliği ve frekans bakımından en fazla miktarda izole edilen funguslar arasında olduğu bildirilmektedir (Azaz ve Hasenekoğlu, 1997; Azaz, 2003b; Demirel ve ark., 2005). *Chrysosporium* cinsi %0,74 bulunma sıklığıyla düşük yoğunlukta izole edilen funguslar arasında yer alır. Bununla birlikte bu fungusa ait bulgular, benzer çalışmalarla uyum göstermektedir (Soderstrom and Baath, 1978; Hasenekoğlu, 1985a; Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; Kara, 2002; Demirel ve ark., 2005). *Alternaria* hemen hemen tüm çalışmalarda, hem toprak hem bitki dokularını hem de l örtüden sıklıkla izole edilen funguslardan biri olmakla birlikte bu cinse ait en yaygın tür *A. alternata*'dır. Ancak bu çalışmada *Alternaria* cinsinin ve *A. alternata*'nın bulunma sıklıkları (%0,53 ve 0,42) oldukça düşüktür. *Eurotium* cinsi %0,21 olan frekansı ile bu araŐtırmada elde edilen telemorfik Ascomycota bölümünü temsil eden tek fungustur. *E. amstelodami* bu cinse ait tür olup, literatür taramasında bu türe Türkiye'de yapılan çalıŐmalardan Demirel ve ark. (2005)'te rastlanmıŐtır. Çalışmamızda izole edilen *Sepedonium* cinsine ait fungus %0,21'lik bulunma sıklığı ile en az sayıda koloni oluşturan funguslar arasında yer alır. *Sepedonium* türleri yaygın olmalarına rağmen fungal biotanın küçük bir kısmını oluştururlar. Doğal habitatları, topraklar, ibreli ağaç odunu, mantar kompostu olup, Agaricaceae ve Boletaceae familyalarına mensup Őapkalı mantarların yaygın parazitleridir (Chu-Chou and Grace, 1977; Ainsworth and Sussman, 2013). Bu türün araştırma alanında düşük yoğunlukta bulunmasının, fungusun yaşam biçimi ve habitatın durumu ile iliŐkili olduğu söylenebilir. Çalışmamızda izole edilen ve antagonistik özellikleri ile bilinen türlerden biri de *U. atrum*'dur. *Ulocladium* cinsine dahil bu türün araştırma alanı topraklarındaki bulunma payı %0,21 olarak tespit edilmiştir. Fungusun benzer çalışmalar da yine benzer yoğunluklarda izole edildiği görülmüştür (olakoğlu, 2001a, 2002). Fungusun birçok bitki patojenine karşı antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir (Khl et al., 1999; Li et al., 2003).

ÇalıŐmamız sonucunda, Zygomycota bölümüne dahil 5 cins içinde 13 takson tespit edilmiş olup bunlar arasında, en yaygın olanı, çalışmada tespit edilen tüm funguslar arasında, %3,90 bulunma oranı ile 4. sırada yer alan *Mucor* cinsi olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Çalışmada teşhis edilen *Mucor* türleri; *M. plumbeus* ve *M. hiemalis* (Ek Çizelge 1) olup, bulunma sıklığı bakımından *M. plumbeus* stn olmakla birlikte, Türkiye'de yapılan çalışmalarda *M. hiemalis*'in çok daha yaygın olduğu grlmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde *Absidia* cinsinin bulunma sıklığı bakımından tüm cinsler içerisinde %3,78 olan payıyla 5. sırada yer aldığı grlmektedir (Çizelge 1). olakoğlu (2001a, 2002), Belgrad Ormanı meşe ve karaçam meŐcerelerinden izole edilen türlerden bazılarının karaçam türüne bazılarının ise meşe türüne bağlı kaldıklarını belirtirken, karaçam türüne bağlı kalan cins olarak *Absidia* spp.'yi işaret etmektedir. Eldivan karaçam orman topraklarında *Absidia* spp.'nin bulunma sıklığının yüksek olması, olakoğlu tarafından vurgulanan bu bulguyu desteklemektedir. Mortieriales takımına dahil bir cins olan *Mortierella*'nın mikoflora kompozisyonundaki bulunma sıklığı %2,11'dir (Çizelge 1). *Mortierella* cinsi fungusların ibreli orman topraklarından yapılan izolasyonlarda neredeyse en yaygın ve zengin cins olarak tespit edildiğine dair çok sayıda çalıŐmaya rastlanılmaktadır (Christensen, 1969; Sdertrm and Baat, 1978). Kara (2002), *Mortierella* cinsi fungusların podzol topraklarda fazla sayıda olduğunu ve çalışma alanı topraklarının asit karakterde, boz esmer orman toprağı olup araŐtırmalarında karaçamın hakim olduğu bu özellikteki topraklardan *Mortierella* cinsine ait fazla miktarda fungi izole etmesinin, çalışma alanı genel özellikleri ile uyum içerisinde olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler iŐıđında, araştırma alanımızın topraklarının kahverengi topraklar grubunda ve hafif alkali olması bu cinsin kantitatif yönden göreceli olarak düşük miktarlarda bulunmasının sebebi olarak gösterilebilir. Zygomycota bölümü, Mucorales takımı yesi olan *Rhizopus* cinsi funguslar bu çalışmada % 2,00 sıklıkla elde edilmiŐlerdir (Çizelge 1). *R. stolonifer* Türkiye'de ve dünyada yapılan birçok çalışmada topraklardan izole edilen hemen hemen en yaygın *Rhizopus* türü'dr. *Cunninghamella* cinsi araştırma alanı topraklarının mikrofungal florasının % 1,69'unu oluşturmaktadır. AraŐtırmamızda bu cinse ait iki tür; *C. echunolata* ve *C. elegans* tespit edilmiştir. Birçok araŐtırmada, bu cinse ait izolatların elde edildiği bildirilmektedir

(Azaz ve Hasenekoğlu, 1991; Azaz, 1994; Azaz ve Pekel, 2002; Kara, 2002).

Elde edilen izolatlarda arasında, spor üretmeyen ve steril olan 9 ayrı izolattan 3 tanesi koyu renkli misellere sahip olup siyah veya siyaha yakın koloniler oluşturmuştur. Diğerleri ise hiyalin hiflere sahip olup açık renkli koloniler oluşturmuştur. Türkiye’de ve dünyada yapılan benzer araŐtırmalarda steril fungi olarak tanımlanan çok sayıda fungusun izole edildiği kaydedilmektedir. Bazı araŐtırmacılar bu fungusların Basidiomycota bölümüne dahil funguslar olabileceğini belirtmektedirler (Özkan ve Gür, 2000).

4. TARTIŞMA

Bu çalışma ile Çankırı ili Eldivan ilçesi karaçam orman topraklarında bulunan mikrofungusların kalitatif ve kantitatif olarak incelenmiŐ, çalışma sonucunda 1 gram fırın kurusu toprağa karşılık gelen taze toprakta ortalama 62,986 KOB mikrofungus tespit edilmiş, bu mikrofunguslar, 71 ayrı tür ve varyete, ayrıca 9 adet farklı steril mikrofungi olarak teşhis edilmiştir.

Elde edilen bulguların, ülkemizde ve dünyada yapılan benzer çalışmalarla uyumlu olduğu, yapılan literatür çalıŐmalarından anlaşılmıştır (Widden and Parkinson, 1973; Södertröm and Baat, 1978; Domsch et al., 1960, 1980, 1993; Dreisbach, 2002; Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; Çiğden, 1992; Sülün ve Hasenekoğlu, 1993; Azaz, 1994; Asan ve Ekmekçi, 1994; Azaz ve Hasenekoğlu, 1997, 1998, 1999; Özkan ve Gür, 2000; Özkan ve ark., 2001; Sülün, 2001; Göçmen ve Özkan, 2001; Çolakoğlu, 2001a,2001b, 2002; Kara, 2002; Azaz ve Pekel, 2002; Eltem ve ark., 2002; Azaz, 2003a,2003b; Ocak ve ark., 2004; Demirel ve ark., 2005; Karaoğlu ve Ülker, 2006). Bununla birlikte, çalışmamızda, Ülkemizde daha önceden varlığı tespit edilmemiŐ yeni bir takson bulunamamıŐtır.

Toprak fungusları ile ilgili günümüze kadar yapılan çalışmalarda birçok araŐtırmacı mümkün olduğunca çok sayıda çeŐitlilikte fungi izole etmeyi amaçlayan yöntemler geliştirmiştir (Waksman, 1922; Warcup, 1950; Chesters, 1940, 1948; Latouche, 1948; Mueller ve Durrel, 1957; Warcup, 1960; Gams ve ark., 1987). Bazı araŐtırmacılar (Warcup, 1960; Rao, 1970; Hasenekoğlu, 1989; Azaz, 1994), geliştirilen bu yöntemlerin tek başlarına yeterli olmadığını bildirerek birden fazla yöntemi birlikte kullanmak süretiyle daha fazla sayı ve çeŐitlilikte fungi elde

edilebileceği savunmuŐlardır. Geleneksel olarak, toprakların mikrobiyal topluluklarının analizleri, çeşitli mikrobiyal populasyonlarının maksimum seviyede belirlenmesini hedefleyen çok çeşitli kültür ortamlarının kullanımını içeren kültür tekniklerine dayanmaktadır. Ancak bu yaklaŐımla ne yazık ki toprakların mikrobiyal populasyonlarının sadece çok küçük bir kısmına (< 0,1%) ulaŐılabilmektedir (Hill ve ark., 2000). Çalışmamızda, fungusların topraklardan izolasyonunda yalnızca PDA ortamının kullanılması, bunun dıŐında seçici bir ortam kullanılmamıŐ olması, topraklarda varlığı bilinen Basidiomycetes ya da Oomycetes sınıfına ait hiçbir fungusun izole edilememesi ile sonuçlanmasında, kullanılan izolasyon ortamının ve metodunun rolü olduğu söylenebilir. Bu durumda kullanılan izolasyon ortamının ve metodunun rolü olduğu söylenebilir.

AraŐtırmamızda, toprakların mikrofunguslarının belirlenmesinde izolasyona ve ardından morfolojik tanıya dayalı klasik yöntemler kullanıldığından, besi ortamında yavaş gelişen ya da geliŐemeyen çok sayıda fungusun izolasyonu mümkün olmamıŐtır. Bununla birlikte, izole edilen fungusların besi ortamında oluŐturdukları kolonilerin ve üreme yapıları ya da brimlerinin morfolojik/mikroskopik özelliklerine dayanan teşhis çalışmalarında birçok izolatin tür seviyesinde teşhis edilmesi mümkün olmamıŐtır. Morfolojik tanıya dayalı çalışmalarda özellikle tür seviyesindeki teŐhislerin güvenilir olamadığı yönündeki kaygılar yaygındır. Diğer taraftan izolasyon ve teşhis çalışmalarının olduğuça zaman alıcı olduğu da bilinmektedir. Hibbet et al. (2011) dünya çapında, yılda 1.119 yeni tür tespit edildiğini ve morfolojik teŐhislere dayanan yöntemler ile tüm dünyadaki türlerin tamamının bulunmasının 1000-4000 yıl alacağını hesaplamıŐtır.

Bütün bunlar bir arada değerlendirildiğinde, geleneksel izolasyona dayalı metotlar ile toprak funguslarının yalnızca çok küçük bir kısmının izole edilip teŐhisinin yapılabileceği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, bu konuda yapılacak yeni çalışmalarda, geleneksel izolasyonda birden fazla tekniğin kullanımına ek olarak, izolasyon ortamı olarak da birden fazla ortamın kullanılması gerektiği söylenebilir. Diğer taraftan elde edilen izolatlardan tanısında da moleküler yöntemlerden faydalanılarak, daha doğru ve güvenilir teŐhisler yapılabilir. Bütün bunlar bir yana, günümüzde, geleneksel yöntemlerin yerini moleküler yöntemler almaya başlamıŐ ve toprak başta olmak üzere çevresel örneklerin tüm

mikrobiyal toplulukları kısa sürede ve güvenilir bir Şekilde, yeni nesil DNA dizileme teknolojilerinden faydalanılarak metagenomik yaklaşımla ortaya konulabildiğinden, lkemizde bundan sonra yapılacak çalışmaların bu yöne kaydırılmasında yarar grlmektedir.

Fungusların dağılımları ve çeşitlilikleri, ortamdaki enerji kaynakları ile yakından ilişkilidir. Habitatın spesifik katkıları hangi türlerin çoğalacağını ve dağılma, yayılma ve yaşamlarını sürdürmede ne kadar başarılı olacaklarını belirleyen diğer bir faktör olarak gösterilebilir. Toprak fungusları için, toprağın fiziksel ya da kimyasal özellikleri, bitki örtüsü ve iklim koşulları gibi faktörlerin fungus dağılımında ve çeşitliliğinde önemli olduğu bilinmektedir (Fisher and Binkley, 2000). Bunlara ek olarak, karaçam orman toprağı olan araştırma alanında, karaçam ibrelerinde g ayrışan reçine ve bazı aromatik bileşikler bulunması ile karaçam ve buna eşlik eden floranın kök salgıları gibi vejetasyonla ilgili parametreler, toprak pH'nın hafif alkali olması gibi toprak özelliklerine ait faktörler araştırma alanı mikrofungal florasının tür çeşitliliği ile dağılımında etkili faktörler olarak gösterilebilir. Nitekim alışmamızda, özellikle ibre artıklarının öncül kolonizerleri arasında yer alan *Tyranospora penicilloides* gibi ibreli orman topraklarında yaygın olarak bulunan spesifik türler de saptanmıştır. Bununla birlikte, fungal türlerin ya da popülasyonların yaşam stratejileri, diğer organizma ve funguslarla etkileşimleri; fungal ekoloji kapsamında mikofloranın dağılım ve çeşitliliğinde belirleyici faktörlerdir (Garbeva et al., 2004). Birçok araştırmada, toprakların fungal toplumlarının yapısının, funguslar arası etkileşimlerden kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Örneğin Kara (2002) araştırmasında *Fusarium* cinsi fungusların az sayıda izole edildiğini ve bunun, örnek alanlarda *Trichoderma* cinsine ait fungusların fazla sayıda bulunmasının *Fusarium* türleri üzerinde antagonistik etkisinden kaynaklanabileceğini, Widden and Parkinson (1975) araştırmasında, yangın sonrası orman topraklarında *Cylindrocarpon destructans*'ın kantitatif artışımın *Trichoderma* ve *Penicillium* cinsi fungusların miktarındaki azalmayla ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Nitekim bu çalışmada, antagonistik özellikleri ile öne çıkan çok sayıda fungus tespit edilmiştir. Bu funguslar arasında, ilk sırada *T. harzianum* ve diğer *Trichoderma* türleri gelirken, çalışmamızda yaygın olarak izole edilen *C. roseum*'un da antagonistik

bir fungus olduğu bilinmektedir. Bunlara ek olarak, düşük frekansa sahip olan, *U. atrum*, *My. roridum*, *Me. echinata* gibi gerek toprak funguslarına gerekse bitki patojeni funguslara karşı engelleyici etkiye sahip türler de incelenen karaçam orman topraklarının fungal topluluklarını oluşturan türler arasında yer almıştır. Buna göre çalışılan bu orman toprağında, toprak mikrofungusları arasında önemli etkileşimlerin bulunduğunu söylemek mümkündür. Diğer taraftan, bu toplulukta, *Sepedonium* sp. gibi yüksek fungusların (şapkalı mantarlar) mikoparaziti ve entomopatojenik türlerden *Pa. fumosoroseus* (*I. fumosorosea*)'ın yer alması, fungal topluluğun yapısında daha kapsamlı biyolojik etkileşimlere işaret etmektedir.

Sonuç olarak belirtmek gerekirse; toprak mikoflorasının dağılımı ve bu dağılımda bitki türü, toprak özellikleri iklim koşulları gibi faktörlerin yanı sıra mikrobiyal etkileşimlerin de etkili olduğu göz önünde bulundurulurken, bundan sonra yapılacak çalışmalarda, toprakların fungal toplumlarının dağılımı ve çeşitliliğinde rol alan faktörler ile ilişkilerinin de araştırılmasında özellikle, türler arası etkileşimlerin, hem toprakların mikrofungal florasının incelenmesi, hem de biyolojik mücadele kapsamında ele alınması önerilebilir.

Teşekkür: Çalışma konusunun belirlenmesinde ve çalışmaların yürütülmesinde önemli katkı ve destek sağlayan Yrd. Doç. Dr. Hüseyin AKTAŐ'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ainsworth, G. C., Sussman, A. S. (Eds.). 2013. The Fungal Population: An Advanced Treatise. Elsevier.
- Asan, A., Ekmekçi, S. 1994. The Determination of *Penicillium* and *Aspergillus* Species in Edirne Soils and Their Seasonal Distribution. Turk. J. Biol. 18: 291-303, 1994.
- Asan, A. 1987. Edirne ve Civarında Yetiştirilen Mısırlarda Tohumla Taşınan Fungusların Tesbiti ve Tanımlanması zerinde Araştırmalar. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 49s., Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Edirne.
- Asan, A. 1992. Edirne İli Topraklarından İzole Edilen *Aspergillus* Mich, Ex Fr. ve *Penicillium* Link Ex Fr. Türleri zerinde Taksonomik ve Ekolojik Araştırmalar. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Edirne.
- Asan, A. 1997a. Trakya Bölgesi Mısırları Mikrofungal Florası I. Turk. J. Biol. 21: 89-101,

- Asan, A. 1997b. Trakya Bölgesi Mısır Tarlaları Mikrofungus Florası II. Kükem Derg. 20: 9-18.
- Asan, A. 2000. Check List of *Aspergillus* and *Penicillium* Species Reported From Turkey. Turk J Bot 24: 151-167.
- Asan, A. 2004. Check List of *Aspergillus* and *Penicillium* Species Reported From Turkey Mycotaxon 89 (1): 155-157.
- Azaz, A.D., Hasenekoğlu, İ. 1997. An Investigation into the Microfungal Flora of Field Soils in The GAP (Southeastern Anatolia Project) Irrigation Area of Harran Plain. Tr. J.Of Botany, 21: 165-172.
- Azaz, A.D., Hasenekoğlu, İ. 1998. Harran Ovasında GAP İkinci Kademe Sulanması Planlanan Tarla Ve İşlenmemiş Toprakların Mikrofungus Florası üzerine Bir Araştırma. Kükem Derg 21: 57-67.
- Azaz, A.D., Hasenekoğlu İ. 1999. Göktaş Bakır Fabrikasının Kirlettiği Alanların Mikrofungus Florası ve Bunun Normal Orman Toprakları Florası ile Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Biyoteknoloji (Kükem) Derg. 22: 29-40.
- Azaz, A.D. 1994. Harran Ovası GAP Sulama Alanı İçerisinde Kalan Tarla Topraklarının Mikrofungus Florası Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 193s., Erzurum
- Azaz, A.D. 2003a. Isolation and Identification of Soilborne Fungi in Fields Irrigated by GAP in Harran Plain Using Two Isolation Methods. Turk J Bot 27: 83-92.
- Azaz, A.D. 2003b. Bandırma Kuş Cenneti İçinde Kalan Toprakların Mikrofungus Florası Üzerine Bir Araştırma. Türk J. Biol, 27, 117-123
- Azaz, A.D., Pekel, O. 2002. Comparison of Soil Fungi Flora in Burnt and Unburnt Forest Soils in The Vicinity of Kargıcak (Alanya-Turkey). Turk J Bot 26: 409-416.
- Barnett, H. L. 1965. Illustrated Genera Of Imperfect Fungi. 2th Edition. Burges Publishing Company, 225p., USA.
- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England,. 237 P.
- Booth, C. 1977. *Fusarium*, Laboratory Guide To The Identification of The Major Species. Commonwealth Mycological Institute, Ferry Lane Kew, Surrey, 58p
- Bora, T., Özaktan, H. 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı, 204, İzmir.
- Boynukara, Z. 1998. Van Gölü Çevresi Topraklarının *Aspergillus* Mich Ex Fr. ve *Penicillium* Link Ex Fr. Türleri Üzerinde Taksonomik ve Ekolojik Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD. Yayınlanmamış Doktora Tezi. 90s., Van.
- Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K., Backhouse, D. 1994. Laboratory Manual for *Fusarium* Research 3th Edition 133p., Sidney.
- Canavesi, F., Sieber, T. N. 1993. Successional Patterns of Fungal Communities in Needles of European Silver Fir (*Abies alba* Mill.) New Phytot., 125, 149-161
- Candan, C. 1996. Selçuk Üniversitesi Kampüsü ile Çomaklı Araştırma ve Uygulama Çiftlik Arazisi Topraklarında Mikrofungus Dağılımı Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bil Enst. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 92 s., Konya
- Chesters, C.G.C. 1940. A Method of Isolating Soil Fungi. Trans. Brith. Mycol. Soc. 30. 100-117
- Chesters, C.G.C. 1948. A Contribution to The Study of Fungi in Soil Trans. Brith. Mycol. Soc. 24. 352-355
- Christensen, M. 1969. Soil Microfungi of Dry to Mesic Conifer-Hardwood Forests in Northern Wisconsin. Ecology Vol. 50, No. 1, Pp. 9-27.
- Christensen, M. 1981. Species Diversity and Dominance in Fungal Communities, 201-202, In Teh Fungal Community, Its Organisation and Role in The Ecosystem, Edited By Wicklow, D., And Carroll, G., Marcel Dekker, İnc., Newyork.
- Christensen, M., Frisvad, J.C., Tuthill, D.E., 2000. *Penicillium* Species Diversity in Soil and Same Taxonomik and Ecological Notes, 309-320. In Integration of Modern Taksonomik Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Clasification, Edited By Samson, R.A. And Pitt, J., Harwood Academic Publishers, Singapore.
- Christensen, M., Whittingham, W.F., Novak, R.O. 1962. The soil microfungi of wet-mesic forests in southern Wisconsin. Mycologia 54, 374-388
- Chu-Chou, M., Grace, L. J. 1977. *Sepedonium* sp. parasitic on fruiting bodies of *Rhizopogon* sp. and *Suillus* sp. in New Zealand. Transactions of the British Mycological Society, 68(3), 473-475.
- Çiğden, N. 1992. Yamanlar Dağı Güney Yamacı Mikrofungus Florasının Araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 118s., İzmir
- Çolakoğlu, G. 2001a. İstanbul/Belgrad Ormanı'nda Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Meşe (*Quercus* spp.) Meşcerelerinin Topraklarındaki Mikrofungus Floraları Ve Bunların Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 51, Sayı 1, 95-116
- Çolakoğlu, G. 2001b. Belgrad Ormanı'nda Meşe (*Quercus* spp.) Meşcerelerinin Topraklarındaki Mikrofungus Florası Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 52, Sayı 2, 131-140.
- Çolakoğlu, G. 2002. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Meşcerelerinin Topraklarındaki Mikrofungus Florası Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 52, Sayı 1, 115-124
- De Hoog, G. S. 1972. The Genera *Beauveria*, *Isaria*, *Tritirachium* and *Acrodontium* Gen. Nov. Stud. Mycol. 1:1-41.

- Demirel, R., İlhan, S., Asan, A., Kınacı, E. and Öner, S. 2005. Microfungi in Cultivated Fields in Eskişehir Provice (Turkey). J. Basic Microbiol. 45, 4,279-293
- Dennis, C., Webster, J. 1971a. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. I. Production of non-volatile antibiotics. Trans. Br. Mycol. Soc., 84:25-39,
- Dennis, C. and Webster, J. 1971b. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. Trans. Br. Mycol. Soc., 84:41-48,
- Dennis, C., Webster, J. 1971c. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. III. Hyfal interaction. Trans. Br. Mycol. Soc., 57:363-369.
- Doğmuş, T., Doğanoğlu, Ö. 2003. Orman Fidanlıklarında Çökerten Hastalığının Önemi ve Bu Hastalığın Biyolojik Kontrolünde Ektomikorizal Fungusların Önemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A (Sayı 1);103-118
- Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, T.H. 1980. Compendium of Soil Fungi Academic Pres, 859P., London, New York, Toronto, Sydney, Sanfransisco.
- Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, T.H 1960. Das Pilzpektrum Einer Bodenprobe III. Nachweins Der Einzelpilze Archir Für Microbiologie 35,310-339.
- Domsch, K.M., W. Gams and T. Anderson. 1993. Compendium of Soil Fungi. Vol 1, 2nd ed. Academic Press, London. 860 pp
- Dreisbach, T. 2002. Importance of Fungi in Forest Ecosystems. Web Sites: <http://wwwnotes.fs.fed.us:81/pnw/DecAID/DecAID.nsf/HomePageLinks/24D9761EE72378E688256B8F005A8FC1?OpenDocument>. Erişim tarihi: 22/10/2006
- Ekmekçi, S, Yararbas, Z. 1996. İzmir İli Çevresindeki Topraklardan İzole Edilen Fungusların Antibakteriyal Etkileri Üzerine Bir Arastırma. XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. S. 235-239.
- Ekmekçi, S. 1974b. Bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* Türlerinin Sporulasyonlarının Ortam Faktörleri ile İlişkileri, Bitki 1 (2):183-188.
- Ekmekçi, S. 1974c. Güney-Yarı Ege Bölgesi'ndeki Bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* Türlerinin Büyümelelerine Tesir Eden Faktörler. Bitki. 1(3) :388-396.
- Ekmekçi, S. 1971. İzmir-Nif Dağı Kuzey Yamacı Üzerinde 100'er Metre Düşey Mesafelerle Tesbit Edilen İstasyonlardan İzole Edilen *Aspergillus* ve *Penicillium* Türleri, TÜBİTAK 3. Bilim Kongresi, Ankara.
- Ekmekçi, S. 1973 . Bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* Türlerinin Sporulasyonuna Tesir Eden Ortam Faktörleri, TÜBİTAK 4. Bilim Kongresi, Ankara.
- Ekmekçi, S. 1974a. Güney-Yarı Ege Bölgesi Topraklarında İzole *Aspergillus* ve *Penicillium* Türlerinin Taksonomi, Ekoloji ve Fizyolojileri Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi, 76 S., Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Sistematik Botanik Kürsüsü, İzmir.
- Ekmekçi, S. 1974d. Güney Ege Bölgesi'nden İzole Edilen *Aspergillus* ve *Penicillium* Türlerinin Ekolojisi. Bitki. 1(4): 457-465.
- Ekmekçi, S. 1975. Güney Ege Bölgesi'ndeki *Aepergillus* ve *Penicillium* Türleri, Bitki. 2(1):19-29.
- Ekmekçi, S. 1981. İzmir Çevresinde, Karada, Suda ve Kumda Gelişen Bitki Süksezyon Evrelerinde Bulunan Toprak Funguslarının Taksonomi ve Ekolojisi İle İlgili Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Doçentlik Tezi. 78 S., İzmir
- Ellis, M. 1971. Dematiaceus Hyphomycetes, Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England,C.A.B. 608 P.
- Ellis, M. 1976. More Dematiaceus Hyphomycetes, Commonwealth Mycological Institute Kew, England, C.A.B. 507 P.
- Eltem R, Özkale-Taskin E, Sarıgul N, Efendiler E, Kap S. 2002. Manisa ve İzmir İllerindeki Çeşitli Sultani Çekirdeksiz Üzüm Bağlarının Toprak Mikoflorasının İncelenmesi. XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi. Mikrobiyoloji Seksiyonu. Kongre Kitabı. P. 50. 4-7 September. Malatya-Turkey. (Turkish).
- Fisher, R., F. Binkley, D. T. 2000. Ecology and Manegement of Forest Soils. Third Edition, ISBN: 0-471-1942-3, John Willey & Sons, INC, USA
- Gams, W., H. A. van der Aa, A. J. van der Plaats-Niterink, R. A. Samson, and J. A. Stalpers. 1987. CBS course of mycology. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, The Netherlands.
- Garbeva P., Van Veen, J.A. And Van Elsas J.D., 2004. Microbial Diversity In Soil: Selection of Microbial Populations by Plant and Soil Type and Implications for Disease Suppressiveness. Annu. Rev. Phytopathol. 42:243-70
- Gilman, J. C. 1959. A Manual of Soil Fungi. The Lowa State University Press, 450p., USA
- Göçmen, H., Özkan, VK. 2001. A Research on The Microfungal Flora of Some Greenhouse Soils in The Vicinity Of Lapseki Canakkale, Turkey. Mycopathol 153: 103-112.
- Göl, C. 2002. Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Gür, K. 1991. Muş ve Van Topraklarındaki Mikrofungus Dağılımı Üzerine Bir Araştırma. J. Kükem 14: 68-69.
- Haliki, A., Dizbay M. 1997. İzmir-Bergama Yöresindeki Bazi Tarımsal Alanlardan Mezofilik Toprak Mikrofunguslarının İzolasyonu ve Mevsimsel Dağılımları. Turk J Biol 21: 329-341.
- Halkman, A. K. 1995. Mikrobiyolojide Kullanılan Besiyerleri. 58s., Ankara.

- Hasenekoğlu, İ. 1982. Erzurum Et Kombinasi Civarındaki Kirlenmiş Toprakların Mikrofungus Populasyonu, Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, Özel Sayı,1(1):409-416.
- Hasenekođlu, İ. 1984. Funguslar İçin Kùltür Vasatları, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eđitim Fakùltesi, Erzurum.
- Hasenekođlu, İ. 1985a. Sarıkamış Cıvarı Orman, ayır ve Tarla Topraklarının Mikrofungus Populasyonunun Sayısal Analizi, Kùkem Dergisi,8(1): 33-39.
- Hasenekođlu, İ. 1985b. Sarıkamış Cıvarı Orman, ayır ve Tarla Topraklarının Mikrofungus Florası, Kùkem Dergisi, 8(1):40-46.
- Hasenekođlu, İ. 1987. Dođu İğdir Ovası orak Topraklarının Mikrofungus Populasyonu Üzerinde Bir Ön Araştırma, Kùkem Dergisi. 10(1):53-59.
- Hasenekođlu, İ. 1989. Toprak Mikrofunguslarının İzolasyon ve Kùltür Metodları. Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eđitim Fakùltesi, 94, Erzurum.
- Hasenekoğlu, İ. 1991. Toprak Mikrofungusları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 689, 7 Cilt.
- Hasenekoğlu, İ., Azaz, A.D., 1991. Sarıkamış Civarındaki Tıraşlanmış Orman Alanları Topraklarının Mikrofungus Florası ve Bunun Normal Orman Toprakları Florası İle Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Türk J Of Bot 15: 214–226.
- Hibbett, D.S., Ohman, A., Glotzer, D., Nuhn, M., Kirk, P., & Nilsson, R. H. 2011. Progress in molecular and morphological taxon discovery in Fungi and options for formal classification of environmental sequences. Fungal Biology Reviews, 25(1), 38-47.
- Hill, G.T., Mitkowski, N. A. Aldrich-Wolfe, L. Emele, L. R. Jurkonie, D. D. Ficke, A. Maldona-Ramirez, S.. Lynch, S. T and Nelson, E. B. 2000. Methods for assessing the composition and diversity of soil microbial communities. Appl. Soil Ecol. 15: 25-36
- İmali, A. 1997. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampus Alanı Topraklarının Aspergillus Mich Ex Fr. ve Penicillium Link Ex Fr. Florası Uzerine Bir Arastirma. Yüzüncü Yıl Üniv Fen Bil Enst. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 61s., Van.
- Kara, Ö. 2002. Kuzey Trakya Dağlık Yetişme Ortamı Bölgesinde Kayın, Meşe, Karaçam Ormanlarındaki Toprak Mikrofunguslarının Mevsimsel Dağılımı, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği A.B.D. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul.
- Karaoğlu, S.A., Ülker, S. 2006. Isolation, Identification and Seasonal Distribution of Soilborne Fungi in Tea Growing Areas Of Iyidere-Ikizdere Vicinity (Rize-Turkey). J. Basic Microbiol. 46:3, 208–218
- Kirk, P. M., Ansell, A.,E. 1992. Authors of Fungal Names. Index of Fungi Supplement. 95 Pp. International Mycological Institute. An Institute Of CAB International. Kew, Surrey (UK). Web Sitesi: www.indexfungorum.org. Erişim Tarihi:12/05/2017.
- Klich, M.A. 2002. Biogeography of *Aspergillus* Species in Soil and Litter. Mycologia, 94 (1): 21-27
- Klich, M.A., Tiffany LH, Knaphus G. 1992. Ecology of The Aspergilli of Soils and Litter. In: Bennett JW, Klich MA, Eds. Aspergillus: Biology and Industrial Applications. Boston: Butterworth Heineman. P 329–354.
- Köhl, J., Lombaers-van der Plas, C., Molhoek, W. et al., 1999. Competitive ability of the antagonists *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* at temperatures favourable for Botrytis spp. development. BioControl 44: 329. doi:10.1023/A:1009907311624
- Kubicek, C.P., Harman, G.E. (Eds.) 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol. 1. Basic Biology, Taxonomy And Genetics. Taylor & Francis, London, 278 Pp.
- Küçük, . 2000. *Trichoderma harzianum* ile Toprak Kökenli Bazı Bitki Patojenlerinin Kontrolü, Anadolu Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 80s., Eskişehir.
- La Touche, C.J. 1948. Slide Traps For Soil Fungi Trans. Brith. Mycol. Soc. 31. 281-284.
- Li, G. Q., Huang, H. C., & Acharya, S. N. 2003. Antagonism and biocontrol potential of *Ulocladium atrum* on *Sclerotinia sclerotiorum*. Biological Control, 28(1), 11-18.
- Lucarotti, C. 1981. The Effect of Fire and Forest Regeneration on Mesofauna Population and Microfungal Species in Lichens. Mcgill Subarctic Research Paper 32: 7-26.
- Maplestone, P., Whipps, A., Lynch, J.M. 1991. Effect of peat-bran inoculum of *Trichoderma* species on biological control of *Rhizoctonia solani* in lectuce. Plant Soil 136, 257-263.
- Mehrotra, B. S., Basu, M. 1976. Some interesting new isolates of *Aspergillus* from stored wheat and flour. Nova Hedwigia 27: 597-607
- Mueller, K.E. and Durrel, L.W. 1957. Sampling Tubes for Soil Fungi. Phytopath. 47: 243
- Ocak, İ., Sülün, Y. And Hasenekoğlu, İ. 2004. The Effect Of Cement Dust Emitted from Gaziantep Cement Plant on Microfungus Flora of Surroundings Soils, Turkey. Trakya Üniv. J. Sci, 5(2), 107-115.
- Öner, M.1962. Nebraska Eyaletinin Lancaster Bölgesinde ayır, Orman ve Ziraat Topraklarında Bulunan Fungusflorasının İncelenmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Öner, M.1966. Atatürk Üniversitesi Erzurum iftliği Eğerli Dağı Kuzey Yamacı ve Trabzon-Hopa Sahil Őeridi Mikrofungus Florası ile İlgili Bir Araştırma,Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:17. Erzurum.
- Öner, M.1972. A Contribution To The Soil Dilution Method. Zentraal Blaff. F.Bakt. Pres.Inf.Hyg. V.127 (7/8) :770-776.
- Öner, M. 1970. Soil Microfungi of Turkey. Mycopathol. Mycol. Appl. 42: 81–87

- Öner, M. 1973. Atatürk Üniv. Erzurum Çiftliği, Eğerli Dağı Kuzey Yamacı ve Trabzon-Hopa Sahil Őeridi Mikrofungus Florası ile İlgili Bir Araştırma. Ankara: Atatürk Üniv. Yayınları No: 158, 171s.
- Öner, M. 1974. Seasonal Distribution of Some Fungi Imperfecti in The Soils of Western Part of Anatolia. Mycopathol. Mycol. Appl. 52: 267-268,
- Öner, M. 2002. Mikrobiyal Ekoloji. 2.Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi. 282s., Bornova-İzmir.
- Öner, M., Ekmekci, S., Dizbay, M. 1977. Plant Succession and Development of Fungi İn The Soil. Ege Univ. J. Fac. Sci.
- Öner, N., İmal, B. 2006. Bülbülpanarı (Eldivan-Çankırı) Yöresi Meşcere Kuruluşları Üzerine Araştırmalar. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, 67-79.
- Özkan, V.K., Gür, K. 2000. The Microfungal Flora of The Soils of Great Konya Basin (Turkey). Ot Sistematik Botanik Dergisi, 7,2, 217-231
- Özkan, V.K., Müftüoğlu, N.M., Göçmen, H., Türkmen, C. 2001. The Microfungal Flora of Some Agricultural Areas İn The Ezine (Çanakkale) Vicinity. Ot-Sist Bot Derg. (The Herb-J Syst Bot) 8: 119-131.
- Rao, P.R.1970. Studies On Soil Fungi IV. A Comparison of Some Techniques for Isolating Soil Fungi. Mycopathologia, Volume 40, Numbers 3-4.
- Rossmann, A.Y. 1996. Morphological and molecular perspectives on systematics of *Hypocreales*. Mycologia 88, 1-19.
- Samson, R.A. 1974. Paecilomyces and Some Allied Hypomyces. Stud. Mycol., 1-119
- Sewell, G.W.F. 1959 Studies of Fungi in a Callunaheathland Soil.II.By The Complimentary Use of Several Isolation Mts. Brith. Mycol. Soc. Trans. 42: 354-369.
- Singh, K., Frisvad, J. C., Thrane, U. And Mathur, S.B. 1991. An Illustrated Manual on Identification of Some Seed-Borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia And Their Mycotoxins. 133p., Denmark
- Sivri, A. 1996. Manisa'nın Salihli İlçesi Çınarlı Değirmeni Mevkiiinde Erozyon Alanı, Bağ, Maki Alanı, Sebze Bahçesinde Mikrofungus Florasının Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 70s., İzmir
- Soylu, N. 1997. Trabzon Merkez İlcede Kulture Alınmış Topraklarla Kulture Alınmamış Toprakların Mikrofungus Florası. Karadeniz Technical University Fen Bil Enst. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 77s., Trabzon
- Söderström, Baat (1978), Soil Microfungi İn Three Swedish Coniferous Forests. Holartic Ecology 1:62-72. Copenhagen. Web Sitesi: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0587.1978.tb00939.x>. Erişim Tarihi: 28/10/2006
- Sülün, Y. 2001. Kuzeydogu Anadolu Bölgesi Topraklarının Mikrofungus Florası. Atatürk Üniv Zir Fak Derg 32: 9-15.
- Sülün, Y., Hasenekoğlu, İ. 1993. A Study On *Aspergillus* Mich Ex Fr. And *Penicillium* Link Ex Gray Flora of The Northeast Anatolia, Türkiye. Doğa-Türk J Biol 17: 49-60.
- Tokumasu, S. 1996. Mycofloral succession on *Pinus densiflora* needles on a moder site. Mycoscience 37: 313-321.
- Tokumasu, S. 1998. Fungal successions on pine needles fallen at different seasons: the succession of surface colonizers. Mycoscience 39: 409-416.
- Tsang, C-C., Chan, J. F. W., Wai-Mei Pong, Jonathan H. K. Chen, Antonio H. Y. Ngan, Mei Cheung, Christopher K. C. Lai, Dominic N. C. Tsang, Susanna K. P. Lau, Patrick C. Y. Woo; Cutaneous hyalohyphomycosis due to *Parengyodontium album* gen. et comb. nov.. Med Mycol 2016; 54 (7): 699-713. doi: 10.1093/mmy/myw025
- Turkecul, I. 1995. Tokat İli Kazgolu Civarındaki Toprakların Termofil ve Termotolerant Mikrofungus Florası Uzerine Bir Arastirma. Gazi Osman Pasa Üniv. Fen Bil Enst. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 61s., Tokat.
- Türker, N. 1979. İzmir'in Kavaklıdere Köyü'nde Yüksek Bitki Süksesyonuna Bağlı Toprakta Mikrofungusların Nicel ve Nitel Yönden Gelişimi Üzerinde Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniv. Fen. Fak. Botanik Böl., İzmir,
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz El Kitabı. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Matbaası. 375s., Ankara.
- Uztan (Haliki), A. 1981. İzmir İli Topraklarından İzole Edilen Mikrofungusların Taksonomi ve Ekolojileri Uzerinde Arastirmalar. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Ege Univ., Fen Fak., Mikrobiyoloji Böl. İzmir.
- Waksman, S.A. 1922. A Method Counting The Numbers of Fungi in The Soil J.Bact.7: 339-341.
- Warcup, I. M.1960. Method For Isolation and Estimation of Activity of Fungi in Soil. The Ecology Of Soil. An International Symposium, Liverpool Univ Press
- Warcup, J.H. 1950. The Soil-Plate Method for Isolation of Fungi from Soil. Nature.166, 117-118
- Widden, P., Parkinson, D. 1973. Fungi from Canadian coniferous forest soils. Can. J. Bot. 51, 2275-2290
- Widden, P., Parkinson, D. 1975. The effects of a forest fire on soil microfungi. Soil Biol. Biochem.7, 125 138
- Zimmermann, G.2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. Biocontrol Science and Technology, 18(9), 865-901.

Ek izelge 1. ankırı (Eldivan) Karaçam orman topraklarında saptanan fungusların bulunma sıklıkları (%)

Cins Adı	Takson	Koloni Sayısı (x103)	Tespit Edilen Trn Cins İerisindeki Payı (%)	Trn Tespit Edilen Tm Funguslar İerisindeki Payı (%)
<i>Penicillium</i>	<i>Penicillium glabrum</i> (Wehmer) Westling	39	10,96	4,11
	<i>Penicillium decumbens</i> Thom	29	8,15	3,06
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.2	28	7,87	2,95
	<i>Penicillium chrysogenum</i> var. <i>chrysogenum</i> Thom	25	7,02	2,63
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.7	24	6,74	2,53
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.8	23	6,46	2,42
	<i>Penicillium spinulosum</i> Thom	21	5,90	2,21
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.6	20	5,62	2,11
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.5	19	5,34	2,00
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.1	18	5,06	1,90
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.3	17	4,78	1,79
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.4	16	4,49	1,69
	<i>Penicillium commune</i> Thom	15	4,21	1,58
	<i>Penicillium</i> Link ex Gray sp.9	14	3,93	1,48
	<i>Penicillium jensenii</i> K.M. Zalessky	13	3,65	1,37
	<i>Penicillium expansum</i> Link	11	3,09	1,16
	<i>Penicillium citrinum</i> Thom	9	2,53	0,95
	<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll	8	2,25	0,84
	<i>Penicillium simplicissimum</i> (Oudem.) Thom	7	1,97	0,74
<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	18	39,13	1,90
	<i>Aspergillus flavus</i> Link ex Gray	11	23,91	1,16
	<i>Aspergillus parasiticus</i> Speare	6	13,04	0,63
	<i>Aspergillus ochraceus</i> G. Wilh.	4	8,70	0,42
	<i>Aspergillus</i> P. Micheli ex Haller sp.1	3	6,52	0,42
	<i>Aspergillus</i> P. Micheli ex Haller sp.2	4	8,70	0,32
<i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	28	66,67	2,95
	<i>Trichoderma</i> Pers. sp.1	5	11,90	0,53
	<i>Trichoderma atroviride</i> P. Karst.	5	11,90	0,53
	<i>Trichoderma</i> Pers. sp.2	4	9,52	0,42
<i>Mucor</i>	<i>Mucor plumbeus</i> Bonord.	18	48,65	1,90
	<i>Mucor himealis</i> Wehmer.	8	21,62	0,84
	<i>Mucor</i> Fresen sp.2	7	18,92	0,74
	<i>Mucor</i> Fresen sp.1	4	10,81	0,42
<i>Absidia</i>	<i>Absidia spinosa</i> var. <i>spinosa</i> Lendn.	21	58,33	2,21
	<i>Absidia glauca</i> Hagem	12	33,33	1,26
	<i>Absidia</i> Tiegh sp.1	3	8,33	0,32
<i>Clonostachys</i>	<i>Clonostachys rosea</i> (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams (Syn: <i>Gliocladium roseum</i> Bainier)	28	100,00	2,95

Ek izelge 1. (devam)

Cins Adı	Takson	Koloni Sayısı (x103)	Tespit Edilen Trn Cins İerisindeki Payı (%)	Trn Tespit Edilen Tm Funguslar İerisindeki Payı (%)
<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium</i> Link sp.5	7	25,93	0,74
	<i>Fusarium</i> Link sp.2	7	25,93	0,74
	<i>Fusarium</i> Link sp.1	6	22,22	0,63
	<i>Fusarium</i> Link sp.4	4	14,81	0,42
	<i>Fusarium</i> Link sp.3	3	11,11	0,32
<i>Parengyodontium</i>	<i>Parengyodontium album</i> (Limber) C.C. Tsang, J.F.W. Chan, W.M. Pong, J.H.K. Chen, A.H.Y. Ngan, Cheung, C.K.C. Lai, D.N.C. Tsang, S.K.P. Lau, P.C.Y. Woo (Syn: <i>Engyodontium album</i> (Limber) de Hoog, <i>Beauveria alba</i> (Limber) Saccas)	27	100,00	2,85
<i>Thysanophora</i>	<i>Thysanophora penicillioides</i> W.B. Kendr.	26	100,00	2,75
<i>Gliomastix</i>	<i>Gliomastix</i> Gug sp.1	21	100,00	2,21
<i>Mortierella</i>	<i>Mortierella</i> Coem sp.1	12	60,00	1,26
	<i>Mortierella</i> Coem sp.2	8	40,00	0,84
<i>Rhizopus</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill	15	21,05	0,42
<i>Cladosporium</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries	8	44,44	0,84
	<i>Cladosporium herbarum</i> Link ex Gray	6	33,33	0,63
	<i>Cladosporium macrocarpum</i> Berk. & Curt	4	22,22	0,42
<i>Cunninghamella</i>	<i>Cunninghamella echinulata</i> (Thaxt.) Thaxt. ex Blakeslee	9	56,25	0,95
	<i>Cunninghamella elegans</i> Lendn	7	43,75	0,74
<i>Stachybotrys</i>	<i>Stachybotrys</i> Corda sp.	15	100,00	1,58
<i>Paecilomyces</i>	<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	7	46,67	0,74
	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (Wize) A.H.S. Br. & G. Sm. (current name: <i>Isaria fumosorosea</i> Wize)	5	33,33	0,53
	<i>Paecilomyces</i> Bainier sp.1	3	20,00	0,32
<i>Cladobotryum</i>	<i>Cladobotryum</i> Nees sp.	14	100,00	1,48
<i>Memnoniella</i>	<i>Memnoniella echinata</i> (Rivolta) Galloway	13	100,00	1,37
<i>Aureobasidium</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Lwenthal) G. Arnaud	12	100,00	1,26
<i>Sporothrix</i>	<i>Sporothrix</i> Hektoen & C.F. Perkins sp1.	8	100,00	0,84
<i>Myrothecium</i>	<i>Myrothecium roridum</i> Tode.	8	100,00	0,84
<i>Acremonium</i>	<i>Acremonium</i> Link ex Fr. sp.1	7	100,00	0,74
<i>Chrysosporium</i>	<i>Chrysosporium</i> Corda sp.1.	7	100,00	0,74
<i>Alternaria</i>	<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	4	80,00	0,42
	<i>Alternaria</i> Nees ex Fr. sp.1.	1	20,00	0,11
<i>Trichothecium</i>	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	3	100,00	0,31
<i>Eurotium</i>	<i>Eurotium amstelodami</i> L. Mangin	2	100,00	0,21
<i>Sepedonium</i>	<i>Sepedonium</i> Link. sp1.	2	100,00	0,21
<i>Ulocladium</i>	<i>Ulocladium atrum</i> Preuss	2	100,00	0,21
Steril Fungi	Steril fungi (9 morfotip)	117	100,00	12,33
TOPLAM		946		

Yarı-Kurak Doğal am Ormanlarında ölleşme Riskinin Modellenmesi*

Ebru GÜL^{1*}, Sabit ERŐAHİN¹

¹ankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar: ebru@karatekin.edu.tr

Öz

Çölleşme küresel ve bölgesel ölçekte en büyük çevre sorunları arasında yer almaktadır. Özellikle kurak ve yarı-kurak alanlarda iklim değişikliği ve insan etkisi sonucu meydana gelen arazi bozulmaları ve bitki örtüsündeki azalmalar ölleşmeyi hızlandırmaktadır. Bu alışma, ankırı il merkezine yaklaşık 45 km uzaklıkta, Yapraklı İlçesine bağlı yarı-kurak özelliğe sahip Sarıkaya bölgesinde bulunan doğal am ormanlarında ölleşme riskinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çölleşme riskinin hesaplanmasında Akdeniz ülkeleri için geliştirilmiş olan Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME) sistemi kullanılmıştır. Çalışma alanı yaklaşık 500 ha olup alanda *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe var. *pallasiana* ve *Pinus sylvestris* L. türleri bulunmaktadır. Arazi gözlemleri sonucunda, çalışma alanında rastgele seçilen 258 noktada toprak örnekleme yapılmış ve DIS4ME tarafından öngörülen am ormanları için ölleşme etüt formu doldurularak her bir noktaya ilişkin ölleşme risk değeri hesaplanmıştır. Çalışma alanı için ölleşme risk değeri en düşük 0,36 ile “Risk Yok” en yüksek 3,63 ile “Orta Risk” olarak bulunmuştur. Çölleşme riski çalışma alanı içerisinde %61,91 varyasyon katsayısı ile yüksek değişkenlik göstermektedir. Nitekim alışma alanının 320,79 ha’lık (%64,72) kısmı risk yok, 160,36 ha’lık (%32,56) kısmı düşük risk ve 13,45 ha’lık (%2,72) kısmı ise orta risk sınıfındadır. Çölleşme riski ile toprak kalite göstergelerinden agregat stabilitesi arasında önemli bir negatif korelasyon ($r = -0,39$) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arazi Bozulumu, ölleşme göstergeleri, DIS4ME, Doğal am Ormanı

Modeling Desertification Risk in Semi-Arid Natural Pine Forests

Abstract

Desertification is among the biggest environmental problems on the global and regional scale. Especially in arid and semi-arid areas, land degradation and diminishing plant cover increase the importance of desertification. This study was carried out in order to determine desertification risk in natural pine forests in the semi-arid Sarıkaya region in Yapraklı District, 45 km to Çankırı city. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME) was used to calculate the desertification risk. The study area is about 500 ha and *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe var. *pallasiana* and *Pinus sylvestris* L. species naturally exist in the study area. Soil samples were taken from 258 randomly selected points in the study area and the desertification survey forms were filled to collect necessary input values for DIS4ME. The desertification risk values ranged from 0.36 to 3.63. Desertification risk was highly variable (CV=61.91%) in the study area. The results further showed that 64.72% (320.79 ha) of the study area has no risk, 32.56% (160.36 ha) had low risk and 2.72% (13.45 ha) had medium risk of desertification. A significant correlation was found between desertification risk values and soil structure stability values.

Keywords: DIS4ME, Desertification Indicators, Land Degradation, Natural Pine Forest

1. GİRİŞ

Çölleşme; özellikle kurak, yarı-kurak ve yarı nemli alanlar ile kuraklık sınıfı ne olursa olsun yarı-kurak subtropikal Akdeniz ikliminin egemen olduğu bölgelerde, iklimsel-ekolojik değişimler ile fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, kültürel ve ekonomik etmenlerin ve bu etmenler arasındaki ilişkilerin karmaşık etkileşimlerin oluşturduğu arazi bozulması veya üretkenliğin azalması sürecidir ((UNCCD, 1995; Türkeş, 2012). Kuraklık indis değerleri 0,05-0,65 arasında kalan kurak ve yarı-kurak alanlar

dünya üzerinde önemli bir yere sahiptir ve dünyanın % 34,7’sini kaplamaktadır (UNCCD, 2011).

Dünya üzerinde halen 900 milyon insan ve 100 ülke ölleşme ve kuraklık problemi ile karşı karşıyadır. İklimde meydana gelen değişiklikler, yağışların azalması, insan etkisinin artması, yanlış arazi kullanımı, aşırı ve bilinçsiz otlatma, orman alanlarının tahribatı sonucu toprak ve bitki örtüsünde meydana gelen bozulmalar kurak ve yarı-kurak alanlarda ölleşme sorununu artırmaktadır (Dregne, 1986). Son yıllarda artan küresel iklim değişikliği, mevcut bitki örtüsündeki azalmalar ve

*Bu çalışmada kullanılan verilerin bir bölümü 16-18 Eylül 2014 tarihlerinde Konya’da gerçekleştirilen ‘II. Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve ölleşme Sempozyumu’nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

arazi bozulmaları sonucunda çölleşme sürecinin önemli boyut kazanması, araştırmacıları çölleşmeye karşı gerekli tedbirlerin alınması ve mevcut çölleşme durumunun belirlenmesi hususunda çalışmalarına yönlendirmiştir.

Özellikle dünyada birçok ülkede araştırmacılar bölgesel olarak çölleşme durumu ve çölleşme göstergelerini incelemişlerdir (Brandt and Thornes, 1996; Dregne, 2002; Huang and Siegert, 2006; Brandt and Geeson, 2015). Yapılan çalışmalar içerisinde özellikle diğer çalışmalara da ışık tuttuğu ve araştırmacıları yönlendirdiği için Kosmas et al. (1999) tarafından hazırlanmış olan Akdeniz bölgesi arazi kullanımı ve çölleşme durumunun belirlendiği MEDALUS (Mediterranean Land Use and Desertification) projesi dikkat çekmektedir. Bu proje ile Akdeniz bölgesi için çölleşme riskinin belirlenmesine yönelik bir modelleme çalışması yapılmıştır.

Yapılan diğer önemli bir çalışma da Jane Brandth editörlüğünde MEDALUS projesi ile bağlantılı olarak Avrupa Ülkeleri için Çölleşme Göstergelerinin belirlendiği DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe) dir. Akdeniz ülkelerinde çölleşme durumunun belirlenmesi için tasarlanan DIS4ME sistemi yaklaşık olarak 150 çölleşme göstergesi üzerinden çalışmaktadır. Çölleşme göstergeleri Portekiz, İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi çölleşmenin etkili olduğu bölgelerde belirlenmiştir. Sistem içerisinde çölleşme göstergeleri ekolojik, ekonomik, sosyal ve kurumsal yönlerine göre kategorize edilmiştir. Fiziksel ve ekolojik göstergeler: iklim, su, yüzeysel akış, toprak, vejetasyon ve yangın; ekonomik ve sosyal göstergeler ise tarım, arazi yönetimi, arazi kullanımı, toprak işleme, çiftçilik, su kullanımı, turizm ve makro ekonomik göstergelerden oluşmaktadır (Desertlinks, 2004).

Çölleşme göstergelerinin alana özgü (topografya, toprak, iklim, bitki özelliklerinin yöresel olarak seçimi) seçilmesi, beraberinde risk durumunun ve dolayısıyla çölleşme eğiliminin daha net belirlenmesini sağlamaktadır. Böylelikle alan için risk durumuna ilişkin yapılan sınıflama sonucunda alınabilecek tedbirler daha güvenilir olacaktır. Nitekim Kosmas et al. (2006) Akdeniz'in kurak ve yarı-kurak alanlarında çölleşme için çevresel duyarlı alanlar (Environmentally Sensitive Areas ESAs) ile çölleşme göstergeleri üzerine yapmış oldukları çalışmada; çölleşme göstergelerinin arazi kullanım

tipine göre seçilmesi ile alanın çölleşme durumunun daha net ortaya konulacağını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, Akdeniz bölgesi ülkeleri için geliştirilmiş olan DIS4ME sistemi, yarı-kurak özelliğe sahip çalışma alanında çölleşme riskinin hesaplanmasında kullanılmış ve çölleşme riski ile toprak kalite göstergeleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

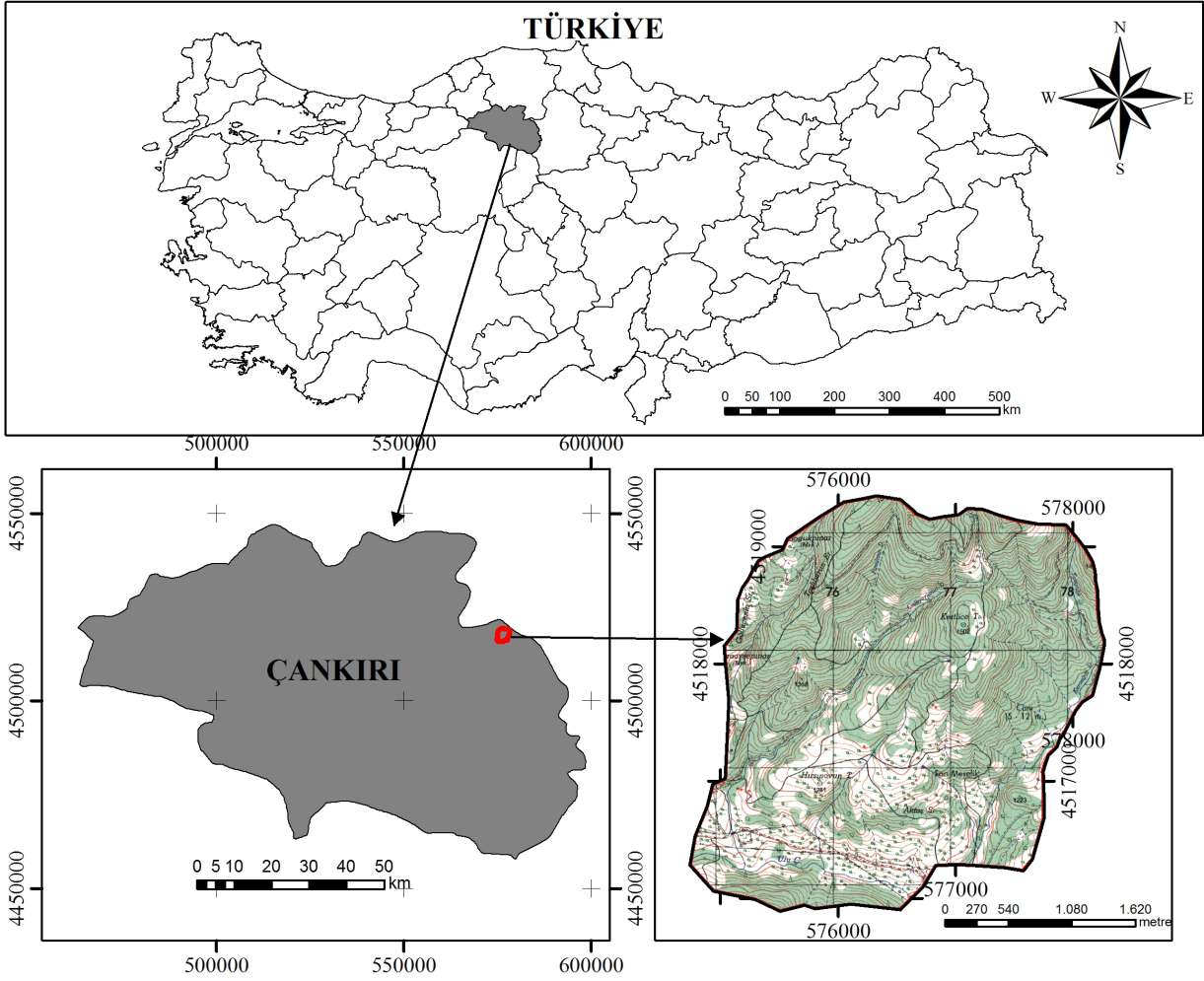
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

Çalışma, Çankırı iline yaklaşık 45 km mesafede, İç Anadolu bölgesinin orta Kızılırmak bölümünde yer alan Yapraklı ilçesine bağlı Sarıkaya Bölgesi'nde yürütülmüştür. Konum itibariyle 40° 45'-40° 52' Kuzey enlemleri ile 33° 37' - 33° 52' Doğu boylamları arasında bulunan çalışma alanı 1/25 000 ölçekli topografik haritada Çankırı- G31-b3 paftasında yer almaktadır (Şekil 1).

Çalışma alanının bulunduğu yükseklikte meteoroloji istasyonu bulunmadığı için Çankırı Meteoroloji İstasyonu'ndan (Anonim, 2014) alınan ortalama sıcaklık ve yağış değerlerine ilişkin veriler enterpole edilmiştir (Çepel, 1995; Kılınç ve ark., 2006). Enterpolasyon 750 m yükseklikten ortalama 1250 m yükseklik için yapılmıştır. Enterpolasyon sonucunda çalışma alanının ortalama sıcaklığı 9,0°C'dir. Aylık ortalama sıcaklıklar -1,8°C (Ocak) ile 20,3°C (Temmuz- Ağustos) arasında değişmektedir. Çalışma alanında sıcaklık sıfırın altına Ocak ve şubat aylarında düşmekte, Şubat ayından itibaren Ağustos ayına kadar artmaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 675 mm olup, en fazla yağış 89,8 mm ile Mayıs ayında, en az yağış ise 27,1 mm ile Eylül ayında düşmektedir.

Çalışma alanı jeolojik yapısını, ofiolitik seri ve bazaltlar oluşturmaktadır. Kuzeyden Ilgaz masifi yükseltisi ile sınırlanan bölgede Neojen iç denizinin çökelleri hâkimdir. Eosen ipresiyenin denizel gri marnları ile Oligosen kalın kızıl renkli konglomeralarla, Mioseevaporit serisi ile pliosen çakıldaşı-kumtaşı ile temsil edilen bölgede Oligosen çakıldaşı ilgi çekici kalmılık göstermektedir. Bölge Anatolitlerin kuzeyinde yer almakta olup, Kuzey Anadolu fayının güneyinde Ilgaz masifi ile İç Anadolu çöküntü sahası arasındadır. Bölge sık sık hareketlerin etkisinde kalmış olup büyük faylar oluşmuştur (Çalapkulu and Shadaydeh, 1967).



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası (Anonim 2013b, Yapraklı İlçesi 1/25000 lık Amenajman Haritası'ndan ArcGIS 10.3 kullanılarak hazırlanmıştır)

2.2 Toprak Örnekleme ve Analizler

Çankırı ili Yapraklı ilçesi Sarıkaya bölgesinde bulunan *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe var. *pallasiana* ve *Pinus sylvestris* L. türlerinin bulunduğu çam ormanlarında çölleşme riskinin modellenmesi amacıyla rastgele belirlenen 258 noktada örnekleme yapılmıştır (Şekil 2). Toprak örnekleme eş yükselti eğrilerine paralel yapılmış olup, örnekleme noktaları arasındaki minimum mesafe 200 metredir. Bu amaçla, belirlenen her bir noktadan toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 0-30 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri laboratuvarında kasalara serilerek hava kuru hale getirildikten sonra dövülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazırlanmıştır.

Toprak örneklerinde parçacık büyüklük dağılımı (tekstür) Bouyoucos Metoduna göre (Gee and Bauder, 1986), hacim ağırlığı silindir metoduna

göre (Blake and Hartge, 1986) agregat stabilitesi Islak Eleme Metoduyla (Kemper and Rosenau, 1986), toprak pH'sı (McLean, 1982) ve elektriksel iletkenlik (EC) cam elektrot ile (Rhoades, 1982) yapılmıştır.

2.3 Diğer Gözlemler

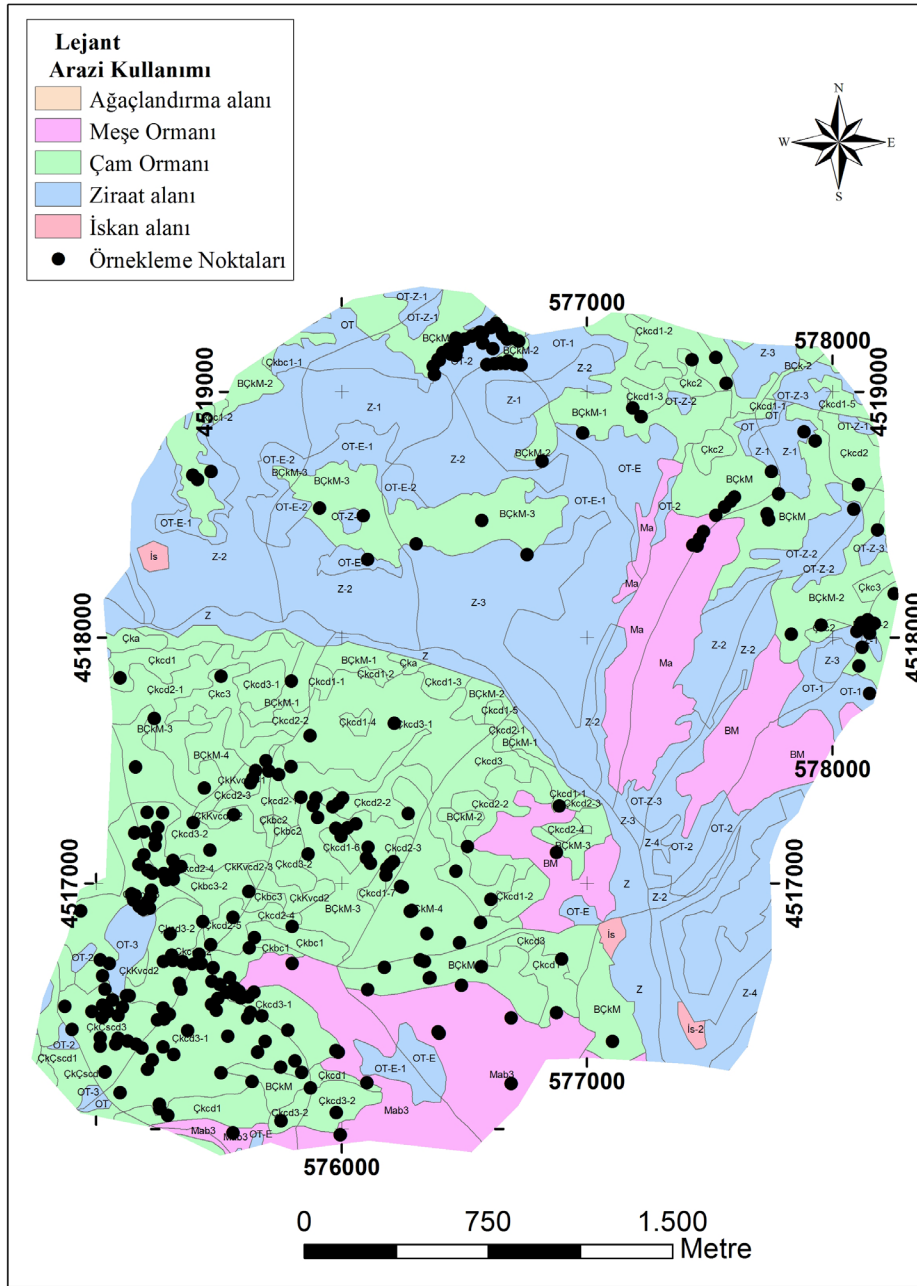
Çalışma kapsamında toprak örneklemesinin yapıldığı her bir noktada çölleşme risk değerlerine göre sınıflarının belirlenmesinde Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME) sisteminden yararlanılmıştır. DIS4ME sistemi 2004 yılında Jane Brandt editörlüğünde, bilim insanlarına, politikacılara ve çiftçilerinde dahil olduğu kullanıcılara Akdeniz'in Avrupa Ülkeleri için Çölleşme Göstergeleri hakkında geniş bir yelpaze de bilgi vermek amacıyla Desertlinks araştırma projesi kapsamında geliştirilmiştir. Proje ile çölleşmenin

nerelerde problem olduğunun tanımlanması, sorunun ne derece kritik olduğu ve çölleşme süreçlerinin daha iyi anlaşılması hedeflenmiştir. DIS4ME sisteminin temelini çoklu regresyon analizi oluşturmaktadır. Sistem çölleşme risk değerini bağımlı değişken, belirlenen bütün göstergeleri ise bağımsız değişken olarak kabul etmektedir (Desertlinks, 2004).

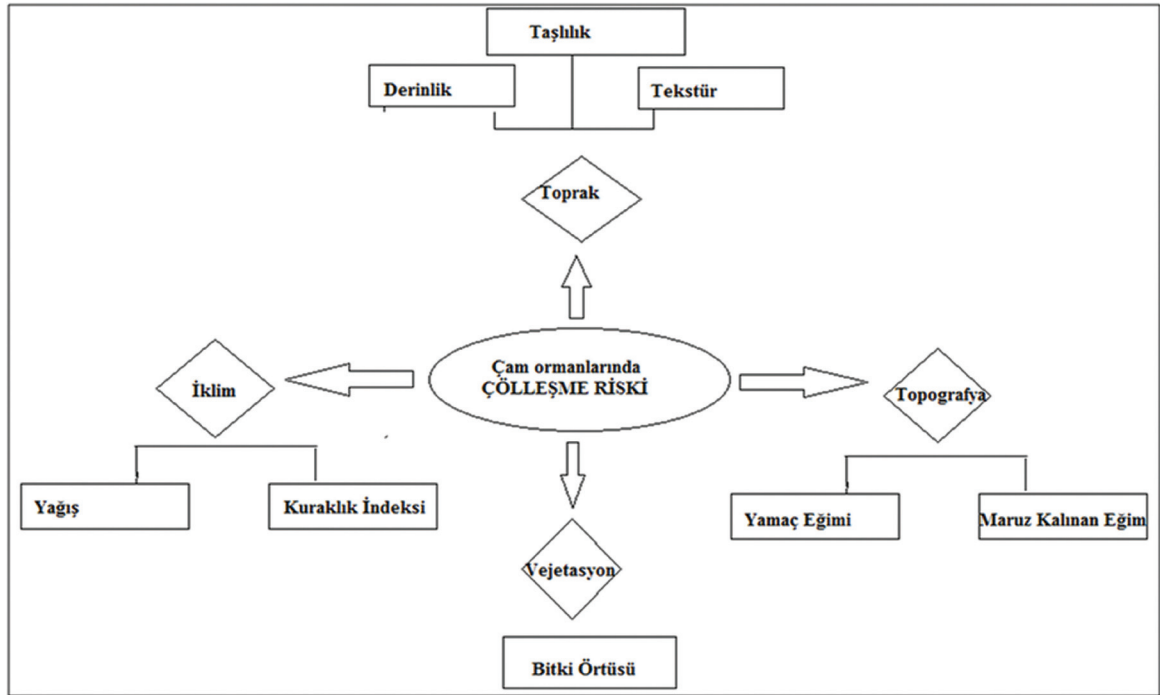
Çalışma alanında toprak örnekleme yapılan her bir noktada çölleşme risk değerine göre sınıfların belirlenmesinde kullanılmakta olan DIS4ME sistemi kapsamında; Çam Ormanları için belirlenen Şekil

1'deki algoritmada yer alan göstergeler kullanılmış ve her bir nokta için Çizelge 1 de yer alan çölleşme etüt formu doldurulmuştur.

Bu kapsamda DIS4ME tarafından kullanılan ana bileşenler (İklim, toprak, topografya ve yönetim karakteristikleri) ile çölleşme etüt formunda kullanılan alt bileşenler (Örn: İklim karakteristikleri ana bileşeni için Yağış, Kuraklık indeksi ve Bakı alt bileşenleri) ile ilgili seçilen göstergeler arazi kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanında bulunan çam ormanları için örnekleme noktaları (Anonim 2013b, Yapraklı İlçesi 1/25000 lik Amenajman Haritası'ndan ArcGIS 10.3 kullanılarak hazırlanmıştır)



Şekil 3. Çam Ormanları için Çölleşme Göstergeleri (Desertlinks, 2004)

Çizelge 1.Çam ormanları için örnek çölleşme etüt formu (Desertlinks, 2004)

Alan Numarası:	Tarih:	Çölleşme Riski:
Araştırmacı:	Yer:	
Yükseklik (m):	Enlem:	
Erozyon Derecesi:	Boylam:	
Mülkiyet ve Arazi Durumu	Mülkiyet Tipi	Özel/Kiralık/Diğer
	Alan Büyüklüğü (ha)	<1/1-5/5-10/10-30/30-50/50-100/>100
Şimdiki Arazi Kullanımı	Arazi Kullanım Tipi	Tarım/Mera/Çam Ormanı/Meşe Ormanı/Diğer
	Mevcut Arazi Kullanım Tipinin Oluşum Süreci	<1/1-5/5-10/10-20/30-50/>50
Önceki Arazi Kullanım Tipi	Arazi Kullanım Tipi	Tarım/Mera/Çayır/Orman/Maden/Diğer
	Toprak Derinliğı (cm)	<15/15-30/30-60/>60
	Eğim (%)	<6/6-18/18-35/>35
	Drenaj	İyi/Zayıf/Çok Zayıf
Toprak Özellikleri	Tekstür	Çok kaba/Kaba/Orta/İyi/Çok İyi
	Ana Materyal	Kireç Taşı/Kum Taşı/Marl/Kil/Konglomera/Alüvyal/Kolüvyal/Diğer
	Taşlılık (%)	<15/15-40/>40
İklim Özellikleri	Kuraklık İndeksi	<50/50-75/75-100/100-125/125-150/>150
	Bakı	KD, KB/GD, GB/Düzlük (Ova)

ÇDA: Çevresel Duyarlı Alan, KB: Kuzeybatı, KD: Kuzeydoğu, GB: Güneybatı, GD: Güneydoğu

2.4 Çölleşme Riskinin Hesaplanması

DIS4ME çam ormanlarında çölleşme riskinin hesaplanmasında birçoklu regresyon modeli olan Eşitlik 1'i kullanır. İlgili ekrandaki girdiler girilerek DIS4ME tarafından çölleşme riski hesaplanmış ve sınıflandırılmıştır.

$$\text{ÇR} = (7.94) - (0.56 \times \text{Bitki Örtüsü}) - (0.62 \times \text{Derinlik}) + (0.38 \times \text{Eğim Derecesi}) - (0.32 \times \text{Tekstür}) - (0.53 \times \text{Taşlılık}) - (2.26 \times \text{Yağış}) + (1.13 \times \text{Kuraklık indeksi}) + (0.65 \times \text{Bakı}) \quad (1)$$

Çölleşme riski (ÇR) hesaplanan değerler dikkate alınarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

- Risk yok: $\text{ÇR} < 1.49$
- Düşük Risk: $1.50 < \text{ÇR} < 2.49$
- Orta Risk: $2.50 < \text{ÇR} < 5.49$
- Yüksek Risk: $\text{ÇR} > 5.50$

Çalışma alanında yer alan çam ormanları için DIS4ME sistemi kullanılarak çölleşme

riski hesaplandıktan sonra çölleşme riskinin uzaysal değişikliği analiz edilerek çölleşme risk haritası oluşturulmuştur. Hesaplanan çölleşme risk değerlerinin uzaysal değişkenliğinin değerlendirilmesinde GS+ (7. Versiyon) paket programı kullanılmıştır (Gamma Design Software 2004). Uzaysal değişkenliğin analizinde semivaryogram oluşturulmuş, daha sonra çapraz değerlendirme yapılarak semivaryogramın geçerliliği test edilmiştir ve en son krigleme yapılarak örnekleme yapılmayan noktalarda çölleşme riskinin tahmin edilmesi sağlanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanında 258 gözlem noktasında toprak özellikleri ve diğer bazı çölleşme göstergelerine ilişkin hesaplanan tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2' de verilmiştir. Çalışma alanı toprakları geneli Kumlu Killi Balçık (KuKB), Killi Balçık (KB) ve Kil (K) özellik gösteren orta ve ağır bünyeli topraklardır.

Çizelge 2. Çölleşme riski ile topografya, toprak ve bitki özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (n=258).

Parametreler	Min.	Mak.	A.O.	Std. Sap.	VK (%)
ÇR	0,08	3,63	1,16	0,72	61,91
BÖ (%)	5,00	100,00	61,17	29,35	47,98
TD (cm)	22,00	80,00	34,47	6,00	17,39
Kum (%)	14,00	69,00	37,51	9,27	24,73
Kil (%)	21,00	61,00	38,41	7,54	19,63
Toz (%)	7,00	42,00	24,30	5,80	23,87
HA (g.cm ⁻³)	0,80	1,87	1,17	0,26	21,81
pH (1/5 toprak/su)	4,54	7,69	5,84	0,70	11,90
EC (dS/m)	0,01	0,84	0,10	0,09	91,53
CaCO ₃ (%)	0,88	57,06	5,01	9,68	193,35
TOM (%)	0,08	21,65	6,27	4,21	67,12
AS (%)	13,57	94,31	70,92	10,20	14,38

ÇR: Çölleşme Riski; BÖ: Bitki Örtüsü; TD: Toprak Derinliği; EC: Elektriksel İletkenlik; HA: Hacim Ağırlığı; AS: Agregat Stabilitesi, Min: Minimum, Mak: Maksimum, AO: Aritmetik Ortalama, Std. Sap: Standart Sapma, VK: Varyasyon katsayısı, Çar: Çarpıklık

Hacim ağırlığı, bitki örtüsü ve ölü örtü tabakasına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. En düşük (0,80 g/cm³) ölü örtü tabakasının fazla ayrıştığı noktalarda ve en yüksek (1,87 g/cm³) ile bitki örtüsünün nispeten azaldığı, topraktaki kil içeriğinin arttığı (toprak tekstür sınıfları bakımından Kil sınıfında yer alan) ve sıkışmanın olduğu noktalarda

belirlenmiştir. Ancak çalışma alanı toprakları hacim ağırlığı bakımından genel olarak incelendiğinde ortalama 1,17 g/cm³'dür. Hacim ağırlığı açısından, çalışma alanı toprakları bitki gelişimi için uygundur.

Toprak özellikleri arasında en fazla değişkenliği CaCO₃ gösterirken, pH en düşük 4,54 ile kuvvetli

asidik en yüksek 7,69 ile hafif alkalın özellik göstermekte ve çalışılan toprak özellikleri içerisinde en düşük değişkenliğe sahiptir. Asidik toprak karakterleri ölü örtü ayrışmasını olumlu yönde etkilemektedir (Ritchie and Dolling, 1995; Bot and Benites, 2005). Bu kapsamda çalışma alanında pH içeriğinin 4,54 olduğu noktada %18,20 ile yüksek toprak organik madde içeriği hesaplanmıştır. Kireç içeriğinin değişkenliğinin yüksek olmasının ana materyalden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma alanı içerisinde tespit edilen ana materyaller; kalker, kum taşı, kumlu kil taşı, kil taşı ve kireç taşıdır. Karbonatlı ana materyallerden olan kireçtaşı ve kalkerler kimyasal bileşiminde yüksek oranda kalsiyum karbonat (CaCO₃) içermektedir (Yüçetürk, 2010). Kireçtaşı ve kalker ana materyallerinin bu özelliği dikkate alındığında, özellikle ana kayanın yüzeye çıktığı kısımlarda ve toprak derinliğinin az olduğu alanlarda toprağa yapılan müdahaleler sonucu ana materyalin parçalanarak toprak özelliklerinin

Çizelge 3. Çam ormanlarında çölleşme riski dağılımı

Arazi Kullanım Türü	Parametreler	En Küçük	En Büyük	A.O.	S.S.	Var.	Çar.	Bas.	VK (%)
Çam (n=258)	Çölleşme Riski	0,08	3,63	1,16	0,718	0,516	0,372	-0,383	61,908

Çizelge 4. Çam ormanlarında çölleşme riski (ÇR: Çölleşme Riski)

Risk Sınıfı	Sınıf Aralığı	Çam Ormanları	
		Kapladığı Alan (ha)	Yüzdesi (%)
Risk Yok	ÇR<1,49	320,79	64,72
Düşük Risk	1,50<ÇR<2,49	161,36	32,56
Orta Risk	2,50<ÇR<5,49	13,45	2,72
Yüksek Risk	ÇR>5,50	-	-
TOPLAM		495,60	100,00

değişmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Çalışma alanı topraklarında agregat stabilitesi %13,57 ve %94,31 arasında değişmekte ve ortalama %71 olduğu belirlenmiş olup, bu değerin oldukça iyi olduğu söylenebilir. Toprakta agregatlaşma ve suya dayanıklı agregatların fazla olması, toprak erozyonunu ve beraberinde çölleşmeyi engellemektedir. Nitekim Dinel et al. (1991), toprakta suya dayanıklı agregatların fazla olmasının toprak bozulmasında ana etkenlerden biri olan erozyonun azalmasına neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Lal (1990), erozyona karşı direncin göstergesi olan agregat stabilitesinin floristik kompozisyonda bitki örtüsünün artmasıyla ve artan kök biyomasiyle doğrusal ilişki gösterdiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda toprak agregat stabilite indeksi ile çölleşme riski arasında önemli negatif bir ilişki (r = -0,39) bulunmuş olup bu, modele girdi olarak kullanılan göstergelerin nispeten isabetli seçildiğini göstermektedir. Ancak, modelleme sonuçlarının doğruluk ve güvenilirliğinin artırılması için yeni indisler keşfedilmeli ve bu indislerin geçerliliği bağımsız değişkenler kullanılarak test edilmelidir.

3.1. Çam Ormanlarında Çölleşme Riski

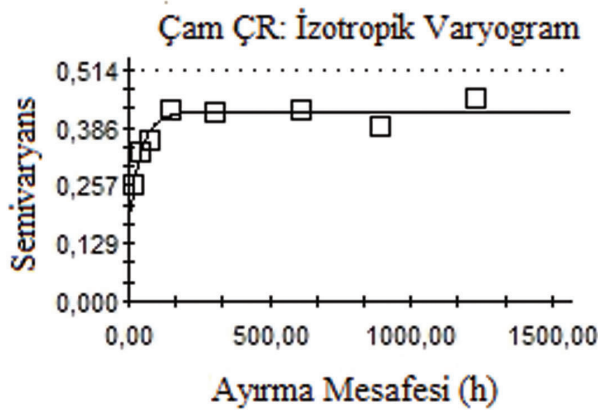
DIS4ME sistemi tarafından öngörülen çölleşme kriter ve göstergeleri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda çalışma alanında çam ormanları için çölleşme riski en düşük 0,08 ile risk yok ve en yüksek 3,63 ile orta risk olarak sınıflandırılmış ve alan genelinde de risk yok, düşük risk ve orta risk sınıfında değerler almıştır (Çizelge 3). Çam ormanlarının 320,79 ha'lık (%64,72) kısmı risk yok, 160,36 ha'lık (%32,56) kısmı düşük risk ve 13,45 ha'lık (%2,72) kısmı ise orta risk sınıfındadır (Çizelge 4). İncelenen örnekleme alanlarının büyük bir kısmı risk yok ve düşük risk sınıfında yer almaktadır. Bu kapsamda çalışma alanı içerisinde yer alan çam ormanlarının yaklaşık %97 lik kısmının (risk yok ve düşük risk) çölleşme süreçlerinden fazla etkilenmediği görülmektedir.

Çam ormanlarında gerek DIS4ME sistemi gerekse arazi gözlemleri ile elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda çalışma alanında çölleşme riskini etkileyen ana risk faktörleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir. Tespit edilen

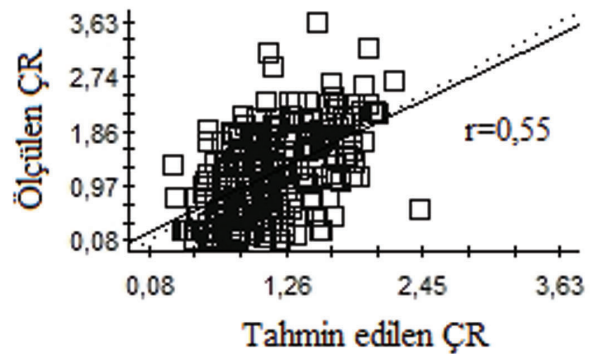
bu risk faktörlerinin, tek tek ya da birlikte çalışma alanında çölleşme riskinin değişimine neden olduğu belirlenmiştir.

- Yangın riskinin çok yüksek olduğu, düşük bitki örtüsüne sahip vejetasyon yapısı,
- Çok sığ toprak,
- Çok dik yamaçlarda sığ topraklar,
- Taşlılığın düşük, toprak kil içeriğinin yüksek olması,
- Aşırı eğim.

3.2. Çam Ormanlarında Çölleşme Riskinin Uzaysal Değişkenliği



Çam ormanlarında DIS4ME sistemi kullanılarak hesaplanan çölleşme riski değerlerinin uzaysal değişkenliğinin belirlenmesinde ilk olarak semivaryogram analizi yapılmış, semivaryogram için aktif lag mesafesi 1500 m ve lag aralıkları 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1000, 2000 ve 3000 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun model üssel (Şekil 4a) olup semivaryogramın uygunluğu çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiştir (Şekil 4b). Teorik semivaryograma ilişkin hesaplanan parametreler Çizelge 5’ de verilmiştir.



Şekil 4. Çam ormanlarında çölleşme riski (ÇR) için isotropik variogram parametreleri (a) ve çapraz değerlendirme (b) sonuçları

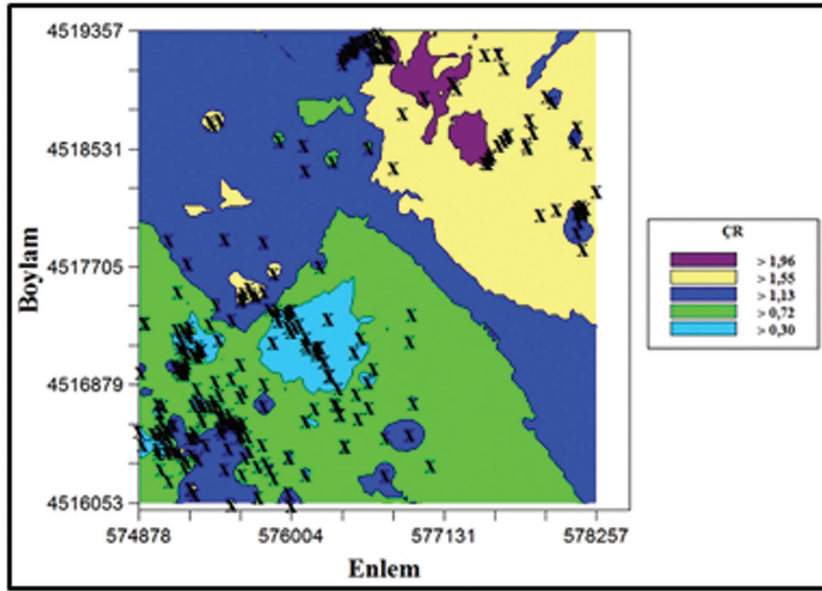
Çizelge 5. Çam ormanlarında çölleşme riski için isotropik variogram parametreleri

Model	Co (Nugget)	Co+C (Sill)	A (m) (Range)	R ²	RSS
Üssel	0,18210	0,42220	135,00	0,910	0,0275

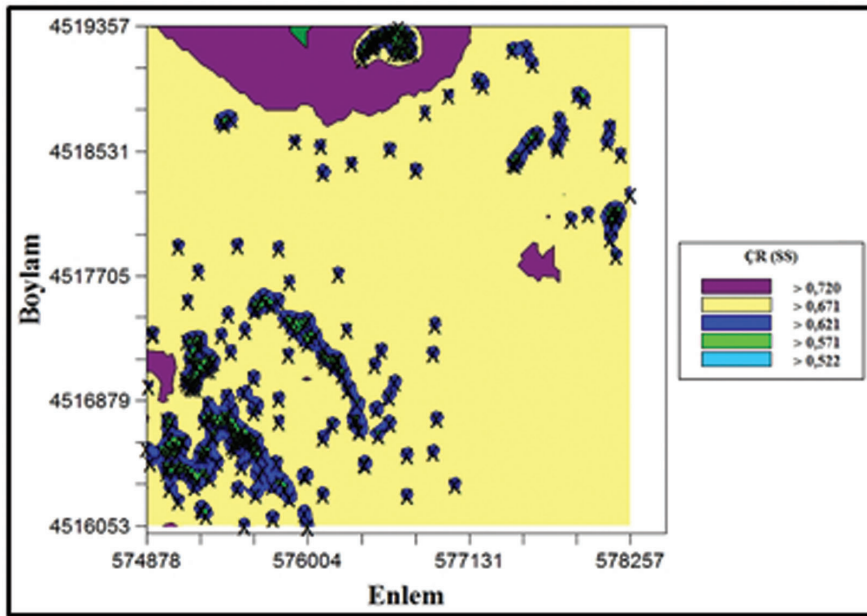
A: Range (m), C: Yapısal semivaryans, Co: Külçe (nugget) varyans, R²=regresyon Katsayısı, RSS: Hata Kareler Toplamı

Çapraz değerlendirmede tahmin edilen ve ölçülen değerler arasında %55 benzerlik olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4b). Mevcut örnekleme yoğunluğunda elde edilen range değeri 135 m olup, bu mesafe aralığına düşen çölleşme göstergesi değerleri uzaysal olarak bağımlıdır. Çölleşme göstergesinin kriglenmesinde kullanılan komşu veri sayısı 16 ile sınırlandırılmıştır. Çölleşme riskinin çam ormanlarında uzaysal bağımlılığı orta düzeydedir (nugget etkisi=%43,13) (Camberdella et al., 1994; Erşahin, 1999).

Semivaryogram parametreleri dikkate alınarak yapılan nokta krigleme analizi sonucunda hesaplanan çölleşme risk değerlerinin dağılım desenleri (Şekil 5) incelendiğinde, çalışma alanının güney ve güneybatı bölgelerinde çam ormanlarının daha yoğun bulunduğu kısımlarda daha düşük değerlere ulaştığı görülmektedir. Çölleşme riski krigleme tahmin haritası (Şekil 6) tahminin haritanın sol üst köşesine düşen alanlarda diğer bölgelere nazaran daha az başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Çam ormanlarında nokta krigeleme ile tahmin edilen çölleşme riski değerlerinin uzaysal değişim deseni



Şekil 6. Çam ormanlarında çölleşme riski krigeleme standart sapma değerlerinin uzaysal değişim deseni

Çalışma alanında bulunan çam ormanları doğal ormanlar olup, 30-40 yaşındaki bireylerden oluşmaktadır. Vejetasyon kalite indeksi özelliklerinden bitki kapalılığı, bitki örtüsü tipi ve erozyondan korumaya etki eden TOM, EC ve pH gibi toprak özellikleri, bu alanlarda iyi olduğu için çölleşme riski düşük hesaplanmıştır. Nitekim Gonzalez (2001), ormanların toprak erozyon kontrolü, yağışların depolanması, karbon bağlama ve bitki ve hayvan türleri için habitat oluşumu da dahil olmak üzere çok sayıda ekosistem hizmetlerini sağlaması nedeniyle çölleşme ve iklim değişikliğine

karşı kendi savunma mekanizmaları olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, doğal ormanlarda bulunan vejetasyon örtüsü, buna bağlı olarak toprakların ölü örtü ve TOM içeriklerinin fazla olması otlama baskısının bu alanlarda hemen hemen hiç olmayışı, ormanlık alanların çölleşmeden daha az etkilenmesine neden olmuştur.

Elde edilen bu sonuçlar dikkate alındığında, çalışma alanı gibi çölleşme tehdidi altında bulunan bölgelerde özellikle örnekleme yapılamayan alanlarda çölleşme riskinin tahmininde CBS-jeostatistiksel yöntemler kullanılarak tahminlerin

yapılması ve sürdürülebilir arazi kullanımı bakımından çölleşmeye karşı tedbirler alınırken, alanın özelliklerini en iyi şekilde yansıtabilecek yüzey haritalarının yapılması önemlilik arz etmektedir.

4. SONUÇ

Çam ormanlarında çölleşme riskinin hesaplanması amacıyla yapılan bu çalışma birinci yazarın doktora tez projesinin bir bölümünü oluşturmaktadır. DIS4ME metodolojisinde her bir çölleşme gösterge sınıfı için puanlama yapılmıştır. Bu durum da sınıflara puan atamasında uzman görüşüne gereksinim duyulmaktadır. Sistem kendi içinde incelendiğinde, verilerin hemen kullanımını mümkün kılan bir formda değildir. Bu nedenle uygun bir şekilde bunu sınıflandırmak için mevcut bilgileri değerlendirmek gerekir. Sistem sonucunda elde edilen çölleşme risk değerini, sınıflar ile ilişkilendirmek ve aynı zamanda sınıf aralıklarının seçiminin dikkatli yapılması nihai sonucun elde edilmesi, aynı şekilde basit hesaplamaya dayalı model veri girişinde incelenecek olan çalışma alanı hakkında derinlemesine bir bilgiye sahip uzman katkısı gerekmektedir. Metodolojisinde bazı bilgilerin değiştirilmesi veya yeni bilgilerin eklenmesi ve bu bilgilerin arazi gözlemleri ile doğrulanması sonucunda DIS4ME sisteminin çalışma alanı ile benzer özelliklere sahip alanlarda kullanılıp kullanılmayacağı hakkında bilgi edinilebilir. Çankırı ili Yapraklı ilçesi Sarıkaya bölgesinde yapılan arazi gözlemleri ve modelleme sonucunda alanın çölleşme riski “düşük” ve “orta” olarak sınıflandırılmıştır. Çölleşme riski çalışma alanı genelinde düşük ve orta özellik göstermiş olsa da, bu riskin özellikle orta olarak belirlendiği noktalarda sürdürülebilir arazi kullanımı için gerekli koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir. Çölleşmenin değerlendirilmesinde çölleşme kriter ve göstergelerinin seçimi son derece önemlidir. Benzer çalışmaların farklı iklim, arazi kullanımı, sosyo-ekonomik ve coğrafik koşullarda yapılmasının ülkemize özgü çölleşme kriter ve göstergelerinin belirlenmesini kolaylaştıracaktır.

Teşekkür: Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar ve Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olan 2012/20 numaralı Doktora Tez Projesinden hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. Çankırı Meteoroloji Bülteni. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Blake, G., Hartge, K., 1986. Bulk density. In, Methods of Soil Analysis: Part I. Editör: Klute, A. American Society of Agronomy Monograph 9, Madison, pp. 363-375.
- Brandt, C.J., Thornes, J.B., 1996. Mediterranean desertification and land use. Chichester: Wiley & Sons.
- Brandt, J., Geeson, N., 2015. Desertification indicator system for Mediterranean Europe: Science, stakeholders and public dissemination of research results. Monitoring and Modelling Dynamic Environments, 121.
- Bot, A., Benites, J., 2005. The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production. Food & Agriculture Org.
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. and Konopka, A.E., 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Science Society of America Journal (58), 1501-1511.
- Çalaplı, F., Shadaydeh, M.W., 1967. Çankırı-G31-d2 ve Çankırı-G31-c1 ve Çankırı G31-c2 Paftaları Jeolojisi. İnceleme tarihi: 6.8.1967/27.11.1967 MTA. Ankara.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İÜ Orman Fak. Yayınları, İÜY.
- Desertlinks, 2004. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe. http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/indicator_system/index.htm.
- Dinel, H., Mehuys, G., Levesque, M., 1991. Influence of Humic and Fibric Materials on The Aggregation and Aggregate Stability of A Lacustrine Silty Clay. Soil Science 151, 146-158.
- Dregne, H., 1986. Desertification of arid lands. In, Physics of desertification. Springer, pp. 4-34.
- Dregne, H.E., 2002. Land degradation in the drylands. Arid land research and management 16, 99-132.
- Erşahin, S. 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 13 (19), 34-41.
- Gamma Design Software. 2004. GS+; Geostatistics for the Environmental Sciences, Version 7.0. Plainwell, Michigan, United States, Gamma Design Software.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods, 383-411.
- Gonzalez, P. 2001. Desertification and a shift of forest species in the West African Sahel. Climate Research, 17(2), 217-228.

Huang, S., Siegert, F., 2006. Land cover classification optimized to detect areas at risk of desertification in North China based on SPOT VEGETATION imagery. *Journal of Arid Environments* 67, 308-327.

Kemper, W., Rosenau, R., 1986. Aggregate stability and size distribution. In 'Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods'.(Ed. A. Klute.) pp. 425-442. Soil Science Society of America: Madison, Wisconsin, USA.

Kılınç, M., Kutbay, H., Yalçın, E., Bilgin, A., 2006. Bitki ekolojisi ve bitki sosyolojisi uygulamaları. Palme yayıncılık, Ankara.

Kosmas, C., Ferrara, A., Briassoulis, H., Imeson, A., 1999. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification. The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Edited by: C. Kosmas, M. Kirkby, N. Geeson. European Union 18882, 31-47.

Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., Kosma, D., Yassoglou, N., 2006. Environmentally sensitive areas and indicators of desertification. In, *Desertification in the Mediterranean region. A security issue*. Springer, pp. 525-547.

Lal, R., 1990. Soil erosion and land degradation: the global risks. In, *Advances in soil science*. Springer, pp. 129-172.

McLean, E., 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, 199-224.

Rhoades, J., 1982. Soluble salts. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. 2*, 167-178.

Ritchie, G., Dolling, P., 1985. The role of organic matter in soil acidification. *Soil Research* 23, 569-576.

Türkeş, M., 2012. Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin Ayrıntılı Bir Çözümlemesi. *Avrupa Araştırmaları Dergisi* 20, 7-55.

UNCCD, 1995. The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. Text with Annexes, UNEP, Geneva.

UNCCD, 2011. *Desertification: A Visual Synthesis*. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Geneva: Zoi Environment Network.

Yücetürk, G., 2010. Yapay Mermerde Kullanılan Kuvars Ve Kalsit Minerallerinin Fiziko-Meknik Özellikleri. *SDU International Journal of Technological Science* 2.

Bozalan ve ubuk Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ağaçları İçin Gövde Çapı Denklemlerinin Farklı Oto regresif Modelleme Yaklaşımları İle Geliştirilmesi

İlker ERCANLI^{1*}, Muammer ŐENYURT¹

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar: ilkerercanli@karatekin.edu.tr

Öz

Ağaçlardan elde edilebilecek odun çeşitlerine ilişkin ayrıntılı tahminler sunan gövde çapı denklemleri, ormancılık uygulamalarında için büyük bir önem arz etmektedir. Bu ayrıntılı tahminler, orman amenajman planları ve diğer birçok ormancılık uygulamasına çok önemli ve değerli bilgiler sağlamaktadır. Bu çalışmada, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Kızılcahamam Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Bozalan Orman İşletme Şefliği ile Ankara Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Çubuk Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Sarıçam ağaçları için gövde çapı denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı çap ve boylarda olmak üzere 117 ağaçta gövde boyunca çaplar ölçülmüştür. Ölçülen bu veriler kullanılarak, Doğrusal olmayan regresyon analizi ile Jiang et al. (2005)'in gövde çapı denklemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu denkleme ait Durbin-Watson katsayısı, 1.0938 olarak elde edilmiştir. Gövde çapı tahminlerinde belirgin olan Otokorelasyon problemini gidermek üzere; Jiang et al. (2005) denklemlerinin parametreleri ayrıca, AR(1), AR(2), AR(3), MA(1), MA(2) ve MA(3) gibi çeşitli oto regresif parametre tahmin yöntemleri ile de tahmin edilmiş ve başarı durumları karşılaştırılmıştır. Durbin-watson değeri ve testine göre yapılan karşılaştırmada; otokorelasyon probleminin olmadığına ilişkin Ho hipotezinin kabulünü sağlayan ve 2.0152'lik Durbin-Watson değeri ve 0.9751'lik belirtme katsayısına sahip MA(3) Oto regresif parametre tahmin yöntemi, en başarılı yöntem olarak belirlenmiştir. Ülkemizde Sarıçam'ın yayılış gösterdiği diğer alanlar için daha ayrıntılı ve doğru sonuçlar verebilecek gövde denklemlerinin geliştirilmesi, bu alanlardaki ormanların işletilmesine önemli katkılar sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Otokorelasyon, Gövde Çapı Denklemleri, Oto regresif Modelleme, Sarıçam

Developing Tree Taper Equations By Using Different Autoregressive Modeling Approaches For Scots Pine Stands (*Pinus sylvestris* L.) in Bozalan and Çubuk Forests

Abstract

Tree taper equations that can provide the predictions for the detailed volume predictions for timber assortments are important to forest activities. These detailed predictions ensure important and valuable information for forest management and other forest applications. In this study, it is aiming to develop tree taper equations for scots pine stands located in Bozalan Planning Unit, Kızılcahamam Forest Enterprise and Çubuk Planning Unit, Ankara Forest Enterprise in Ankara Forest District Directorate. For this purpose, tree stem diameter along trees were obtained from 117 sample trees sampled with various diameter and heights. Using these measurement data, tree taper equation of Jiang et. al. (2005) was developed by using Nonlinear Regression Analysis. The value of Durbin-Watson is 1.0938 for this developed tree taper equation. To solve Autocorrelation problem prevailing in this developed taper equation, the parameters of tree taper equation of Jiang et. al. (2005) were predicted by using some autoregressive fitting procedures such as AR(1), AR(2), AR(3), MA(1), MA(2) ve MA(3) and the prediction success of these procedures compared. Based on the comparison including Durbin-Watson value and test, MA(3) autoregressive fitting procedure which allows the acceptance of the Ho hypothesis that there is no autocorrelation problem with the Durbin-Watson value of 2.0152 produced the most satisfactory predictive results than other procedures. In Turkey, the development of the tree equations to obtain the detailed volume predictions for other scots pine's distribution areas will provide important contributions to develop comprehensive framework in forest management.

Keywords: DIS4ME, Desertification Indicators, Land Degradation, Natural Pine Forest

1. GİRİŞ

Ormanların planlamasında; planlamaya konu orman alanına ilişkin alansal veriler ile aĐaē servetine ve odun dışı őrınlerine ilişkin sayısal veriler, en önemli temel altlıklardandır (Eraslan ve Kalıpsız, 1967). Meşcere dinamiğinin bir bileşeni olarak meşcere hacmine ve meŐcereden elde edilebilecek odun ēeŐitlerine ilişkin miktarların bilinmesi, orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi aēısından büyük bir önem arz etmektedir. Őlkemiz ormancılık uygulamalarında aĐaēlara ilişkin hacim tahminleri; pratik bir yöntem olarak yaygın bir biēimde kullanılan ve dikili aĐaēların ēeŐitli boyutlarının bir fonksiyonu olarak hacim değerlerini veren AĐaē Hacim Tabloları ile elde edilmektedir (Kalıpsız, 1984). AĐaē hacim denklemleri; tek aĐaēların toplam gövde hacimlerine ilişkin tahminler sunarken, aĐaē gövdelerinden üretilebilecek tomruk, maden direği ve sanayi odunu gibi odun ēeŐitlerinin miktarları konusunda ayrıntılı tahminler sunamamaktadırlar (Yavuz, 1995; Sakıcı, 2002; Őzēelik ve ark., 2012). Bununla birlikte, aĐaēlardan elde edilebilecek odun ēeŐitlerine ilişkin ayrıntılı hacim tahminlerine imkân sağlayabilecek yöntemlere ihtiyaē bulunmaktadır (Yavuz ve SaraēoĐlu, 1999; Yavuz ve Sakıcı, 2002).

Ormancılıkta, tek aĐaēlara ilişkin ayrıntılı hacim tahminlerinin elde edilmesinde, gövde ēapı denklemleri (Stem taper equations) kullanılmaktadır (Yavuz, 1995; Yavuz ve SaraēoĐlu, 1999; Sakıcı, 2002). Ormancılıkta, gövde ēapı denklemleri kullanımı ile bir aĐaētan elde edilebilecek ēeŐitli őrınlerin (tomruk, maden direği, tel direği vb.) tahmini elde edilebilecek olup, bu bakımdan ormancılık planlaması iēin çok önemli ve değerli bilgiler sağlanmış olacaktır. ēünkü gövde ēapı denklemleri ile; (i) herhangi bir yükseklikteki gövde ēapı, (ii) herhangi bir gövde ēapının hangi yükseklikte olduğu, (iii) ticari (satılabilir) gövde hacmi, (iv) toplam gövde hacmi, (v) bir gövdeden elde edilebilecek tüm odun ēeŐitlerinin hacmi, (vi) gövde üzerinde herhangi iki yükseklik arasındaki gövde bölümünün hacmi, (vii) gövde üzerinde herhangi iki ēap arasındaki gövde bölümüne ilişkin hacmi gibi ayrıntılı tahminler elde edilebilmektedir (Kozak, 2004; Őzēelik ve Alkan, 2011; Őzēelik ve ark., 2012).

Gövde ēapı denklemleri geliŐtirilme sürecinde, farklı ēap ve boylarda olmak üzere örneklenen tek

aĐaēların farklı gövde yüksekliklerindeki ēaplar ölçülmekte, farklı gövde geliŐimlerine sahip aĐaēlardan çoklu ölçümler ile elde edilen bu ölçümler, bir veri havuzunda bir araya getirilmektedir. Bu Őekildeki veri yapıları, “hiyerarŐik iliŐkili verilerin” ve bu verilerde söz konusu olabilecek “otokorelasyon problemi” adı verilen, bir aĐaētaki ölçümlerin birbiri ile iliŐkili olduğu (gövde üzerinde herhangi bir yükseklikte ölçülen ēap değerinin, gövde üzerinde devam eden yüksekliklerdeki ēap değeri üzerinde etkili olması) durumların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Regresyon analizinin temel varsayımlarından birisi olan otokorelasyon problemi, her bir aĐaēın gövdesi üzerinde herhangi bir noktada yapılan ölçümün, bir sonraki ölçüm noktasında elde edilecek ēap değerine olan etkisinin aĐaētan aĐaēa deĐiŐmesi ile belirginleŐmektedir. Gerēekte bu durum, ormancılıkta elde edilen verilerin yapısı bakımından olağan ve beklenen bir durum olmasına karşın; verilen modellenmesinde istatistik biliminin bir konusu olan regresyon analizinin kullanımı ile otokorelasyon problemi ortaya çıkmaktadır. Denklemlerin parametrelerinin tahmin edilmesi aşamasında, otokorelasyon probleminin bir sonucu olarak; gövde ēapı değerlerinde modellenemeyen bir değişkenliğin meydana gelmesi ve gövde ēapı denklemlerine ilişkin parametrelerin güven aralıklarının sistematik bir hata ile tahmin edilmesi gibi model sonuçlarının güvenilirliğine ilişkin olumsuzlar meydana gelebilmektedir (Gregoire et. al., 1995; Searle ve ark., 1992; İyit ve ark., 2006; Doğanay, 2007). Bu bakımdan, verilerin bağımsızlığı varsayımının sağlanamadığı ve veriler arasında otokorelasyon probleminin olduğu hiyerarŐik veri yapılarında; varyans-kovaryans matris yapısını esas alarak verilerin birbiri ile iliŐkili olmasının tahminlere etkisinin en aza indirecek Şekilde parametre tahminler sunan “Otoregresif Parametre Tahmin YaklaŐımlarının kullanımı öne çıkmaktadır (Diēiguez-Aranda et. al., 2005; Diēiguez-Aranda et. al., 2006; Nord-Larsen, 2006; Adame et. al., 2006; Bravo-Oviedo et. al., 2007; Cieszewski et. al., 2007; Cieszewski and Strub, 2008).

Bu ēalıŐmada, Bozalan ve ēubuk yöresi Sarıēam aĐaēlarında gövde ēapı denklemlerinin geliŐtirilmesinde söz konusu olabilecek otokorelasyon probleminin giderilmesinde farklı AR(1), AR(2), AR(3), MA(1), MA(2), MA(3) gibi ēeŐitli otoregresif parametre tahmin teknikleri ile Gövde ēapı denkleminin geliştirilmesi ve bu ēeŐitli

otoregresif modelleme yaklaşımlarının tahmin başarılılıklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

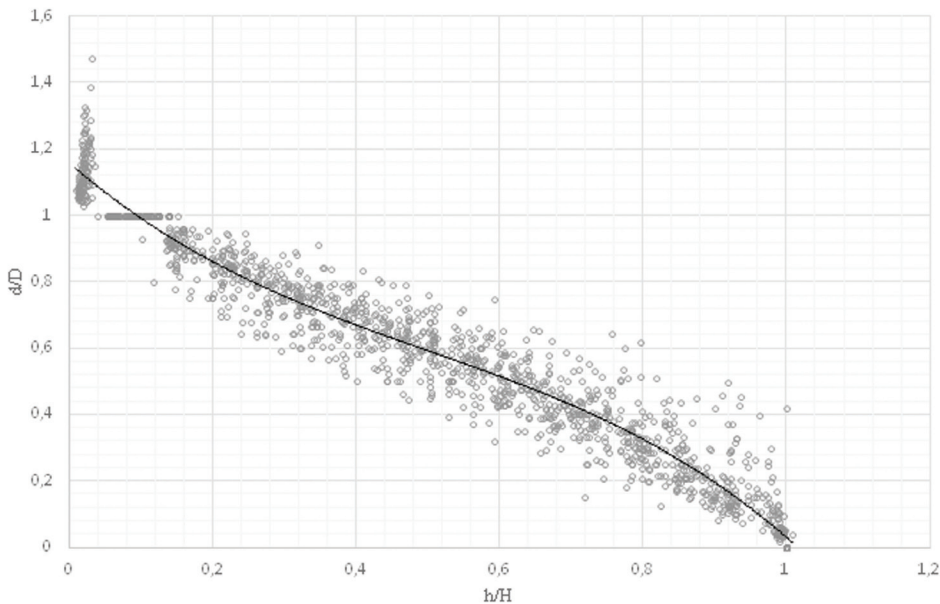
Bu çalışmada, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Kızılçahamam Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Bozalan Orman İşletme Şefliği ile Ankara Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Çubuk Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Sarıçam meşcerelerinden kesilen 117 adet örnek ağaçtan elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışma alanından elde edilen örnek ağaçlar, çalışma alanında gözlemlenen hacim gelişimindeki değişkenliği en iyi temsil edecek Şekilde farklı çap ve boylarda olmasına dikkat edilerek seçilmiştir. Özellikle, alınan örnek ağaçların; bozuk tepeli, kusurlu (tepe kırıklığı, çatalılık, kurumuş) olmamasına, böcek tahribatına uğramamış, mantar zararı ve özellikle çeşitli nedenlerle yaralanıp dip çürüklüğü olmayan bir

özellik taşımına özen gösterilmiştir.

Çalışma kapsamındaki örnek ağaçlar, dip kütük yüksekliğinden (0.3 m) kestirilerek, ilk olarak kesilen kısım olan 0.3 metrede çap ölçülmüş sonra, Őerit metre 1 metre çekilerek 1.3 metrede çap ölçölüp, daha sonra Őerit metre 2 metre çekilip 3.3 metrede çap ölçölerek ve bu noktadan itibaren 5.3, 7.3, 9.3 metrelerde 2'Őer metre ara ile mümkün olduğunca düzenli bir Şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ağaçların toplam boy değerleri de çelik Őerit metre ile ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan bu 117 adet örnek ağaçta, toplam 1571 adet çap ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler yapılırken, eğer ağaç gövdesi daire biçimli olmayıp bozuk Őekilli ise; gövde kesitine dik iki yönde çap ölçümü alınıp, iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Tablo 1'de, örnek ağaçlara ilişkin bazı istatistik değerler verilmiştir. Şekil 1'te, farklı gövde yüksekliklerinde ölçülen çap değerlerinin göğüs çapına oranı Şeklinde hesaplanan oransal çapların, ölçüm yüksekliğinin ağaçların boyuna oranı Şeklinde hesaplanan oransal boy değerlerine dağılımı verilmiştir.

Tablo 1. Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler

	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)
Minimum	11,50	8,60
Maksimum	45,60	32,40
Ortalama	26,23	16,02
Standart Sapma	6,75	4,30



Şekil 1. Modellerin oluşturulmasında kullanılan verilerin oransal çap değerlerinin oransal boy değerlerine dağılımı

2.2. Yöntem

Gövdenin en dip kısmından uça doğru devamlı azalan bir gelişim gösteren ve çap düşüşü (Stem taper) olarak da adlandırılan ağaç çapındaki değişimin modellenmesinde, gövde çapı denklemleri kullanılmaktadır. İlk yıllarda geliştirilen basit gövde çapı denklemleri, gövde boyunca çap değişimini tek bir denklem ile temsil etmeye çalışırken; günümüzde kullanılan denklemler, gövde boyunca şekil farklılıkları gösteren her bir bölüm için ayrı bir polinom oluşturarak çap değişimini modellemeye çalışmaktadır. Ormancılık literatüründe, bu polinomları bir modelde birleştiren ve "Segmented Polinomiyal Gövde Çap Denklemi" olarak

isimlendirilen gövde çapı modeli ilk olarak Max and Burkhart (1976) tarafından geliştirilmiştir. Clark et. al. (1991), Max and Burkhart (1976) tarafından geliştirilen model yapısını daha da ileri götürerek, farklı bir formda segmented polinomiyal gövde çapı denklemi geliştirmiştir. Gövde çapı denklemlerinde gelinen son aşamada ise; Jiang et. al. (2005), Clark et. al. (1991)'in önerdiği segmented polinomiyal gövde çapı denklemini esas alarak, çeşitli dönüşümler ile daha az parametreye sahip yeni bir denklem formu geliştirmiştir. Bu çalışmada, oldukça kompleks yapısı ile gövde boyunca çap değişimini oldukça başarılı olarak modelleyen Jiang et. al. (2005)'in gövde çapı denklemi kullanılmıştır. Jiang et. al. (2005)'in denklem yapısı aşağıda verilmiştir.

$$d = \left\{ \begin{array}{l} I_S \left[D^2 \left(1 + \frac{(1-h/H)^{b_1} - (1-1.30/H)^{b_1}}{1 - (1-1.30/H)^{b_1}} \right) \right] \\ + I_B \left[D^2 - \frac{(D^2 - F^2)((1-1.30/H)^{b_2} - (1-h/H)^{b_2})}{(1-1.30/H)^{b_2} - (1-5.30/H)^{b_2}} \right] + \\ + I_T \left[F^2 \left(b_4 \left(\frac{h-5.30}{H-5.30} - 1 \right)^2 + I_M \left(\frac{1-b_4}{b_3^2} \right) \left(b_3 - \frac{h-5.30}{H-5.30} \right)^2 \right) \right] \end{array} \right\}^{0.5} \quad (1)$$

Bu denklemde;

d= Gövde boyunca herhangi bir yükseklikte ölçülen çap değeri (cm),

D = Kabuklu göğüs çapı (cm),

h = Ölçüm noktasının yerden olan yüksekliği (m),

H = Toplam ağaç boyu (m),

F= 5.30 metre yüksekliğindeki gövde çapını (cm) göstermektedir.

$$I_S = \begin{cases} 1 & h < 1.30 \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$I_B = \begin{cases} 1 & 1.30 \leq h < 5.30 \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$I_T = \begin{cases} 1 & h > 5.30 \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$I_M = \begin{cases} 1 & h < (5.30 + b_3(H - 5.30)) \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

Yukarıda denklem yapısı verilmiş gövde çapı denkleminin parametrelerinin çeşitli istatistikî değerlerinin tahmin edilmesinde, "Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi" kullanılmıştır. Bu analize ilişkin sonuçların elde edilmesinde, SAS İstatistik Paket Programındaki PROC MODEL prosedürü kullanılmıştır (SAS Institute Inc., 2013).

Gövde boyunca çapı modellemede kullanılan Jiang et. al. (2005)'in denkleminin parametreleri, standart bir yöntem olan Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile birlikte çeşitli otoregresif parametre tahmin yöntemleri kullanılarak da tahmin edilmiştir. Ayrıca, otoregresif parametre tahmin yöntemleri olarak AR(1), AR(2), AR(3), MA(1), MA(2) ve MA(3) gibi çeşitli yöntemlerin gövde çapı tahminlerdeki otokorelasyon

probleminin giderilmesindeki başarı durumları da karşılaştırılmıştır. Otoresif modelleme ile otokorelasyon problemini gidermedeki başarı durumlarını belirlemek üzere, "Durbin-Watson" istatistiği ve testi kullanılmıştır. Durbin-Watson istatistiğine ilişkin eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^n e_i^2} \quad (2)$$

Bu eşitlikte, e_i ; i . veriye ilişkin hata değerini, n ; veri sayısını ifade etmekte olup, Durbin-Watson katsayısı ise, 0 ile 4 arasında değer almaktadır. Özellikle 2'ye yakın Durbin-Watson katsayısı, otokorelasyon sorunun olmadığını göstermektedir (Fox, 1997). Durbin Watson testi, ilgili Durbin-Watson değerinin hesaplanması yanında, H_0 ($\rho=0$, Otokorelasyon yoktur) ve H_A ($\rho\neq 0$, Otokorelasyon vardır) hipotezlerini de sınamaktadır. Bu test ile pozitif ($Pr < DW$) veya negatif ($Pr > DW$) otokorelasyonun varlığı, hesaplanan olasılık değeri ($P>0.05$ ise; otokorelasyon yoktur, $P<0.05$ ise; otokorelasyon vardır) ile test edilir. Durbin-watson değeri 2'ye yakın ve test değerine göre elde edilen olasılık değeri ve H_0 hipotezi kabul edilen ($P>0.05$) otoregresif parametre tahmin yöntemi, otokorelasyon problemini zmede başarılı bir yöntemi olarak belirlenmiştir. Otoregresif parametre tahmin yöntemlerinin uygulanmasında ve Durbin-Watson katsayısının hesaplanmasında; SAS yazılımının PROC MODEL prosedürü ile birlikte

$$\text{Hata Kareler Ortalaması (HKO)} = \sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \hat{d}_i)^2}{n} \quad (3)$$

$$\text{Hata kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \hat{d}_i)^2}{n-p}} \quad (4)$$

$$\text{Hata Kareler Toplamı (HKT)} = \sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2 \quad (5)$$

$$\text{Düzeltilmiş Belirtme Katsayısı (R}_{\text{düz.}}^2) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2 (n-1)}{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2 (n-p)} \quad (6)$$

Yukarıdaki formüllerdeki, d_i ; belirli bir h yksekliginde llen çap değeri, \hat{d}_i ; geliştirilen gövde çapı modeli ile tahmin edilen çap değerini, n : veri sayısını ve p : modeldeki parametre sayısını ifade etmektedir.

3. SONUÇLAR

Tablo 2'de, çeşitli parametre tahmin yöntemlerine ilişkin Durbin-Watson değeri ve pozitif ve negatif otokorelasyon için test sonuçları ile çeşitli istatistik lt değerleri verilmiştir. Tahmin yöntemlerine ilişkin Durbin-Watson katsayısı; 1.0938 ile 2.2081, HKT; 2806.3 ile 4217.8, HKO; 1.9191 ile 2.9068, HKOK; 1.3850 ile 1.7049 ve R^2 ; 0.9653 ile 0.9771 arasında değişmektedir. Farklı parametre tahmin yöntemlerine ilişkin Durbin-Watson değerleri ve test sonuçları değerlendirildiğinde; Doğrusal regresyon analiz ile elde edilen tahmin sonuçlarında, otokorelasyon problemi belirgin olduğu grlmektedir ($dw=1.0938$). Otoregresif parametre tahmin yöntemlerinin kullanımı ile özellikle Durbin-Watson değerlerinin 2'ye

%AR ve %MA makroları ve DWPROB prosedürleri kullanılmıştır. Bu prosedürler ile ilgili açıklamalar, ilgili yazılımın internet sayfasından elde edilebilir (URL: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/etsug/63939/HTML/default/viewer.htm#etsug_model_sect055.htm)

Bu çalışmada, otoregresif parametre tahmin yöntemlerinin otokorelasyon problemini gidermedeki başarıları yanında, ayrıca gövde çaplarını tahmin başarıları da karşılaştırılmıştır. Tahmin başarılını karşılaştırmada; Hata kareler toplamı (HKT), Hata Kareler Ortalaması (HKO), Hata Karaler Ortalamasının karekökü (HKOK) ve Düzeltilmiş Belirtme Katsayısı (R^2) değerleri gibi çeşitli istatistiksel başarı ltleri kullanılmıştır. Bu lt değerlerinden, HKT, HKO ve HKOK değerlerinin küçük, Belirtme Katsayısı değerlerinin ise olabildiğince 1'e yakın olması istenilmektedir. Bu istatistiki değerlere ilişkin formüller aşağıda verilmiştir;

yaklaşması, otokorelasyon probleminin önemli oranda giderildiği göstermektedir. Ancak, AR(1), AR (2) ve AR(3) otoregresif parametre tahmin yöntemleri kullanımı ile Durbin-Watson katsayısındaki önemli gelişmeler elde edilmesine karşın, pozitif veya negatif otokorelasyon varlığının gösteren ($p<0.05$) test sonuçlarına göre söz konusu bu tekniklerin kullanımına karşın otokorelasyon probleminin giderilemediği anlaşılmaktadır. Çünkü AR(1-3) otoregresif parametre tahmin yöntemlerine ilişkin tahmin sonuçlarında negatif otokorelasyon ($p<0.05$) bulunmaktadır (Tablo 2). MA(1) otoregresif parametre tahmin yöntemi kullanımı ile de otokorelasyon problemi giderilememiştir. Tablo 2 incelendiğinde, kullanılan otoregresif parametre tahmin yöntemlerinden 2. ve 3. düzeyde MA yöntemleri kullanımı ile otokorelasyon probleminin giderildiği ($p>0.05$) grlmektedir. Bu bakımdan MA(2) ve MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemlerini esas alan modelleme yaklaşımlarının, tahminlerdeki otokorelasyon probleme bir çözüm sağladığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Parametre tahmin yöntemlerine göre Durbin-Watson testine ilişkin sonuçlar ile çeşitli istatistik ölçüt değerleri

Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi	Pr<DW*	Pr>DW*	Durbin-Watson Katsayısı	HKT	HKO	HKOK	R ²
AR(1)	<0,0001	0,999	1,0938	4217,8	2,9068	1,7049	0,9653
AR(2)	0,999	<0,0001	2,2081	2806,3	1,9354	1,3912	0,9770
AR(3)	0,999	0,0003	2,1821	2777,5	1,9182	1,3850	0,9771
MA(1)	<0,0001	0,9999	1,7892	3262,7	2,2502	1,5001	0,9732
MA(2)	0,2202	0,7798	1,9581	3064,8	2,1151	1,4543	0,9748
MA(3)	0,6254	0,3746	2,0152	3024,2	2,085	1,4452	0,9751

MA(2) ve MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemlerinin otokorelasyon problemi gidermedeki başarıları yanında, özellikle MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemi (R²=0.9751, HKT= 3024.2, HKO= 2.0885, HKOK= 1.4452) ile Doğrusal olmayan regresyon analizine (R²=0.9653, HKT= 4217.8, HKO= 2.9068, HKOK= 1.7049) göre gövde çapı tahminlerine ilişkin çeşitli istatistik ölçütlerinde iyileşmeler sağlanmışır. Tablo 2'deki Durbin-Watson testi sonuçları ile birlikte başarı ölçütleri değerlendirildiğinde; gövde çapının tahmin edilmesinde en başarılı yöntem; belirlenen MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemi

olduğu görölmektedir. MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemi ile elde edilen belirtme katsayısı değeri (R²); 0.9751, Hata kareler ortalaması (HKT); 3024.2, Hata kareler ortalaması (HKO); 2.0885, Hata Kareler Ortalamasının Karekökü değeri (HKOK); 1.4452, ve durbin-watson test istatistiği değeri ise; 2.0152'dir.

Bu çalışmada en başarılı olarak belirlenen MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemine dayanan Jiang et al. (2005)' in gövde çapı modelinde parametre tahminleri Tablo 3'de verilmiştir. Bu parametre değerleri yerine konularsa, aşağıda gibi bir gövde çapı denklemi elde edilmiş olur;

$$d = \left\{ \begin{array}{l} I_S \left[D^2 \left(1 + \frac{(1-h/H)^{92.22977} - (1-1.30/H)^{92.22977}}{1 - (1-1.30/H)^{92.22977}} \right) \right] \\ + I_B \left[D^2 - \frac{(D^2 - F^2)((1-1.30/H)^{3.528096} - (1-h/H)^{3.528096})}{(1-1.30/H)^{3.528096} - (1-5.30/H)^{3.528096}} \right] + \\ + I_T \left[F^2 \left(2.374381 \cdot \left(\frac{h-5.30}{H-5.30} - 1 \right)^2 + I_M \left(\frac{1-b_4}{0.823012^2} \right) \left(0.823012 - \frac{h-5.30}{H-5.30} \right)^2 \right) \right] \end{array} \right\}^{0.5} \quad (7)$$

Bu denklemde, d; ağacın gövdesi boyunca herhangi bir yükseklikteki gövde çapını (cm), D: ağacın göğüs çapını (cm), h: ölçüm yüksekliğini (m), H: ağaç toplam boyunu (m), F: 5.30 metre

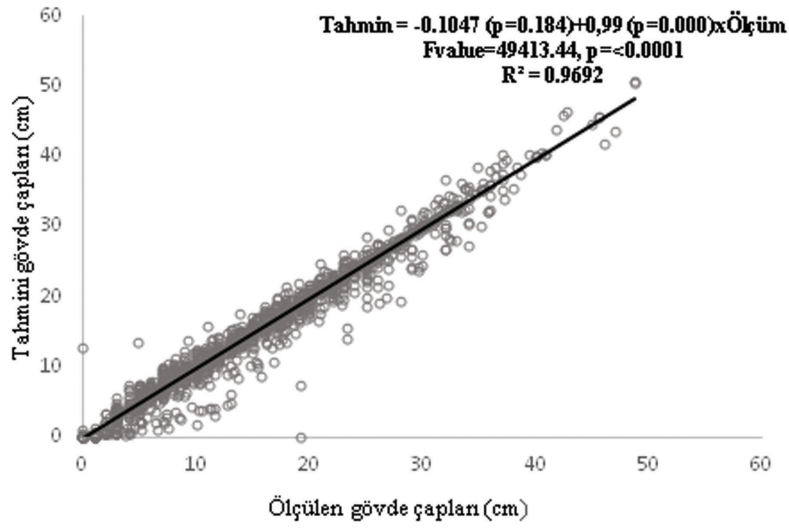
yüksekliğinde ölçülen çapını (cm) ve IS, IB, IT ile IM değişkenleri ise; tahmin edilecek çapın gövde üzerindeki yerine bağlı olarak kodlanan kukla değişkeni ifade etmektedir.

Tablo 3 MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemine dayanan Jiang et al. (2005)' in gövde çapı denkleminin parametre değerleri

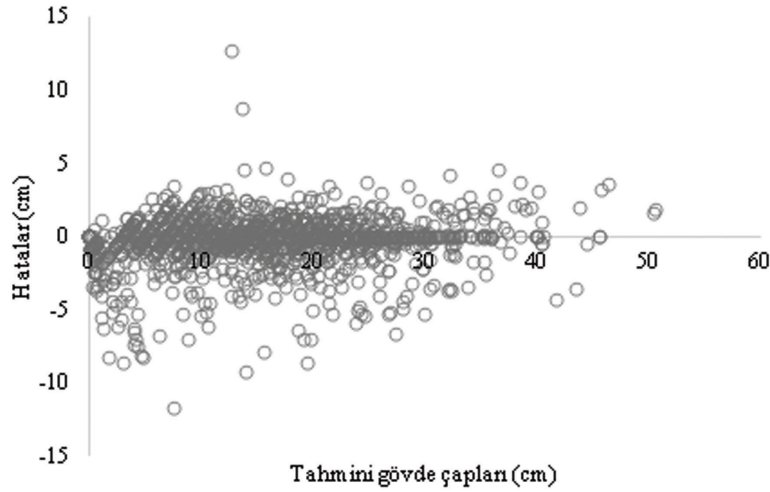
Parametre	Tahmin	Standart Hata	t-Değeri	P>t
b ₁	92,22977	3,1636	29,15	<0,0001
b ₂	3,528096	0,3705	9,52	<0,0001
b ₃	0,823012	0,0124	66,48	<0,0001
b ₄	2,374381	0,0985	24,10	<0,0001

MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemine dayalı olarak Jiang et al. (2005) denklemi ile elde edilen tahmin değerleri ile arazide llen çap değerleri arasındaki ilişki, Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 3’de ise, modele ilişkin hataların tahmin değerlerine göre deęiŐimleri verilmiştir. Şekil 2’de gösterilen tahmin değerleri ile ölüm değerleri arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren denklemde, sabit katsayı %95 güvenle anlamsız olarak ($p=0.184$) elde edilirken, denklemin eğimini temsil eden b1 katsayısı ise anlamlı olarak hesaplanmıştır. Tahmin ve gözlem değerleri arasında sabit katsayısının 0’a

eşit olduğu bir doğrusal ilişkinin elde edilmesi, regresyon denklemlerinin başarı durumlarının değerlendirilmesinde istenilen bir durumdur. Böylece, bu sonuç; geliştirilen denklemlerle elde edilen tahminlerin başarılı ve tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan, Şekil 2 ve 3’deki sonuçlar değerlendirildiğinde; Jiang et al. (2005)’in gövde çapı denklemi ile elde edilen tahminlere ilişkin hata değerlerinin belirli bir trend göstermeyen, artı ve eksi yöndeki dağılımlarının dengeli ve rasgele bir biçimde olduğu grlmektedir.



Şekil 2. Tahmin-gözlem değerleri ilişkisi



Şekil 3. Hata-tahmin değerleri ilişkisi

4. TARTIŞMA

Bu alışmada Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Kızılcahamam Orman İŞletme Müdürlüğüne bağlı Bozalan Orman İŞletme Şefliği ile Ankara Orman İŞletme Müdürlüğüne bağlı ubuk Orman İŞletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Sarıçam meŐcerelerinden alınan 117 adet ağaca ilişkin veriler kullanılarak otoregresif parametre tahmin yöntemlerine dayanan gövde çapı denklemi geliştirilmiştir. Ağaçların gövde boyunca çap değişimini modellemek üzere Jiang et. al. (2005)'in gövde çapı denklemi kullanılmıştır. Jiang et al. (2005)'nin gövde çapı denklemi ile gövde çapındaki değişimin %96.54' açıklanmıŐtır. Ayrıca denkleme ilişkin bütün parametreler, istatistiki olarak $p < 0.001$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Max and Burkhart (1976) tarafından ormancılık literatürüne kazandırılan ve gövde Őeklini üç temel bölüme ayıran segmented polinomial denklemine göre, gövde Őeklini dört farklı bölüme ayırarak gövde çapını modelleyen Jiang et al. (2005)'in denklemi ile birçok çalışmada da oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. zelik ve Bal (2013), Őahin (2012), Atalay (2014), Kurt (2014) ve KumaŐ ve Kahrıman (2016); Jiang et. Al. (2005)'in dört parçalı bu segmented polinomial denklem yapısı ile sırasıyla gövde çapının modellenmesinde %98.59'luk, %98.28'lik, % 94.44'lk, %98.43'lk, %97.7'lik bir açıklayıcılık elde etmiştir. Jiang et al. (2005)'in denkleminin bu baŐarısı; denklemin sahip olduğu karmaşık ve farklı gövde Őekillerine göre düzenlenebilen yapısı ile gövde geliŐimindeki farklı formdaki değişkenliği başarılı bir Şekilde yansıtabilmesi ile açıklanabilir.

Bu alışma kapsamında, Jiang et. al. (2005) denkleminin parametre tahminleri; doğrusal olmayan regresyon analizi ile birlikte Otoresif parametre tahmin yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Doğrusal olmayan regresyon analizi ile elde edilen gövde çapı denklemi için Durbin-Watson katsayısının 1.0938 olarak hesaplanmış olup (Tablo 2); ayrıca yapılan test sonucu da negatif otokorelasyon ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Bu sonuçlar; Doğrusal olmayan regresyon analizi ile elde edilen tahminlerde, otokorelasyon sorunun varlığını göstermektedir. Otokorelasyon problemini gidermek üzere kullanılan AR(1), AR(2) ve AR(3) yöntemleri ile Durbin-Watson katsayısında önemli oranda iyileŐmeler sağlanmasına karşın,

otokorelasyon probleminin tespiti ilişkin test hipotezlerinden H_0 hipotezi ($\rho=0$, Otokorelasyon yoktur) kabul edilememiŐ (Tablo 2) ve böylece söz konusu bu teknikler ile tam olarak otokorelasyon sorunu giderilememiŐtir. Bununla birlikte, özellikle MA(2) ve MA(3) yöntemlerini esas alan Otoresif parametre tahmin yöntemlerinin kullanımı ile modellere ilişkin Durbin-Watson katsayıları; 1.9581 ile 2.0152 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin otokorelasyon sorunun olmadığı gösteren 2.0 ideal değerine oldukça yakın olarak elde edilmiş olması ve bu değerlere ilişkin H_0 hipotezlerinin ($\rho=0$, Otokorelasyon yoktur) de kabul edilmesi; kullanılan MA(2) ve MA(3) otoregresif parametre tahmin yöntemleri ile otokorelasyon sorunu giderildiğini sonucuna varılmıştır. Ayrıca, otoregresif modelleme ile denkleme ilişkin istatistiksel başarı ltlerinde belirli bir oranda bir iyileŐme sağlanmıştır. Bu durum, otokorelasyon kaynaklı gövde çapı deęiŐiminde açıklanamayan varyansın, otoregesif parametre tahmin yönteminin kullanımı ile en aza indirilmesi ile olabildiği değerlendirilebilir.

Ağaçların gövde çaplarının gövde boyunca değişimini, gövde Őeklindeki farklılıklarını esas alarak modelleyen ve oldukça karmaşık bir denklem yapısına sahip olan gövde çapı denklemleri, gövde hacimlerini ayrıntılı olarak tahmin etmede de kullanılmaktadır. Başta orman amenajman planları olmak üzere birçok ormancılık uygulamasında, pratik olmaları nedeniyle çok tercih edilen tek girişli ağaç denklemlerine göre özellikle ayrıntılı gövde hacim tahminlerine imkan sağlayan gövde çapı denklemleri, ormancılığımız için daha doğru ve tutarlı hacim tahminlerinin elde edilmesine imkan sağlayabilecektir. lkemizde asli ağaç türlerimizin yayılış gösterdiği meŐcerelerin hacimlerinin belirlenmesinde otoregresif parametre tahmin yöntemlerine dayanan gövde çapı denklemlerinin geliŐtirilmesine önemli oranda bir ihtiyaç ve gereklilik vardır. Başta asli ağaç türlerimiz olmak üzere farklı ağaç türlerimizin deęiŐik yetiŐme ortamları ve meşcere kuruluşları için gövde çapı denklemlerinin geliŐtirmesi gerekmektedir. Ayrıca, Dünya'da gövde çapı denklemlerinin geliŐtirilmesinde ne çıkan ve birçok uygulamasının olan Otoresif parametre tahmin yöntemlerinin kullanımı da sağlanmalıdır.

Teşekkür: Çalışmanın yürütülmesinde gerekli olan verilerin sağlanmasındaki yardım ve katkıları için Orman Müh. Ayşe GEZER ve Orman Müh. Hakan KARLI'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Adame, P., Cañellas, I., Roig, S., del Rio, M., 2006. Modeling dominant height growth and site index curves for Rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.). Ann For Sci 63: 929–940.

Atalay, F. 2014. Mudurnu-Sıralı Orman İşletme Őeflięinde yayılış gösteren Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] meşcereleri için gövde profil denklem sistemlerinin geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı

Azim, K. K., 2014. Tarsus Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yayılış gösteren Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme yaklaşımları ile geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ankırı

Bravo-Oviedo, A., del Rıo, M., Montero, G., 2007. Geographic variation and parameter assessment in generalized algebraic difference site index modeling. Forest Ecology and Management 247 (1-3), 107-119.

Cieszewski, C. J., Strub, M. ve Zasada, M. J., 2007. New Dynamic Site Equation That Fits Best The Schwappach For Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Central Europe, Forest Ecology and Management, 23, 83-93.

Cieszewski, C.J., Strub, M., 2008. Generalized algebraic difference approach derivation of dynamic site equations with polymorphism and variable asymptotes from exponential and logarithmic functions. Forest Science 54, 303-315.

Clark, A., Souther, R. A., Schlaegel, B. E., 1991. Stem profile equations for southern tree species. USDA For. Serv. Res. Pap. SE-282.

Diğguez-Aranda U., Burkhart H.E., Rodriguez-Soalleiro, R., 2005. Modeling dominant height growth of radiata pine (*Pinus radiata* D. Don) plantations in north-western Spain. Forest Ecology and Management, 215: 271–284.

Dięguez-Aranda, U., Grandas-Arias, J.A., Álvarez-González, J.G. ve Gadow, K.V., 2006. Site Quality Curves For Birch Stands i North-Western Spain, Silva Fennica, 40, 4, 631-644.

Doğanay, B., 2007. Uzunlamasına alışmaların analizinde karma etki modelleri, Ankara Üniversitesi, Sağlık bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 94 s.

Eraslan, İ. ve Kalıpsız, A., 1967. Belgrad Ormanlarının amenajmanında uygulanan envanter metotları, İ.. Orman Fakltesi Yayın No: 1259, O.F. Yayın No:112.104 s.

Gregoire, T. G., Schabenberger, O., Barrett, J. P., 1995. Linear modeling of irregularly spaced, unbalanced, longitudinal data from permanent plot measurement, Canadian Journal of Forest Research, 25, 137-156.

İyit, N., Gen, A., Arslan, F., 2006. Analysis of repeated measures for continuous response data using General Linear Model and Mixed Models, Proceedings of the international conference on modeling and simulation, Konya, TURKEY, 937-942.

Jiang, L., Brooks, J. R., Wang, J., 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia, Forest Ecology and Management, 213, 399-409.

Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İstanbl Üniversitesi Orman Fakltesi Yayınları, İ.. Yayın No: 3194, O.F. Yayın No: 354, İstanbl, 407 s.

Kozak, A., 2004. My Last Words on Taper Equations. Forest Chronicle, 80, 507-515.

Kumaş, G., Kahriman, A., 2016. Antalya Orman Blge Müdürlüğü'nde yayılış gösteren kızılam meşcereleri için uyumlu gvde profili denklem sistemlerinin geliştirilmesi, Artvin oruh Üniversitesi, Orman Fakltesi Dergisi, 17, 1, 21-31.

Max, T. A., Burkhart, H. E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations, Forest Science, 22, 3, 283-289.

Nord-Larsen, T., 2006. Developing dynamic site index curves for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Denmark. Forest Science. 52, 173-181.

zelik, R., Alkan, H., 2011. Okalipts ağalandırmaları için uyumlu gvde apı ve gvde hacim modellerinin geliştirilmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve evre Sempozyumu Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı, 720-730.

zelik, R., Yavuz, H., Karatepe, Y., Grlevik, N., Kırış, R., 2012. Burdur yöresi kızılam meşcereleri için gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin geliştirilmesi, SD Orman Fakültesi Dergisi, 85-91.

zelik, 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, 231-242.

Sakıcı, O., 2002. Kastamonu Yöresi Uludağ Göknarı meşcerelerinde gövde profili, hacim, hacim oran sistemlerinin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

SAS Institute Inc., 2013. SAS/STAT 9.3 User's Guide: statistics, Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC., 666 s.

Őahin, D., 2012. Karaçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacmi denklem sistemlerinin geliştirilmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, 64s.

Searle, S. R., Casella, G., Mc Culloch, C. E., 1992. Variance components, John Wiley and Sons Inc., USA.

Yavuz, H., 1995. Uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri, KTÜ Orman Fakóltesi Bahar yarıyılı seminerleri, Fakólte Yayın No:49, 101-106.

Yavuz, H. ve Saraçoğlu, N., 1999. Kızılağaç için uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri, turkish journal of agriculture and forestry, 23, Ek Sayı 5, 1275-1282.

Yavuz, H. ve Sakıcı, O. E. 2002, Gövde profili modellerinin bilimsel ve pratik açıdan irdelenmesi, orman amenajmanı'nda kavramsal açılımlar ve yeni hedefler sempozyomu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 233-241.

Ihlamur ieğinin Türkiye’deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı

Gamze TUTTU^{1*}, Serhat URSAVAŐ¹, Recep SYLER²

¹ankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

²ankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar: gamzeertugrul@karatekin.edu.tr

z

Ihlamur iekleri, içerdikleri etken maddelerden dolayı tıbbi amaçlı olarak ve kozmetik sanayinde önemli ölçüde kullanılmaktadır. Tıbbi değeri olan türlerin (*Tilia cordata* Mill. ve *T. platyphyllos* Scop.) iekleri tanen, müsilaj, Őeker, sabit yağ ve zamk içermektedir. Ayrıca ieklerindeki uçucu yağın (% 0,5) bileşiminde parnesol adı verilen seskiterperik bir madde bulunmaktadır. Klnde oldukça zengin manganez vardır. Yaprakları Tiliacin adı verilen yararlı bir glikozit içermektedir. Hoş kokusuyla arıları cezbeden ıhlamur çiçekleri, içerdikleri polen ve nektarları sayesinde Şifa kaynağı bal olarak sofralarımızda yerini almaktadır. Ihlamur iekleri demlenerek içildiğinde; sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler yaptığı, uykusuzluğu giderdiği, grip ve soğuk algınlığına iyi geldiği, göğüs ve bronşları yumuŐattığı, yüksek tansiyon, kolesterol ve damar tıkanıklığını önlediği, böbrek taş ve kumlarını düşürücü etkisi bulunduğu, ülser, kabızlık ve bağırsak hastalıklarına iyi geldiği belirtilmektedir. Ihlamur ieği, lkemizde uzun yıllardan beri orman ekosisteminden toplanmaktadır. Fakat hangi Orman Bölge Müdürlüğünden ne kadar toplatıldığına dair düzenli bir kaynak bulunmamaktadır. Bu alıŐma ile envanter verileri tablo haline getirilerek sunulmuştur. Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı rn ve Hizmetler Daire Başkanlığının 1989-2015 yılları arasındaki verileri incelendiğinde ilk ıhlamur çiçeği hasadı 1989 yılında İstanbul (800 kg) ve Bursa (18.933 kg) Orman Bölge Müdürlüklerinde gerçekleŐtirilmiŐtir. Őimdiye kadar; Adapazarı, Amasya, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Isparta, İstanbul, Kastamonu ve Zonguldak Orman Bölge Müdürlüklerinden toplamda 601.968 kg ıhlamur çiçeği hasadı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Etnobotanik, Hasat, Ihlamur ieği, *Tilia* sp.

Harvest Amounts and Ethnobotanical Uses of the Linden Flowers in Turkey

Abstract

Linden flowers are widely used in medical and cosmetic industries due to the active substances they comprise. Medicinal valued ones mostly contains tannins, mucilage, sugar, fixed oils, gum in their flowers (*Tilia cordata* Mill. ve *T. platyphyllos* Scop.). In addition, they comprise essential oils and seskiterperik substance called parnesol. Their ash has very rich in manganese. Their leaves comprise useful glycosides called Tiliac. The delightful smells of the lime flowers attract bees, the honey has a healing value due to special substances that they comprise. Boiled lime flowers relax nervous system, alleviates flu and cold, cures insomnia, relieves chest and bronchi, intervenes high blood pressure, cholesterol and atherosclerosis, kidney stones and sand. It has been reported to intervene constipation and bowel disease and ulcers. Linden flowers have been gathering from the forest ecosystem for many years in Turkey. However, there is no data on how much linden flower is harvested from Regional Directorates of Forestry. With this study, inventory data are presented in tables. Records from General Directorate of Forestry show that 800 hg of linden blossoms were sold in Balıkesir and Bursa in 1989. Since then, 601.968 kg of linden blossoms have been harvested in Adapazarı, Amasya, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Isparta, İstanbul, Kastamonu, and Zonguldak.

Keywords: Ethnobotany, Harvest, Linden blossom, *Tilia* sp.

1. GİRİŞ

Ülkemiz biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengin olan dünyadaki sayılı alanlardan biridir. Türkiye yzlmnn yaklaşık %27,2’sini ormanlar kaplamakta ve içerisinde çeşitli ekosistemleri barındırmaktadır. Bu ekosistem çeşitliliği sayesinde bünyesindeki çok sayıda canlı ile birlikte nadir ve endemik türlere de ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye ormanlarının biyolojik çeşitlilik açısından çok zengin olması da farklı bölgelerde yayılış gösteren birçok

Odun Dışı Orman rnnn (ODOÜ) bulunmasını sağlamaktadır. lkemizde ODOÜ olarak i ve dıŐ ticareti yapılan bitki sayısının 347 olduğu, bununda yaklaşık %30’unun ihraç edildiği bilinmektedir (Kılıç ve ner, 2009; Yurdaer ve Demirci, 2009). Türkiye’nin ihraç ettiği önemli tıbbi ve baharat bitkileri: kekik, defne yaprağı, kimyon, anason, rezene tohumu, ardı kabağu, mahlep, emen, biberiye, meyan kökü, nane, sumak, adaçayı ve ıhlamur çiçeğidir (Bayram ve ark., 2010).

Ihlamurlar (*Tilia* sp.) oğunluğu ağaç, bazen de

boy lu çalı halinde kışın yaprağını dök en odunsu bitkilerdir. Uzun saplı yapraklarının ayası yürek biçiminde ve çarpık, yaprak kenarları genellikle dişli nadiren tamdır. Sade veya yıldız tüylü olan yapraklarının dizilişleri almaçlıdır. Çiçekleri en az üçü bir arada olmak üzere sarkan kurullar oluştururlar. içek kurullarının ortak ekseninde bulunan brahte uzun bir kanat şeklindedir. Çiçekleri 5 ta ve 5 çanak yapraktan oluşmuş, sarımsı renkli ve kendine özgü kokuludur. Meyve küremsi, deri gibi sert veya odunsu yapıda olan kapalı meyvedir. Ülkemizde 3 türü doğal olarak (*Tilia tomentosa* Moench., *T. plathyphyllos* Scop., *T. rubra* DC.)

bulunmaktadır. Anavatani Avrupa olan *T. cordata* Mill. ise ülkemizde park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yer almaktadır (Kayacık, 1982; Anşin ve Özkan, 2006).

Ihlamurlar çiçeklerinin hoş kokusu ve dekoratif yapısıyla şehircilikte oldukça sık kullanılmaktadır. Kabukları ve odunlarından çeşitli sektörlerde yararlanılan ihlamurun çiçeği de önemli bir odun dışı orman ürünüdür. *T. cordata* Mill. ve *T. plathyphyllos* Scop. türlerinin çiçekleri tıbbi açıdan en makbul olanlardır. Ancak ülkemizde diğer türlerin çiçekleri de aynı şekilde kullanılmaktadır (Baytop, 1984).



Şekil 1. Ihlamur içeği (*T. plathyphyllos* Scop.) (Foto: G. Tutu)

Ihlamur içeği (*T. cordata* Mill. ve *T. plathyphyllos* Scop.) türleri 1978 yılında Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS/3223 numarası verilerek standartlaştırılmıştır. Buna göre ihlamurlar; içek ihlamur, yapraklı içek ihlamur ve yaprak ihlamur olarak üç gruba ayrılmaktadır. Birinci kalite olarak kabul edilen içek ihlamur sadece içek durumlarından ibaret olup içerisinde %1 oranında brahte (içek yaprağı ve sapı) bulunabilir. Yapraklı içek ihlamurda içek durumları brahteleri ile birlikte toplanır ve bu ikinci kalite olarak kabul edilir. Yaprak ihlamur ise sadece içek yapraklarından oluşur ve içerisinde en fazla %1 oranında içek bulunabilir (Bozkurt ve ark., 1982; Baytop, 1984).

Ihlamur içekleri Haziran (Yaz Ihlamuru) ve Temmuz (Kış Ihlamuru) aylarında çiçeklenmeden

sonraki dördüncü güne kadar içek yapraklarıyla birlikte öğlen saatlerinde toplanmalıdır. içek toplama işleminin ağaca zarar vermeden yapılması esastır ancak genelde içekli dalların tümüyle kesilmesi veya ağaçların devrilmesi şeklinde ağacın verimini azaltan uygulamalar yapılmaktadır. Toplanan içekler büyük elekler üzerine serilerek gölgede kurutulmalı, sonrasında kokusunu ve etkinliğini yitirmemesi için hava almayan kaplarda saklanmalıdır. Ihlamur çiçeklerinin kurutulması ve saklanması düzgün bir şekilde yapılmazsa çiçeklerin renk ve kokularında değişiklikler görülmekte hatta küflenmekte ve yapısı bozulmaktadır. Bu olumsuzluklar ile karşılaşmamak için ürünün depolama süresinin bir yılı aşmamasına dikkat edilmelidir (Çiftci ve Fırat, 2006; Girgin ve Demir,

2009).

İhlamur çiçeğinin üretimi devlet ormanlarından diğerk odun dışı orman ürünlerinde olduğu gibi orman kanununun 37. maddesi gereğince ya orman köylülerine tarife bedeli karşılığı izin verilmek, ya da orman idaresi tarafından toplatılmak suretiyle olmaktadır. Ayrıca özel kişilere ait ihlamur ağaçlarından da ihlamur çiçeği üretimi yapılmaktadır (Bozkurt ve ark., 1982). Bu çalışmanın amacı orman ekosisteminden toplatılan ihlamur çiçeğine ait hasat verileri ile elde edilen gelirleri düzenli bir şekilde çizelgeler halinde sunarak, ihlamur çiçeğinin etnobotanik kullanımı hakkında araştırıcılara bilgiler vermektir.

Etnobotanik Kullanımı

İhlamur çiçekleri içerdikleri etken maddelerden dolayı tıbbi olarak çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Bileşiminde müsilağ, tanen, şekerler, flavonoidler, saponin ve %0,5 oranında uçucu yağ içermekte; uçucu yağın bileşiminde ise parnesol adı verilen seskiterperik bir madde bulunmaktadır. Yapraklarında Tiliacin adında bir glikozit ve külünde oldukça zengin manganez vardır (Bozkurt ve ark., 1982; Baytop, 1984; Toker ve ark., 2001).

İhlamur çiçekleri kaynatılarak içildiğinde soğuk algınlığı tedavisinde, mide kramplarını geçirmede, karaciğerk ve safra kesesi hastalıklarının tedavisinde, balgam söktürücü ve idrar söktürücü olarak kullanılır. Ayrıca sakinleştirici, uyutucu, terletici, öksürük kesici, göğüs ve bronşları yumuşatıcı, böbrek taş ve kumlarını düşürücü etkisi bulunmakta yüksek tansiyon, kolesterol, astım, migren, damar tıkanıklığı, ülser, kabızlık ve bağırsak hastalıklarına karşı kullanılmaktadır. Vücuttaki toksinlerin atılmasına yardımcı olur. Cilt yumuşatıcı etkisinden dolayı cilt kremlerinde kullanılır. Saç dökülmesini önler. Likör yapımında kullanılır. Ayrıca haricen iltihaplı yaralarda yara pansumanında ve gargara olarak kullanılmaktadır (Toker ve ark.,2001; Toker ve ark., 2004; Çiftci ve Fırat, 2006; Fakir ve Güller, 2006; Ebcin Korkusuz ve Dirik, 2011; Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011; Polat ve Satıl, 2012; Saraç ve ark., 2013). İhlamur çiçekleri ayrıca arıcılıkta da kullanılmakta, şifa özelliği gösteren hoş kokulu çiçeklerinin bal verimini arttırdığı düşünölmektedir (Turna, 2001; Çiftci ve Fırat, 2006).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

İhlamur çiçeğinin ölkemizdeki hasat miktarlarını bulmak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığından alınan veriler bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Bu verileri değerlendirirken; 31.01.2004 tarih ve 25363 sayılı Resmi Gazetede 5083 No.lu kanuna göre 01.01.2005 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere Türk Lirasından altı (6) sıfır atılmıştır. Çizelgeler oluşturulurken, 2005 yılı ve öncesine ait hasat gelirlerinin sonundan 6 sıfır atılarak günümüze uyarlanmışır.

Hangi yıl hangi Orman Bölge Müdürlüğünden (OBM) ne kadar (kg) ihlamur çiçeği toplandığı ve ne kadar gelir (TL) elde edildiği saptanmışır. Bu veriler ölkemizdeki ihlamur çiçeğinin güncel hasat miktarlarını ortaya koymak ve bu konuda bir farkındalık yaratmak amacıyla çizelgeler halinde sunulmuşır.

3. SONUÇLAR

Ölkemizde ihlamur çiçeğinin ihracatı ve ithalatı bazı diğerk ODOÜ kadar yoğun değildir. 1990-1999 yılları arasında ODOÜ ithali için 8.249.000 dolar harcanmış ve bu miktarın % 0.4'ü ihlamur çiçeği ithalinde kullanılmışır. Türkiye'nin ihlamur çiçeği ihraç ettiği ölkelerin arasında ihracat oranına göre Almanya ve Fransa başta gelmektedir. 1992-2010 yılları arasında Türkiye'den en fazla ihlamur çiçeği talep eden ölkeler ihracat oranına göre Almanya (~1.425 ton), Mısır (~455 ton), İspanya (~307 ton), Belçika (~289 ton) ve Arjantin (~288 ton) olarak sıralanmaktadır (Akın, 2006; Ebcin Korkusuz ve Dirik, 2011).

Türkiye'de ihlamur çiçeğinin ODOÜ olarak hasat edildiği OBM'ler Adapazarı, Amasya, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Isparta, İstanbul, Kastamonu ve Zonguldak'tır. En fazla ihlamur çiçeği üretiminin yapıldığı Bursa OBM ihlamurun önemli yayılış alanlarından biridir. 5.500 Ha'ı bulan yayılış alanı ve yaklaşık 150 tonu bulan ihlamur çiçeği üretimi yöre halkının önemli geçim kaynaklarından biridir (Girgin ve Demir, 2009).

Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığının 1989-2015 yılları arasındaki verileri incelendiğinde yıllar itibariyle OBM bazında toplanan ihlamur çiçeği miktarları (kg) ve bunların satışından elde edilen gelirler (TL) Çizelge 1'de verilmişir.

Çizelge 1. İhlamur çiçeğinin 1989-2015 yılları arasındaki hasat miktarları ve gelir durumu

Orman Bölge Müdürlüğü (OBM)	Miktar (kg)	Gelir (TL)	Yıl	Orman Bölge Müdürlüğü (OBM)	Miktar (kg)	Gelir (TL)	Yıl
İstanbul	800	0,8	1989	Adapazarı	9,000	909	2006
Bursa	18,933	3,2		Bursa	16,530	2,051	
Balıkesir	675	0,2	1990	Çanakkale	1,511	1,738	
Bursa	14,681	4,2		Zonguldak	3,000	350	
Zonguldak	1,908	0,5	1992	Adapazarı	9,000	909	2007
Balıkesir	256	0,2		Bursa	16,530	2,051	
Bursa	6,390	2,0		Çanakkale	1,511	1,738	
Balıkesir	476	0,3		Zonguldak	3,000	350	
Bursa	2,805	2,4	1993	Balıkesir	1,000	20	2008
İstanbul	720	6		Bolu	250	5	
Balıkesir	2,491	4	1994	Bursa	72,000	1,440	
Bursa	140	0,2		Zonguldak	2,400	48	
İstanbul	1,868	34	1995	Balıkesir	1,700	34	2009
Balıkesir	500	1		Bursa	75,050	1,501	
Bursa	2,650	6		Balıkesir	23,750	950	
İstanbul	7,226	193		Bursa	47,500	950	
Balıkesir	514	2	1996	İstanbul	3,800	475	2010
Bursa	13,080	35		Bursa	1,905	298	
Adapazarı	7,451	182		Isparta	1,000	150	
İstanbul	1,660	28		Balıkesir	1,660	249	
Balıkesir	1,500	8	1997	Bursa	3,935	633	2012
Bursa	2,880	8		İstanbul	50,566	10,133	
Adapazarı	2,042	84	1998	Amasya	1,000	250	2013
Bursa	3,800	156		Balıkesir	1,000	170	
İstanbul	3,077	190	2000	Bursa	3,050	599	
Balıkesir	3,145	78		İstanbul	24,100	5,101	
Bursa	2,800	231	2001	Amasya	1,067	266	2014
Adapazarı	15,000	345		Balıkesir	500	800	
Balıkesir	580	22		Bolu	3,000	420	
Bursa	2,800	231		Bursa	13,150	2,703	
Adapazarı	10,000	550	2002	İstanbul	29,905	7,599	2015
Balıkesir	550	46		Kastamonu	2,000	470	
Bursa	9,350	667	2003	Zonguldak	520	104	
Balıkesir	400	24		Bursa	3,300	990	
Bursa	3,360	299	2004	TOPLAM	601,968	52,808	
Bolu	130	9					
Adapazarı	4,150	354	2005				
Bursa	6,250	533					
Adapazarı	5,000	425					
Bursa	5,590	626					

4. TARTIşMA

ODOÜ ilişkin gelişmiş ölkelerden gelen taleplerin artması, orman ekosistemi üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. Orman ekosisteminden yıllara yönelik gerçekleştirilen hasat miktarları ve yöntemi sürdürülebilir üretim açısından önem arz etmektedir (Tuttu ve Ursavaş, 2016).

Çizelge 1'den anlaşılacağı üzere, ölkemizde ıhlamur çiçeği hasadına ilişkin ilk veriler 1989 yılında İstanbul ve Bursa OBM'ye ait hasat verileridir. 2010 yılında Balıkesir, Bursa ve İstanbul OBM' den toplamda 78.850 kg ile şimdiye kadarki en yüksek hasat gerçekleştirilerek 2.375 TL gelir elde edilmiştir.

Ölkemizde ıhlamur çiçeği toplanılmasına orman mevzuat çerçevesinde izin verilmektedir. şimdiye kadar değişik miktarlarda ve değişik periyotlarda; Adapazarı, Amasya, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakale, Isparta, İstanbul, Kastamonu ve Zonguldak OBM'den ıhlamur çiçeği toplanmıştır. Çizelge 2'de 1989 yılından günümüze kadar ıhlamur çiçeği hasadı yapılan OBM'ler ve elde edilen gelirleri sunulmuştur.

Çizelge 2. Bölge Müdürlüğü bazında 1989-2015 yılları arası ıhlamur çiçeği üretim verileri

Orman Bölge Müdürlüğü (OBM)	Miktar (kg)	Gelir (TL)
Adapazarı	61,643	3,758
Amasya	2,067	516
Balıkesir	40,697	2,408
Bolu	3,380	434
Bursa	353,614	15,991
Çanakale	3,022	3,476
Isparta	1,000	150
İstanbul	123,722	23,739
Kastamonu	2,000	470
Zonguldak	10,828	852
TOPLAM	601,968	52,808

27 yıllık verilere göre; yıllık ortalama 22.295 kg ıhlamur çiçeği hasadı yapılırken, 2010 yılında en fazla ıhlamur çiçeği hasadı 78.850 kg ile gerçekleşmiş ve 2.375 TL gelir elde edilmiştir (izelge 3). 2011 yılında ıhlamur çiçeği hasadında önceki yıllara oranla ani bir düşüş olduğu görölmektedir. Bunun sebebi Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığı'nın 2011 yılında kurulmuş olmasıdır. Bu tarihten

sonra envanter planlarının yapılmaya başlanması sebebiyle orman ekosisteminden ıhlamur çiçeği ve diğer ODOÜ planlı ve sürdürülebilir bir şekilde hasat edildiği düşünölmektedir.

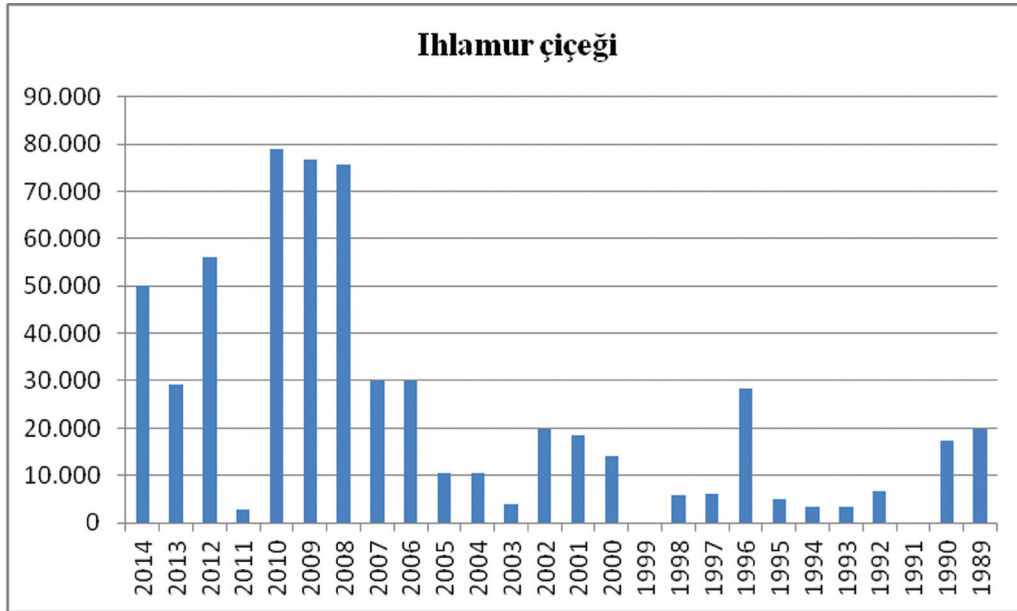
Çizelge 3. Yıllara göre ıhlamur çiçeği üretim verileri

Yıl	Miktar (kg)	Gelir (TL)	Birim Fiyat (TL/kg)
2015	3,300	990	0,30
2014	50,142	12,362	0,24
2013	29,150	6,120	0,21
2012	56,161	10,995	0,19
2011	2,905	448	0,15
2010	78,850	2,375	0,03
2009	76,750	1535	0,02
2008	75,650	1,513	0,02
2007	30,041	5,048	0,16
2006	30,041	5,048	0,16
2005	10,590	1,051	0,09
2004	10,400	887	0,08
2003	3,890	332	0,08
2002	19,900	1,263	0,06
2001	18,380	598	0,03
2000	14,172	487	0,03
1999	-	-	-
1998	5,842	240	0,04
1997	6,040	44	0,007
1996	28,271	414	0,01
1995	5,018	41	0,08
1994	3,351	10,2	0,003
1993	3,281	2,6	0,0007
1992	6,646	2,13	0,0003
1991	-	-	-
1990	17,264	4,9	0,0002
1989	19,733	4	0,0002
TOPLAM	601,968	52,808	

Çizelge 3 incelendiğinde 1991 ve 1999 yıllarında ıhlamur çiçeği hasadı yapılmadığı görölmektedir. Bursa OBM'den bu 2 yıl hariç her yıl (25 yıl) ıhlamur çiçeği hasadı yapılmıştır. Bursa OBM'yi Balıkesir (17 yıl) ve İstanbul (10 yıl) OBM takip etmektedir. İstanbul OBM'den 123.722 kg ıhlamur çiçeği toplanmış ve 23.739 TL gelir elde edilmiştir. Adapazarı OBM'den 27 yılda sadece 8 yıl (1996-2007) toplama yapılmış olmasına karşın oldukça yüksek hasat (61.643 kg) ve gelir (3.758 TL) elde

edilmiştir. Őimdiye kadar en az hasat yapılan OBM'ler ise Isparta, Kastamonu Amasya ve anakkkale OBM'dir. Şekil 2 incelendiğinde en yoksek hasadın 2008-2010 yılları arasında gerçekleştiği

grlmektedir. 1997-2005 ve 2008-2012 yılları arasında en düşük hasat verilerine ulaşılmıştır. 2006 yılından günümüze kadar ıhlamur çiçeği miktarı sürekli ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Yıllara göre ıhlamur çiçeği üretim miktarını gösteren grafik

Ihlamur ieği pazarındaki en büyük sorunlardan birisi olan üretim srekliiliğini sağlamak için koruma-kullanma dengesi gözetilerek katılımcı yaklaşımla ıhlamur çiçeği üretim planları hazırlanmalıdır. Odun Dışı Orman rnleri Daire Başkanlığınca, ODOÜ'y toplayacak kişilerin, toplama organizasyonunun düzenlenmesi, saklama, taşıma, depolama ve kurutma standartlarının oluşturularak, yeterli olmayan TSE standartlarının OGM katkısıyla revize edilmesi sağlanmalıdır. Teknik elemanlar ve köylüler uygun dönemlerde eksik oldukları konularda eğitilmeli, kapasitelerinin artırılması ve daha sonraki uygulamaların denetimi, takibi ve periyodik değerlendirmeleri için sistemlerin oluşturulması gerekir. Ayrıca ıhlamur ağaçlarına zarar veren gelenekselleşmiş üretim yöntemlerinden vazgeçilmelidir. Üniversitelerde ODOÜ dersi ön lisans ve lisans programları içerisinde yeterli düzeyde verilmelidir. Arıcılıkta ıhlamur çiçeğinin önemi konusunda bal üreticilerinin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Sosyal ormancılık yoluyla orman kyllerimizi kalkındırılım ve yaşam standartlarını ykseltelimderken ormanlarımızı ekolojik olarak geri dönülemeyecek tehlikelerle yüz yüze bırakabiliriz. Bundan dolayı, ormanlık sahalarda tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştirilmesinin özendirilmesi yerine bu çalışmaların 4-5 sınıf verimsiz tarım arazilerinde

yapılması uygun olacaktır (ifti ve Fırat, 2006).

Orman köylüsü tarafından doğadan toplama yöntemiyle üretilen ıhlamur çiçeği, özellikle Bursa, Balıkesir ve Adapazarı OBM'lerinde yoğunluk kazanmaktadır. Doğal büyüme alanlarında meydana gelen bilinçsiz budamalar ve tahribatlar sonucunda özellikle Bursa OBM'deki ormanların yapısında bozulmalara sebep olmaktadır. Aşırı yararlanmalar sonucunda ıhlamur alanlarının tekrar rehabilite edilememesi nedeniyle yeterli ve kaliteli ürün elde edilememektedir. Bu tür yararlanmaların fazla olduğu bölgelerde koruma-kullanma dengesi içerisinde ıhlamur türünün devamlılığı ve iek verimini arttırmaya yönelik gerekli bakım çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca rehabilitasyon gerektiren alanlarda özel nitelikli silvikültürel planlamaların yapılması yararlı olacaktır (Ebcin Korkusuz ve Dirik, 2011).

Teşekkür: Ellerindeki bilgi ve dokümanları bizimle paylaşan T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı rn ve Hizmetler Daire Başkanlığına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akın, A. 2006. Türkiye’de Doku Kùltürüne Alınacak Odun Dışı Orman Ürünleri Elde Edilen Bitkilerin Seçilim Kriterleri ve Onların Ticarileřtirilebilme Olanakları. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 403-412, Trabzon.
- Anşın, R., Özkan, Z.C. 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. KTÜ Genel Yayın No:167, Fakùltesi Yayın No:19, Trabzon.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S. Telci İ. 2010. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimini Arttırılması Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, 437-456, Ankara.
- Baytop, T. 1984. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmiřte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, Eczacılık Fakùltesi No:40, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Yaltrık, F., Özdönmez, M. 1982. Türkiye’de Orman Yan Ürünleri. İstanbul Üniversitesi Yayını, No: 2845, Orman Fakùltesi Yayınları No:302, İstanbul.
- Çiftci, M., Fırat, Y. 2006. Türkiye’de Ihlamur Türleri ve Faydalanma Olanaklarının Değerlendirilmesi. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 122-131, Trabzon.
- Ebcin Korkusuz, E., Dirik, H. 2011. Gümüşi Ihlamur’un (*Tilia tomentosa* Moench) Fenolojisi, Çiçek Özellikleri ve Yararlanma Esasları. 2nd International Non-Wood Forest Products Symposium, 201-208, Isparta.
- Fakir, H., Güller, B. 2006. Ethnobotanical Characteristics Of Some Non-Wood Vegetal Forest Products Naturally Distributed in Gebiz Region (Province Antalya), Turkey. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 273-282, Trabzon.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. 2011. Geçmiřten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakùltesi Dergisi, 11 (1): 52-67.
- Girgin, A., Demir, İ. 2009. Odun Dışı Orman Ürünleri. Orman Genel Müdürlüğü İkinci Odun Dışı Orman Ürünleri Paneli, 101-104, İzmir.
- Kayacık, H. 1982. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematięi III. Cilt Angiospermae. İ.Ü. Yayın No: 3013, Orman Fakùltesi Yayın No:321, İstanbul.
- Kılıç, M., Üner, M. 2009. Orman Ekosistemlerini İyileştirme ve Biyolojik Çeşitliliği Arttırma Çalışmaları. Orman Genel Müdürlüğü İkinci Odun Dışı Orman Ürünleri Paneli, 31-34, İzmir.
- Polat, R., Satıl, F. 2012. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir-Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 139, 626- 641.
- Saraç, D.U., Özkan, Z.C. Akbulut S. 2013. Rize İlinin Etnobotanik Özellikleri. Biological Diversity and Conservation 6/3, 57-66.
- Toker, G., Aslan, M., Yeşilada, E., Memişoğlu, M., Ito, S. 2001. Comparative evaluation of the flavonoid content in officinal *Tiliae flos* and Turkish lime species for quality assessment. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 26, 111-121.
- Toker, G., Küpeli, E., Memişoğlu, M., Yeşilada, E. 2004. Flavonoids with antinociceptive and anti-inflammatory activities from the leaves of *Tilia argentea* (silver linden). Journal of Ethnopharmacology 95, 393-397.
- Turna, İ. 2001. Ihlamur (*Tilia Sp.*)’un Doğu Karadeniz Bölgesi Agroforestry Uygulamalarında Kullanılabilirliği: Rize İli Örneği. Ekoloji Çevre Dergisi, 10:38, 18-22.
- Tuttu, G., Ursavaş, S. 2016. Kayın Yaprağının Türkiye’deki Hasat Miktarları. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi. 2(1-2), 1-3.
- Yurdaer, M., Demirci, M. 2009. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Planlamasında Karşılaşılan Sorunlar ve Bu Konuda Yapılabilecekler. Orman Genel Müdürlüğü İkinci Odun Dışı Orman Ürünleri Paneli, 24-30, İzmir.

Kurak Ekosistemlerde Toprak Faunasının Önemi

Meriç ÇAKIR^{1*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

*mericcakir@karatekin.edu.tr

Öz

Enerji akışı ve besin maddesi döngüleri önemli ekosistem süreçleri olup bakteriler, mantarlar, nematodlar, solucanlar ve eklembacaklılar gibi toprak canlılarının aktiviteleri ile kontrol edilmektedir. Toprak içerisindeki süreçlerin işleyişi ve toprak verimliliği bu canlıların faaliyetlerine bağlı olarak devam etmektedir. Dünyadaki toplam karasal alanın %30'u kurak alanlar olup eklembacaklılar, kurak ekosistemlerde yaşayan toprak canlıları içerisinde büyük çeşitliliğe sahiptir. Bu ekosistemlerdeki hassas döngülerin sürdürülebilmesinde önemli görevleri olan canlıların ve fonksiyonlarının bilinmesi hayati önem taşımaktadır. Kurak alanlardaki toprak canlılarının besin ağındaki fonksiyonel yapılarını abiyotik faktörlerden özellikle sıcaklık ve toprak nemi etkilemektedir. Toprak faunasının düşük enerji ihtiyaçları da kuraklık gibi ekstrem şartlarda hayatta kalmalarını sağlamaktadır. Bununla birlikte ölüörtü-toprak ilişkisi hem termal hem de hidrolik özellikleri etkileyerek hızlı değişimlere neden olabilmekte ve özellikle toprak faunasının dağılımını ve çeşitliliğini etkilemektedir. Genel olarak ölüörtü ayrışması üzerinde yağışın etkisi baskın kurak alanlarda ayrışma üzerinde ışııl bozunmanın etkisi hakimdir. Eklembacaklıların ölüörtü ayrışmasına; ölüörtüyü toprakaltına taşıyarak doğrudan veya karmaşık trofik ilişkiler ile dolaylı etkisi olduğu bilinmektedir. Küresel değişim senaryolarında yer alan ekosistem fonksiyonları için toprak altı biyoçeşitliliği belirlenmesi, giderek artan araştırma konuları içinde yer almaktadır. Toprak faunasının miktar ve çeşitliliği ile ekosistem servisleri arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Toprakaltı biyoçeşitliliğinin azalması bu servislerin aksamasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, toprak faunasının biyoçeşitliliğine ve ekosistem fonksiyonlarına olan etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak faunası, kurak alan, eklembacaklılar, ayrışma, biyoçeşitlilik

The Importance of Soil Fauna in Arid Ecosystems

Abstract

Energy flow and nutrient cycles are important ecosystem processes, which are controlled by activities of bacteria, fungi, nematodes, earthworms and arthropods. Belowground processes and soil productivity depend on the activity of soil fauna. Arid lands cover approximately 30% of the world's terrestrial area and arthropods have a great diversity of soil organisms living in arid ecosystems.. It is crucial to know the functions of these organisms in maintaining the fragile cycles in these ecosystems. The functional structure of soil fauna in the food web are affected by soil moisture and temperature in arid lands. Low energy consumption feature of soil fauna provides their survival in extreme conditions such as drought. However, the litter-soil relationship may cause rapid changes and thus affects the distribution and diversity of these organisms by affecting both thermal and hydraulic properties. Generally litter decomposition is affected by precipitation, while photodegradation is more dominant in arid lands. Arthropods are known to contribute to litter decomposition by removing litter into soil directly and also indirectly by complex trophic relationships. Determination of soil biodiversity is the growing body of research topic in ecosystem functions which are included in the global climate change scenarios. There is a strong correlation between the abundance and diversity of soil fauna and ecosystem services. Decreased biodiversity of soil fauna leads to a decreased ecosystem services. In this study, we investigated biodiversity of soil fauna and its effects on ecosystem functions.

Keywords: Soil fauna, arid land, arthropods, decomposition, biodiversity

1. GİRİŞ

Karasal alanların (144.150.000 km²) %30'unu kurak alanlar kaplarken, toplam ormanlık alanların (38.690.000 km²) %6'sını kurak alan ormanları kaplamaktadır (Malagnoux, 2007). Göreceli olarak büyük bir alanı kaplayan kurak alanlar barındırdıkları biyoçeşitlilik ve ekosistem fonksiyonları bakımından hassas ekosistemlerdir (Shekhawat

ve ark., 2012). Genel olarak bitki örtüsünü, çalı ve otsu türlerin oluşturduğu kurak ekosistemlerde enerji akışı ve besin maddesi döngüleri gibi önemli ekosistem süreçleri toprak canlılarının aktiviteleri ile kontrol edilmektedir. Ekosistemin verimliliğini sağlayan, toprak altındaki ve dolaylı olarak toprak üstündeki süreçlerin işleyişi bu canlıların faaliyetlerine bağlı olarak devam etmektedir. Toprak canlılarının, ekosistem fonksiyonlarındaki rolleri

ve biyoçeşitliliklerinin belirlenmesi, ekosistem süreçlerinin anlaşılması bakımından özellikle kurak ekosistemlerde önemlidir.

Kurak ekosistemlerde yaşayan toprak canlıları içerisinde büyük çeşitliliğe sahip eklembacaklıların komünite yapıları zamansal ve mekânsal ölçekte değişiklikler göstermektedir (Wallwork, 1976). Mekânsal dağılımlarını; toprak sıcaklığı, toprak nemi, tekstür ve vejetasyon gibi faktörler etkilerken, zamansal değişimlerini ise mevsimler etkilemektedir (Noble ve ark., 1996; Cakir ve Makineci, 2013). Bu canlılar kurak şartlara uyum sağlamalarına rağmen susuzluğa oldukça duyarlıdır. Bu durum sadece habitatlarında meydana gelen ve tahmin edilemeyen durumlar ile başatmak için geliştirmiş oldukları fizyolojik ve morfolojik adaptasyonlar ile açıklanamamaktadır. Aynı zamanda kurak şartlara karşı bireysel olarak geliştirdikleri yaşam döngüleri ve fenolojik adaptasyonların bilinmesi gerekmektedir (Punzo, 2000). Bu adaptasyonlar omurgasızların kurak alanlardaki mekânsal olarak heterojen dağılımlarını açıklamasına rağmen bazı eklembacaklı taksonlarının (Collembola, Acarina, Formicidae, Coleoptera) çok çeşitli, baskın ve homojen bir dağılım göstermesini açıklayamamaktadır (Piñero ve ark., 2011).

Kurak alanlarda bulunan bitkilerin ve toprak faunasının üreme aktiviteleri, yağışlı sezonda meydana gelmektedir. Yağışlı sezonun sonunda başlayan kuraklıkla birlikte birçok bitki türü ölmekte ya da yapraklarını dökmektedir. Böylece kurak alanlardaki bitki kısımlarının yaklaşık % 90'ı ayrışmak üzere toprak sistemine katılmaktadır. Ölüörtü ayrışması toprak verimliliğini ve net birincil üretimi doğrudan etkileyen ekosistem süreçlerinden biridir. Kurak ekosistemlerde dökülen organik maddenin ayrışmasını, “biyolojik toprak kabuğu” olarak adlandırılan siyanobakteri, alg, mantar, liken ve yosunların oluşturduğu canlı grubu ile eklembacaklılar gerçekleştirmektedir (Lalley ve ark., 2006; Neher ve ark., 2009).

Diğer bir ifade ile kurak ekosistemlerde ekosistem süreçlerinin devamı için toprak faunasının hayati önemi bulunmaktadır. Bu durum kurak alanlarda yapılan ve yapılacak her araştırma sonucunun değerini arttırmaktadır. Bu bağlamda, kurak ekosistemlerde hassas döngülerin sürdürülebilmesinde önemli görevleri olan toprak faunasının, ekosistem fonksiyon ve süreçlerine olan etkileri ile biyoçeşitlilikleri bu çalışmada tanımlanmaya çalışılmıştır.

2. TOPRAK CANLILARI

Toprak içerisinde veya hayatlarının büyük bölümünü toprağa bağımlı olarak yaşayan bütün canlılar toprak canlıları olarak adlandırılır. Toprak canlıları araştırma konusuna göre fonksiyonel, vücut boyutlarına göre ve toprakta bulunuşlarına göre üç kısımda sınıflandırılırlar (Çakır ve Makineci, 2012). En çok kullanılan sınıflandırma Swift ve ark. (1979) tarafından yapılan boyutsal sınıflandırmadır. Vücut boyutlarına göre sınıflandırılan toprak canlıları boyutları < 100 µm olan toprak canlıları mikroflora/mikrofauna, 100 µm ile 2 mm arasında olan toprak canlıları mezofauna ve boyutları > 2 mm olan toprak canlıları makro/megafauna olarak adlandırılarak üç gruba ayrılmaktadır (Şekil 1).

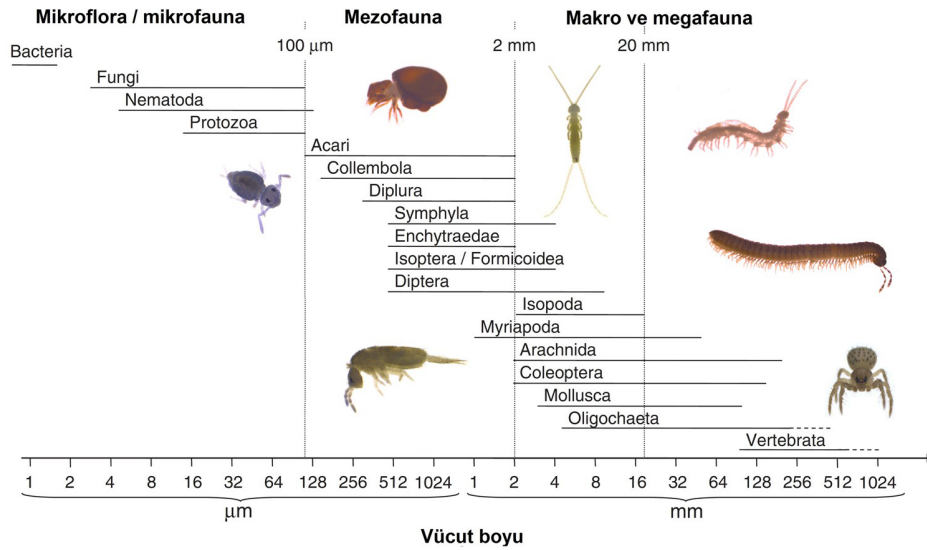
Toprak faunasının çeşitliliği ile ilgili çalışmalarda küresel tanımlanan tür sayısı ve birim alandaki miktar ve çeşitlilikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Bu canlı grupları, ormanlar, tarım alanları ve meralar gibi farklı arazi kullanımlarında ve ılıman kuşak veya tropikler gibi farklı yaşam kuşaklarında yoğun olarak çalışılmasına rağmen kurak ve yarıkurak alanlarda yapılmış çalışma sayısı yetersizdir.

2.1 Mikroflora / Mikrofauna

Mikroflora, boyutları < 100 µm olan ve toprak içerisindeki miktar ve çeşitlilik bakımından en zengin gruptur (Fierer ve ark., 2007). En çok çalışılan mikroflora “mikrop” olarak adlandırılan bakteri ve mantarlardır. Bakteriler tek hücreli prokaryotlardır ve toprak taneciklerini saran su filmlerinde (higroskopik ve kapillar) yaşarlar. Toprak içerisinde en az 25 farklı bakteri taksonu bulunmaktadır. Bunlardan sayıca en baskın olan Acidobacteria, Proteobacteria, Actinobacteria, Bacteriodes ve Firmicutes taksonlarıdır. İpliksi mantarlar ise toprak içerisindeki boşluklarda yaşarlar ve Basidiomycota, Ascomycota ve Glomeromycota toprakta en fazla bulunan taksonlardır (Moore ve ark., 2011).

Mikroflora ölüörtü ayrışması, karbon ve besin döngüleri ve bitki büyümesi ile birincil üretimin düzenlenmesi gibi ekosistem fonksiyonlarına katkıda bulunurlar. Özellikle kök bölgesinde aktif olarak bulunan mantar ve bakteriler bitki büyümesini etkilerler (Wall ve ark., 2012).

Mikrofauna, toprak canlıları içerisinde boyutları < 100 µm olan Nematoda, Protozoa ve Rotifera taksonlarını içeren gruptur (Wallwork, 1970). Nematodlar toprak su filmlerinde ve yabıt köklerinde



Şekil 1. Toprak faunasının vücut boyuna göre sınıflandırılması (Swift et al., 1979) (Foto: M. Çakır).

Çizelge 1. Toprak canlılarının boyutlarına göre, tanımlanan ve tahmin edilen tür sayıları ile birim alandaki miktar ve çeşitlilikleri (Bardgett and van der Putten, 2014; Orgiazzi et al., 2016)

Canlılar	Tanımlanan Tür Sayısı	Tahmin Edilen Tür Sayısı	Birim Alandaki Tür Çeşitliliği	Birim Alandaki Miktarları
Mikroflora/Mikrofauna				
Prokaryot	40000	1.000.000.000	100-9000 cm ⁻³	4-20x10 ⁹ cm ⁻³
Fungi	97000	15.000.000-51.000.000	200-235 g ⁻¹	100 mg ⁻¹
Nematoda	25000	1.000.000-10.000.000	10-100 m ⁻²	2-9x10 ⁵ m ⁻²
Mezofauna				
Collembola	8500	24.000	20 m ⁻²	1-5x10 ⁴ m ⁻²
Acarina	45000	80.000	100-150 m ⁻²	1-10x10 ⁴ m ⁻²
Makrofauna				
Isopoda	5000	-	10-100 m ⁻²	10 m ⁻²
Diplopoda	11000	15.000-20.000	10-2500 m ⁻²	110 m ⁻²
Oligochaeta	7000	30.000	10-15 ha ⁻¹	300 m ⁻²

yaşayan yuvarlak kurtlardır. Beslenme stratejileri çeşitlilik gösterir ve bu yüzden besin ağının her basamağında yer alırlar. Farklı ağız yapılarına sahip olan nematodlar bakterivor, fungivor, karnivor veya omnivordurlar. Tek hücreli ökaryot olan Protozoa ise içi su dolu toprak boşluklarında yaşar. Protozoa morfolojik olarak dört gruba ayrılır bunlar; Amoebae (kök ayaklılar), Flagellate (kamçılı hayvancıklar), Ciliata (Kirpikliler) ve Sporozoa'dır (Haktanır ve Arcak, 1997). Birçok protozoa türü bakteriler ile beslenmesine rağmen fungivor, predatör ve saprofit beslenmede gösterirler. Toprak mikrofaunasının farklı besin kaynaklarını tüketerek besin döngüsü gibi ekosistem fonksiyonlarına katkıları vardır. Mikrofauna mikroplar ile beslenerek mantar ve

bakterilerin popülasyonunu düzenlerken kendileride mezofaunanın besin kaynağını oluşturmaktadırlar (De Deyn ve ark., 2003).

2.2 Mezofauna

Mezofauna, boyutları 100 µm ile 2 mm arasında olan toprak canlılarıdır (Swift ve ark., 1979). Mezofaunayı oluşturan ana taksonlar Acari, Collembola, Protura, Diplura, ve Symphla'dır. Acari, mezofauna içerisinde en fazla bulunan ve en fazla çeşitliliğe sahip taksondur (Krantz, 1978). Toprak içerisindeki boşluklarda ve ölü örtü katmanında yoğun olarak bulunurlar. Toprak içerisinde en fazla bulunan taksonları Oribatida, Astigmata,

Mesostigmata ve Prostigmatadır (Çakır ve Makineci, 2013). Acari taksonu toprak besin ağında herbivor, bakterivor, fungivor, ve predatör olarak her bir trofik seviyede bulunur. Collembola, altı bacaklı, antenli, kanatsız ilkel böceklerdir. Acari ile kıyaslandığında çeşitlilikleri az olmasına rağmen toprak içerisindeki miktarları aynı olabilmektedir (Petersen ve Luxton, 1982). Collembola toprak içerisindeki boşluklarda ve ölüörtü içerisinde yoğun olarak bulunan canlılardandır. Collembola bireylerinin nem ve besin istekleri (fungi, alg ve bitki) Acari taksonuna kıyasla daha sınırlıdır (Petersen, 2002). Toprak mezofaunası, patojenik organizmalar ile beslenerek hastalık ve zararlıların kontrolü ile besin döngüsü gibi süreçlere katkı sağlarken makrofauna ile küçük omurgalıların besin kaynağını oluştururlar (Akkaya ve Uğurtaş, 2006).

2.3 Makrofauna

Makrofauna boyutları >2 mm olan toprak canlılarıdır (Swift ve ark., 1979). Makrofauna, Insecta, Isopoda, Myriapoda, Arachnida gibi makroeklembacaklılar ile birlikte Gastropoda ve Oligochaeta gibi yumuşak vücutlu omurgasızları da kapsar. Makrofauna içerisinde Diplopoda, Isopoda ve Gastropoda ölüörtü ile beslenen önemli ayrıştırıcılarıdır. Chilopoda, Arachnida ve Carabidae toprak ve ölüörtüde beslenen perdatör grubun üyeleridirler. “Ekosistem mühendisleri” olarak adlandırılan karıncalar ve toprak solucanları buldukları çevrenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek ekosistem fonksiyonlarını etkilemektedirler (Jones ve ark., 1994). Makrofauna, ayrışma, besin döngüsü, toprak strüktürü ile zararlı ve hastalık yapan canlıların popülasyon yoğunluğunu dengede tutmak gibi önemli ekosistem fonksiyonlarını etkilerler. Yukarıda belirtilen faaliyetleri ile makrofaunanın bitki büyümesi ve birincil üretime olumlu ve olumsuz etkileri olmaktadır (Barros ve ark., 2001; Frouz ve ark., 2006).

3. ABİYOTİK FAKTÖRLERİN TOPRAK FAUNASINA ETKİSİ

Kurak ekosistemlerde toprak canlılarının fonksiyonel olarak önemi doğrudan fizyolojik özellikleri ile ilgilidir. Çünkü dünyadaki kurak alanlardaki tahmin edilemeyen meteorolojik

olaylar, özellikle yağış, toprak nemi ve su potansiyelinde öngörülemeyen değişimlere neden olmaktadır. Kurak alanlarda toprak canlılarının aktif oldukları dönem, abiyotik faktörler tarafından belirlenmektedir. Örneğin çöl ekosisteminde toprak su potansiyeli 0,4 MPa (4 atm)’de bir çok protozoa kist haline geçerken nematodların %50’si uyku halinde bulunmaktadır. Toprak neminin arttığı dönemlerde bu canlılar aktif hale gelerek hızlı bir şekilde üremektedir (Whitford, 1989). Toprak faunası içerisinde yer alan her canlının nem ihtiyacı ve fizyolojik adaptasyonları farklılık göstermektedir (Somme, 1995). Eklembacaklıların düşük enerji ihtiyaçları da kuraklık gibi ekstrem şartlarda hayatta kalmalarını sağlamaktadır (Heatwole, 1996). Toprağın tane boyutları su ve hava ekonomisini etkileyerek toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirmektedir (Wall ve ark., 2012). Noble ve ark. (1996) orta tekstürlü topraklarda Prostigmata (Acari) taksonunun miktar ve çeşitliliğinin ağır tekstürlü topraklara kıyasla daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu bakımdan tekstür, canlıların komünite yapıları ile miktar ve çeşitlilikleri üzerinde etkili olmaktadır. Toprak canlılarının büyük bir kısmı gün ışığında faaliyet göstermeyen kriptozon (cryptozoan: kryptos + zoon, saklanan + hayvan) canlılarıdır. Genellikle ölüörtü içerisinde, taşların altında, toprak içinde ve çatlaklarında yaşar ve faaliyet gösterirler (Coleman ve ark., 2004). Gece yaşamaları, düşük solunum oranları ve sınırlı solunum yüzeyleri gibi özelleşmeleri ve adaptasyonları ile kurumaya ve kuraklığa dayanıklıdırlar (Hattenschwiler ve Bretscher, 2008). Kurak alanlardaki toprak canlılarının besin ağındaki fonksiyonel yapılarını, abiyotik faktörlerden özellikle sıcaklık ve toprak nemi etkilemektedir. Bununla birlikte ölüörtü-toprak ilişkisi hem termal hem de hidrolik özellikleri etkileyerek hızlı değişimlere neden olabilmekte ve özellikle toprak canlılarının dağılımını ve çeşitliliğini etkilemektedir (Whitford, 1989).

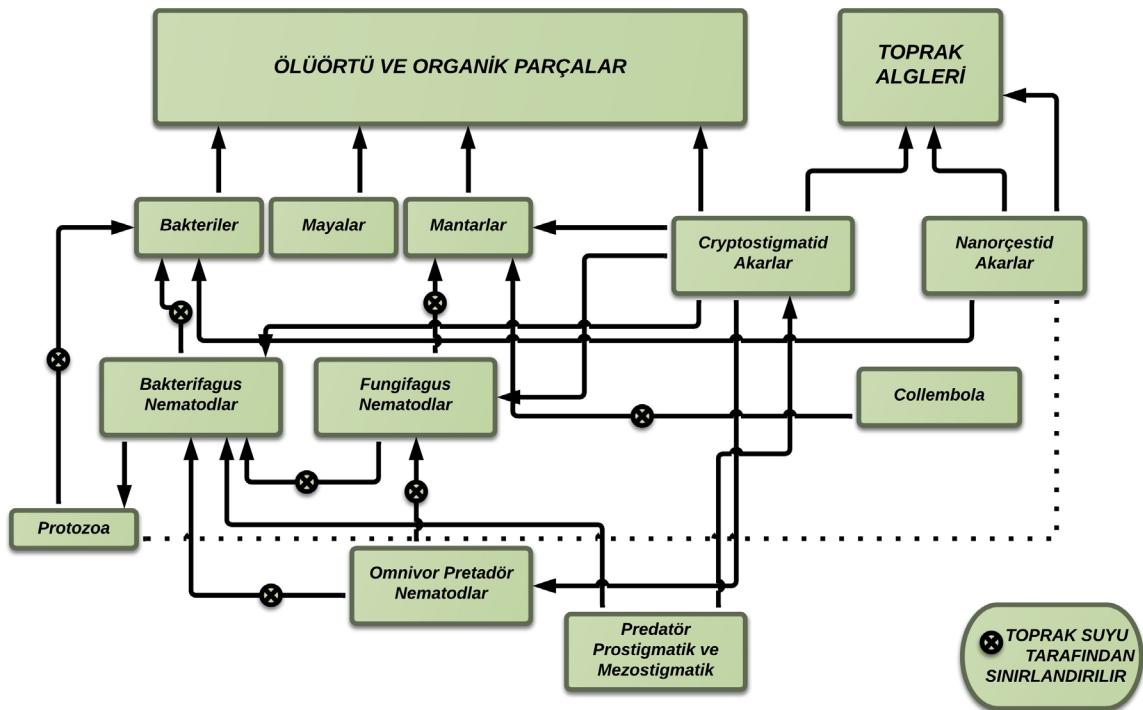
4. TOPRAK FAUNASININ ÖLÜÖRTÜ AYRIŞMA SÜRECİNE ETKİSİ

Kurak ekosistemlerde canlıların gelişimi için hayati öneme sahip iki etken vardır. Bunlardan birincisi yağış ikincisi ise yıllık ölüörtü döküm miktarı ve ayrışma sonucunda toprağa geri dönen organik madde miktarıdır (Austin ve Vivanco, 2006; Li ve ark., 2011). Kurak ekosistemlerde

birincil üretim miktarında, faydalanılabilir besin maddelerinden özellikle azotun önemli rolü vardır. Kurak alanların toprakları diğer ekosistemlere kıyasla göreceli olarak daha az gelişmiş olup organik madde ve besin maddesi içeriği düşüktür (Kemp ve ark., 2003). Topraktaki organik maddenin ve bitki besin maddelerinin kaynağı olan ölüörtü ayrışması toprak canlıları ile birlikte iklim, ölüörtü kalitesi ve toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı tarafından etkilenmektedir (Swift ve ark., 1979). Genel olarak ayrışma üzerinde yağışın etkisi baskınken (Bradford ve ark., 2016) yarı kurak alanlarda ayrışma üzerinde ışıl bozunmanın etkisi hakimdir (Austin ve Vivanco, 2006). Yapılan çalışmalara göre çürükçül eklembecaklıların ölüörtü ayrışmasına; ölüörtüyü toprak altına taşıyarak doğrudan (Whitford ve ark., 1988; Lavelle ve Spain, 2001) veya karmaşık trofik ilişkiler ile dolaylı etkisi olduğu belirtilmiştir

(Kemp ve ark., 2003). Lawrence ve Wise (2000) tarafından yapılan deneysel çalışmada, Örümcekler (Arachnida) deney alanından çıkarıldığında Collembola popülasyonu % 60 artmış, ayrışma daha hızlı olmuştur. Bu sonuç avcı olan örümceklerin, ayrıştırıcı komünite üzerinde düzenleyici rol oynadığını ve ayrışmaya dolaylı etkileri olduğunu göstermektedir.

Ayrışma süreci; yaprağın toprağa değer değmez bakteri ve mantarlar tarafından kutikulasının parçalanması ile başlamaktadır (Berg ve Laskowski, 2005). Daha sonra ölüörtü üzerine bakteri ile beslenen nematodlar ve tydeid akarlar ile mantarla beslenen nematodlar ve diğer akarlar gelmekte son olarak da mantar ve nematodlar ile beslenen akarlar ile Collembola ve diğer mikroeklembecaklılar gelmektedir (Şekil 2) (Coleman ve ark., 2004; Berg ve McClaugherty, 2014).



Şekil 2. Kurak alanlarda toprak besin ağı. Ölüörtü ayrışmasında etkili olan toprak organizmaları birliğine göre yapılmıştır (Whitford, 1996)

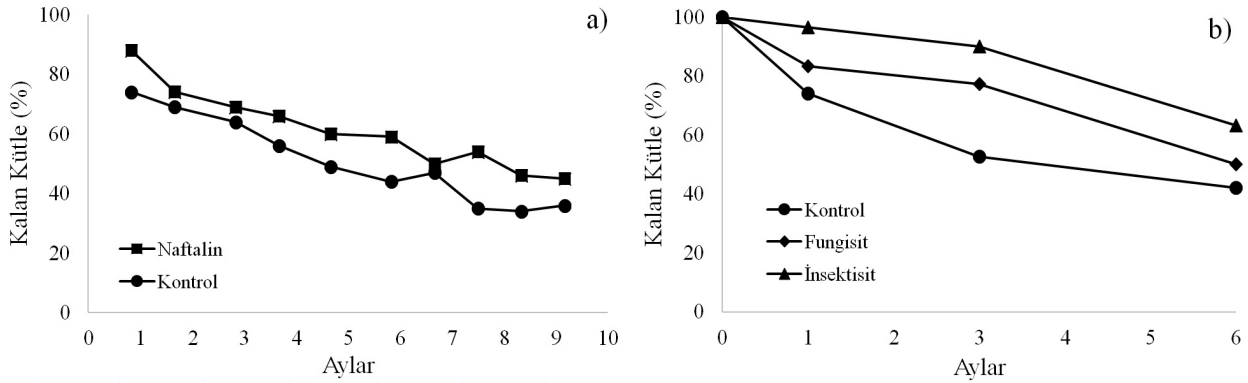
Canlıların ayrışma sürecine etkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Hunter ve ark., 2003). Bazı çalışmalarda ayrışmaya etki ettiği düşünülen canlıların naftalin, insektisit veya fungusit gibi kimyasallar kullanılarak uzaklaştırılması sonucunda ayrışmada meydana gelen farkın ortaya konması ile canlıların ayrışma sürecine olan etkisi belirlenmiştir (Santos ve Whitford, 1981; Heneghan ve ark., 1998; Cakir, 2012). Yapılan çalışmalarda naftalin

ile eklembecaklıların uzaklaştırıldığı ölüörtü keselerinde ayrışmanın yaklaşık % 20 azaldığı ve eklembecaklıların ayrışmada önemli rolleri olduğu belirtilmiştir (Şekil 3a). Diğer bir çalışmada fungusit kullanımı ile mantar misel yoğunluğunun azaltılması sonucunda ayrışmanın yavaşladığı fakat üçüncü aydan sonra fungusit etkenliğinin azalması ile ayrışmanın hızlandığı belirtilmiştir (Şekil 3b).

Toprak faunası içinde sayıca fazla olan

Collembola taksonu, azot mineralizasyonu, toprak solunumu, çözünebilir karbonun yıkanması ve bitki büyümesinde önemli etkileri olan canlılardır (Filser, 2002). Benzer olarak Oribatid akarlarda enzim aktiviteleri ile karbon mineralizasyonunu % 20 arttırarak ayrışma sürecinde ölüörtünün kimyasal

yapısını önemli derecede değiştirmektedir (Wickings ve Grandy, 2011). Austin ve Vivanco (2006) kurak bir ekosistemde, toprak canlılarını biyosit ile uzaklaştırdıklarında, karbon mineralizasyonu % 28, mikrobiyal biyokütle % 53 azalarak ayrışmanın önemli ölçüde yavaşladığını belirtmişlerdir.



Şekil 3. Ölüörtü ayrışmasında a) naftalin ile dışlanan (Heneghan et al., 1999) ve b) fungusit ve insektisit ile dışlanan eklembacaklıların ayrışma sonucunda kütle kaybına etkisi (Santos and Whitford, 1981).

Formicidae ve Coleoptera kurak alanlarda en çok görülen makroeklembacaklılardır. Makroeklembacaklıların komünite ve trofik yapıları ölüörtü ve toprak içerisinde değişmekte olup, ölüörtüde çürükçüller baskın olarak bulunurken, toprak altında sırası ile çürükçüller, otoburlar ve avcı komüniteler bulunmaktadır (Doblas-Miranda ve ark., 2007, 2009). Makroeklembacaklılar besin konusunda mikroeklembacaklılara kıyasla daha seçicidirler. Çürükçül olan Isopoda, ölüörtü ile birlikte fideciklerin yaprakları ve kökleriyle beslenmeyi tercih eder (Rushton ve Hassall, 1983). Diplopoda ise yüksek polifenollü besinlerden kaçınan fakat yüksek kalsiyum içeren yaprakları tercih ederken (Ashwini ve Sridhar, 2005) özümseme etkinlikleri yüksek olmasına rağmen yeni düşen yaprakları genellikle tercih etmezler (David ve Gillon, 2002). Ayrıca ayrışmaya olan katkıları ile azot mineralizasyonunu hızlandırır (Fujimaki ve ark., 2010). Makroeklembacaklılar ayrışma sürecinde, özellikle ölüörtünün kimyasal değişiminde etkili canlılardır. Makroeklembacaklıların olmadığı sahalarda ölüörtünün azot ve toplam fenolik miktarı azalmakta buna karşın selüloz ve tanin miktarı artmaktadır (Hunter ve ark., 2003). Bu bilgiler ışığında toprak faunasının, toprak besin ağı içerisinde ve besin döngüsünde önemli rolleri ve ekosistem süreçleri içinde hayati etkilerinin olduğu görülmektedir.

5. KURAK ALANLARDA TOPRAK FAUNASININ ÇEŞİTLİLİĞİ VE EKOSİSTEM FONKSİYONLARINA ETKİLERİ

Biyoeçşitlilik ve ekosistem fonksiyonları arasındaki ilişki, son on yılda ekoloji ve doğa bilimlerinin dikkat çekici konusu olmuştur. Toprak içerisinde yaşayan, büyük çeşitliliğe sahip canlıların ekosistem hizmetlerinin düzenlenmesinde önemli rolleri vardır ve bu hizmetler ekosistemlerin şekillenmesinde önemli etkilere sahiptir (Lavelle, 1996; Bardgett, 2005). Küresel değişim senaryolarında yer alan ekosistem fonksiyonları için toprak altı biyoeçşitliliğinin belirlenmesi, giderek artan araştırma konuları içinde yer almaktadır (Wolters ve ark., 2000). Karbon ve besin döngülerinin temel süreçleri toprak içerisinde meydana gelmektedir. Bu döngüleri büyük ölçüde etkileyen ayrışma sürecinde, eklembacaklıların (Seastedt, 1984; Blair ve ark., 1990; Wang ve ark., 2009) ve mikrobiyal canlıların (Wright ve Coleman, 2002; Torres ve ark., 2005; Brandstätter ve ark., 2013) etkileri bilinmesine rağmen bu süreçler içerisindeki rolleri kesin olarak bilinmemektedir (Fitter ve ark., 2005). Toprak canlılarının; biyokimyasal döngülerin düzenlenmesi, toprak yapısının düzenlenmesi, toprak gübrelenmesi, atık ve kirleticilerin biyoslahı, besin ve gazların yerdeğiştirmesi, atmosferik gazların düzenlenmesi (CO₂ ve NO_x), zararlı ve patojenlerin

kontrolü, bitki ve hayvan popülasyonlarının düzenlenmesi, bitkisel üretime katkı gibi ekosistem hizmetlerinde önemli rolleri vardır (Wall ve ark., 2001; Wall, 2004; Lavelle ve ark., 2006). Bu bağlamda toprak canlılarının miktar ve çeşitliliği ile ekosistem hizmetleri arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Toprakaltı biyoçeşitliliğinin azalması bu hizmetlerin aksamasına neden olmaktadır (Lavelle, 1996). Bu durumda toprak biyoçeşitliliği ile ekosistem fonksiyonları ve hizmetleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi önem kazanmaktadır (Wall ve ark., 2012; Havlicek ve Mitchell, 2014).

5.1. Toprak Faunasının Çeşitliliği

Kurak alanlarda yamalar halinde bulunan bitki örtüsünde, çalı türlerinin altında ve biyolojik toprak kabuğunda eklembacaklı çeşitliliği bitki örtüsüne sahip olmayan alanlara kıyasla daha fazla bulunmaktadır (Lalley ve ark., 2006; Villarreal-Rosas ve ark., 2014; Liu ve ark., 2016). Ülkemizde kurak alanların büyük kısmında bozkır (step) vejetasyonu görülmektedir (Çetik, 1985). Yetiştirme ortamına bağlı olarak bozkır toprakları farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler göstermektedir. Genel olarak çalı ve otsu bitki türlerinin baskın olduğu bozkır alanları, bitki türü ve çeşitliliğine bağlı olarak ince köklerin göreceli olarak hızlı ayrışması sonucunda üst toprağın organik madde ve biyoçeşitlilik bakımından zengin olmasına neden olur (Frouz ve ark., 2001).

Organik madde, enerji ve besin döngülerinin önemli kısmının gerçekleştiği toprağın üst katmanı yüksek biyoçeşitliliğe sahip sıcak noktalardan biridir (Havlicek ve Mitchell, 2014). Ayrıca bu ince katmanda ayrışma, toprak besin ağı ve ekosistem hizmetleri de gerçekleşmektedir (Berg ve McClaugherty, 2014). Kurak alanlarda organik maddece zengin üst horizonun kalınlığı, toprağın gelişimini ve yaz kuraklığında toprak canlılarının hayatta kalmalarını sağlamaktadır (Wallwork, 1976). Üst horizonun organik madde miktarı ve kalınlığı toprak canlılarının miktar ve çeşitliliğini de etkilemektedir. Ölü örtünün kalınlığı, eklembacaklıların miktarını etkilerken kalitesi ise biyoçeşitliliğini etkilemektedir (Cakir ve Makineci, 2013).

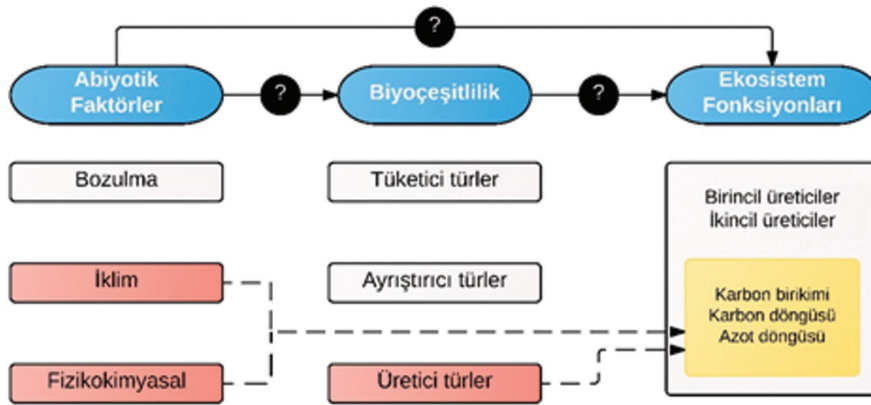
Toprak faunasının tür sayısı birim alandaki çeşitlilikleri ve miktarları Çizelge 1’ de verilmiştir. Halen bir çok tanımlanmamış türün olduğu da tahmin edilmektedir (Orgiazzi ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalar her ekosistemin farklı biyoçeşitliliğe sahip olduğunu ve kendine özgü canlı gruplarını desteklediğini göstermiştir (Bardgett ve ark., 2005). Tropikal ve ılıman kuşaklar, kurak alanlara kıyasla göreceli olarak göre daha yüksek toprak biyoçeşitliliğine sahiptir. Kurak alan eklembacaklı faunası içerisinde genel olarak en baskın canlılar prostigmatid ve oribatid akarlardır ve toplam eklembacaklıların %20’sinden fazlasını oluşturmaktadırlar (Wallwork ve ark., 1986). Toprak faunasının tür çeşitliliği farklı ekosistemlerde değişkenlik göstermektedir. Rusek (1992) otlak-ladin ekotonunda (Çekoslovakya) yapmış olduğu çalışmada en yüksek Nematoda (40 tür) çeşitliliğini otlak alanda, Oribatida ve Collembola (ortalama 24 tür) çeşitliliğinin en fazla orman alanında olduğunu belirtmiştir. Mera toprağında (Kansas) yapılan diğer bir çalışmada 579cm³ lük toprak örneği içerisinde 3361 birey içerisinde 159 akar türü teşhis edilmiştir (John ve ark., 2006). En düşük Collembola çeşitliliği 27 tür ile Illinois (Amerika) çayırlarında (Brand ve Dunn, 1998) ve 12 tür ile İskoçya asidik meralarında bulunmuştur (Cole ve ark., 2005). En yüksek Collembola çeşitliliği ise 211 tür ile Slovakyada belirlenmiştir (Rusek, 1998).

5.2. Toprak Faunasının Ekosistem Fonksiyonlarına Etkileri

Toprak canlılarının toprak fonksiyonları içinde, organik maddenin ayrışması, humus oluşumu ve besin döngüsü gibi ekosistem süreçlerinde önemli görevleri ve rolleri bulunmaktadır. Ayrıca toprağın gözenekliliğini, havalanmasını, geçirgenliğini ve organik maddenin toprak horizonları içindeki dağılımını etkilemektedirler. Toprak canlıları tarafından organik maddenin ayrıştırılması ekosistem fonksiyonları için çok önemlidir. Çünkü ayrışma, bitki büyümesi ve birincil üretim gibi ekosistem servislerinin sağlanmasında en önemli süreçlerden biridir (De Deyn ve ark., 2008; Menta, 2012).

Ekosistem fonksiyonlarını, abiyotik faktörler ve biyoçeşitlilik gibi ana faktörler tek tek veya birlikte etkilemektedirler (Midgley, 2012). Fakat ekosistemin bozulması ile tüketici ve ayrıştırıcı türler gibi alt faktörlerin, ekosistem fonksiyonlarına birlikte olan etkileri tam olarak belirlenmemektedir (Şekil 4). Maestre ve ark. (2012) bitki çeşitliliği ile abiyotik faktörlerin (iklim ve fizikokimyasal faktörler), karbon birikimi ve besin döngüsü gibi bazı ekosistem fonksiyonlarına olan etkisini belirlemiştir



Şekil 4. Biyoçeşitlilik ve abiyotik faktörlerin ekosistem fonksiyonlarına etkileri (Midgley, 2012).

Toprak besin ağı içerisinde Protozoa, Nematoda, Rotifer ve bazı Collembola ve Acari türleri beslenme faaliyetleri ile bakteri ve mantar (fungi) popülasyonlarını düzenler ve dışkıları ile de mantar sporlarını metrelerce uzağa yayabilirler (Wardle, 2002; Kampichler ve Bruckner, 2009). Bu faaliyetleri ile hem hastalık yapıcı canlıların popülasyonlarını kontrol altında tutarken hem de toprak biyoçeşitliliğini korurlar.

Kurak alanlardaki çok az canlı grubu kayaların ve diğer mineral yüzeylerin parçalanmasında ve bunun sonucunda besin maddelerinin faydalanılabilir hale gelmesinde etkilidir. Toprak faunası içerisinde salyangoz (Gastropoda) ve tespih böcekleri (Isopoda) toprak yüzeyindeki algler ile beslenirken önemli miktarda toprağı ayrıştırır ve besin maddelerini serbest hale getirirler (Huenneke ve Noble, 1996).

Ekosistem mühendisleri olarak adlandırılan karıncalar toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirirler (Jones ve ark., 1994). Karıncalar toprak ekosistemini, koridorlar ve galeriler açarak gözenekliliğı ve havalanmasını değiştirerek fiziksel (McCahon ve Lockwood, 1990), besin madde miktarını artırarak, pH'ı nötre yaklaştırarak, organik maddeyi ve farklı besinleri yuva ve etrafında biriktirerek ayrıca ayrışmayı hızlandırarak kimyasal (Frouz ve ark., 2003; Frouz ve ark., 2005), yuva etrafındaki mikrobiyal aktiviteyi değiştirerek biyolojik (Jilková ve ark., 2015) olarak etkilerler. Ayrıca ekosistem mühendisleri yapmış oldukları faaliyetlerle tohumların dağılımı ve tozlaşma, bitki komünitelerinin düzenlenmesi ve zararlıların biyolojik kontrolü gibi ekosistem fonksiyonlarını gerçekleştirirler (Frouz ve Jilkova, 2008; Del Toro ve ark., 2012).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak canlılarının ekosistem fonksiyon ve hizmetlerinde önemli rolleri olduğu bilinmektedir. Toprak faunasında meydana gelen değişimler sonucunda farklı ekosistemlerde farklı tepkiler meydana gelmektedir. Kurak alanlar gibi hassas ekosistemlerde meydana gelen bozulmalar, toprak faunasını ve buna bağılı olarak besin madde döngüleri gibi ekolojik süreçleri durma noktasına getirebilmektedir. Toprak faunasında meydana gelen değişime bağılı olarak karbon, azot ve su döngüleri gibi önemli ekolojik süreçlerin kesintiye uğraması, birincil üretim için gerekli süreçleri etkilerken hem toprak altı hem de toprak üstü ekosistemlerin zarar görmesine neden olabilmektedir. Vejetasyon süresinin kuraklık nedeni ile göreceli olarak kısa olduğu kurak ekosistemlerde, birincil üretimin azalması sonucunda doğal döngü ve süreçlerde aksamalar meydana gelmektedir. Birincil üretim ve ayrışma süreçlerinde meydana gelen bu aksamalar canlılar ile birlikte ekosistem fonksiyon ve hizmetlerini olumsuz etkilemektedir.

Kurak alanlardaki toprak canlılarının miktar ve biyoçeşitlilikleri nemli ekosistemlere kıyasla daha az olmaktadır. Bu durum kurak alanlardaki toprak canlılarının ekosistem süreçleri üzerindeki etkilerinin önemini arttırmaktadır. Son yıllarda toprak canlılarının ekosistemler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı konulara gereken önem verilmeye başlanmıştır. Ancak kurak alanlardaki toprak faunasının, besin döngüsü, ayrışma süreci, biyoçeşitlilik ve ekosistem süreçlerine olan etkileri ile ilgili detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Son olarak, ekosistem süreçlerine önemli etkileri olan toprak faunasının araştırılması ile elde

edilen bilgiler ışığında; toprak koruma ve toprak verimliliği, hastalıkların azaltılması ve önlenmesine yönelik yeni yaklaşımlar oluşturulup sürdürülebilir arazi yönetimine entegre edilebilir ve böylece kurak ekosistemlerden en üst seviyede faydalanma sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, A., Uğurtaş, İ.H., 2006. The feeding biology of *Ophisops elegans* Menetries, 1832 (Reptilia: Lacertidae) populations of the Bursa region. Turkish Journal of Zoology 30, 357-360.
- Ashwini, K.M., Sridhar, K.R., 2005. Leaf litter preference and conversion by a saprophagous tropical pill millipede, *Arthrosphaera magna* Attems. Pedobiologia 49, 307-316.
- Austin, A.T., Vivanco, L., 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. Nature 442, 555-558.
- Bardgett, R., Hopkins, D., Usher, M., 2005. Biological diversity and function in soils. Cambridge University Press, UK.
- Bardgett, R.D., 2005. The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Bardgett, R.D., van der Putten, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. Nature 515, 505-511.
- Barros, E., Curmi, P., Hallaire, V., Chauvel, A., Lavelle, P., 2001. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of an oxisol in the process of forest to pasture conversion. Geoderma 100, 193-213.
- Berg, B., Laskowski, R., 2005. Litter decomposition: a guide to carbon and nutrient turnover. Academic Press New York.
- Berg, B., McClaugherty, C., 2014. Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Blair, J.M., Parmelee, R.W., Beare, M.H., 1990. Decay rates, nitrogen fluxes, and decomposer communities of single-and mixed-species foliar litter. Ecology 71, 1976-1985.
- Bradford, M.A., Berg, B., Maynard, D.S., Wieder, W.R., Wood, S.A., 2016. Understanding the dominant controls on litter decomposition. Journal of Ecology 104, 229-238.
- Brand, R.H., Dunn, C.P., 1998. Diversity and abundance of springtails (Insecta: Collembola) in native and restored tallgrass prairies. The American Midland Naturalist 139, 235-242.
- Brandstätter, C., Keiblinger, K., Wanek, W., Zechmeister-Boltenstern, S., 2013. A closeup study of early beech litter decomposition: potential drivers and microbial interactions on a changing substrate. Plant and Soil 371, 139-154.
- Çakır, M., 2012. Litter decomposition and organic matter turnover by soil microarthropods. In, Cost Action FP803 'Belowground Carbon Turnover in European Forests', Antalya, Turkey.
- Çakır, M., Makineci, E., 2013. Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation. Environmental monitoring and assessment 185, 8943-8955.
- Cole, L., Buckland, S.M., Bardgett, R.D., 2005. Relating microarthropod community structure and diversity to soil fertility manipulations in temperate grassland. Soil Biology and Biochemistry 37, 1707-1717.
- Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004. Fundamentals of soil ecology. Academic press, USA.
- Çakır, M., Makineci, E., 2012. Toprak faunası: sınıflandırılması ve besin ağındaki yeri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi 61, 43-55.
- Çetik, R., 1985. Türkiye Vejetasyonu I: İç Anadolu'nun Vejetasyonu ve Ekolojisi. Selçuk Üniversitesi Yayınları, Konya.
- David, J.F., Gillon, D., 2002. Annual feeding rate of the millipede *Glomeris marginata* on holm oak (*Quercus ilex*) leaf litter under Mediterranean conditions. Pedobiologia 46, 42-52.
- De Deyn, G.B., Cornelissen, J.H., Bardgett, R.D., 2008. Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. Ecology letters 11, 516-531.
- De Deyn, G.B., Raaijmakers, C.E., Zoomer, H.R., Berg, M.P., de Ruiter, P.C., Verhoef, H.A., Bezemer, T.M., van der Putten, W.H., 2003. Soil invertebrate fauna enhances grassland succession and diversity. Nature 422, 711-713.
- Del Toro, I., Ribbons, R.R., Peline, S.L., 2012. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News 17, 133-146.
- Doblas-Miranda, E., Sánchez-Piñero, F., González-Megías, A., 2007. Soil macroinvertebrate fauna of a Mediterranean arid system: composition and temporal changes in the assemblage. Soil Biology and Biochemistry 39, 1916-1925.
- Doblas-Miranda, E., Sánchez-Piñero, F., González-Megías, A., 2009. Vertical distribution of soil macrofauna in an arid ecosystem: Are litter and belowground compartmentalized habitats? Pedobiologia 52, 361-373.

- Fierer, N., Breitbart, M., Nulton, J., Salamon, P., Lozupone, C., Jones, R., Robeson, M., Edwards, R.A., Felts, B., Rayhawk, S., 2007. Metagenomic and small-subunit rRNA analyses reveal the genetic diversity of bacteria, archaea, fungi, and viruses in soil. *Applied and environmental microbiology* 73, 7059-7066.
- Filser, J., 2002. The role of Collembola in carbon and nitrogen cycling in soil: Proceedings of the Xth international Colloquium on Apterygota, České Budějovice 2000: Apterygota at the Beginning of the Third Millennium. *Pedobiologia* 46, 234-245.
- Fitter, A., Gilligan, C., Hollingworth, K., Kleczkowski, A., Twyman, R., Pitchford, J., 2005. Biodiversity and ecosystem function in soil. *Functional Ecology* 19, 369-377.
- Frouz, J., Elhottová, D., Kuráž, V., Šourková, M., 2006. Effects of soil macrofauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unreclaimed post mining sites: results of a field microcosm experiment. *Applied soil ecology* 33, 308-320.
- Frouz, J., Holec, M., Kalčík, J., 2003. The effect of *Lasius niger* (Hymenoptera, Formicidae) ant nest on selected soil chemical properties. *Pedobiologia* 47, 205-212.
- Frouz, J., Jilková, V., 2008. The effect of ants on soil properties and processes (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 11, 191-199.
- Frouz, J., Kalčík, J., Cudlín, P., 2005. Accumulation of phosphorus in nests of red wood ants *Formica* s. str. In, *Annales zoologici fennici*. JSTOR, pp. 269-275.
- Frouz, J., Keplin, B., Pizl, V., Tajovský, K., Starý, J., Lukesová, A., Nováková, A., Hánel, L., Materna, J., Düker, C., 2001. Soil biota and upper soil layer development in two contrasting post-mining chronosequences. *Ecological engineering* 17, 275-284.
- Fujimaki, R., Sato, Y., Okai, N., Kaneko, N., 2010. The train millipede (*Parafontaria laminata*) mediates soil aggregation and N dynamics in a Japanese larch forest. *Geoderma* 159, 216-220.
- Haktanır, K., Arcaç, S., 1997. Toprak Biyolojisi (Toprak Ekosistemine Giriş). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Hattenschwiler, S., Bretscher, D., 2008. Isopod effects on decomposition of litter produced under elevated CO₂, N deposition and different soil types. *Global Change Biology* 7, 565-579.
- Havlicek, E., Mitchell, E.A., 2014. Soils Supporting Biodiversity. In, *Interactions in Soil: Promoting Plant Growth*. Springer, pp. 27-58.
- Heatwole, H., 1996. *Energetics of Desert Invertebrates*. Springer, Berlin.
- Heneghan, L., Coleman, D., Zou, X., Crossley, D., Haines, B., 1998. Soil microarthropod community structure and litter decomposition dynamics: a study of tropical and temperate sites. *Applied Soil Ecology* 9, 33-38.
- Heneghan, L., Coleman, D., Zou, X., Crossley Jr, D., Haines, B., 1999. Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: tropical-temperate comparisons of a single substrate. *Ecology* 80, 1873-1882.
- Huenneke, L., Noble, I., 1996. Ecosystem function of biodiversity in arid ecosystems. *Scope-Scientific Committee on Problems of The Environment International Council of Scientific Unions* 55, 99-128.
- Hunter, M.D., Adl, S., Pringle, C.M., Coleman, D.C., 2003. Relative effects of macroinvertebrates and habitat on the chemistry of litter during decomposition. *Pedobiologia* 47, 101-115.
- Jílková, V., Frouz, J., Cajthaml, T., Bonkowski, M., 2015. The role of bacteria and protists in nitrogen turnover in ant nest and forest floor material: A laboratory experiment. *European Journal of Soil Biology* 69, 66-73.
- John, M.G.S., Wall, D.H., Hunt, H.W., 2006. Are soil mite assemblages structured by the identity of native and invasive alien grasses? *Ecology* 87, 1314-1324.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 373-386.
- Kampichler, C., Bruckner, A., 2009. The role of microarthropods in terrestrial decomposition: a meta-analysis of 40 years of litterbag studies. *Biological Reviews* 84, 375-389.
- Kemp, P.R., Reynolds, J.F., Virginia, R.A., Whitford, W.G., 2003. Decomposition of leaf and root litter of Chihuahuan desert shrubs: effects of three years of summer drought. *Journal of Arid Environments* 53, 21-39.
- Krantz, G.W., 1978. *A manual of acarology* (2nd edition). Oregon St Univ Bookstores, Corvallis.
- Lalley, J., Viles, H., Henschel, J., Lalley, V., 2006. Lichen-dominated soil crusts as arthropod habitat in warm deserts. *Journal of Arid Environments* 67, 579-593.
- Lavelle, P., 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International* 33, 3-16.
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., Rossi, J.-P., 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* 42, S3-S15.
- Lavelle, P., Spain, A.V., 2001. *Soil ecology*. Kluwer Academic.
- Lawrence, K.L., Wise, D.H., 2000. Spider predation on forest-floor Collembola and evidence for indirect effects on decomposition. *Pedobiologia* 44, 33-39.

- Li, L.-J., Zeng, D.-H., Yu, Z.-Y., Fan, Z.-P., Yang, D., Liu, Y.-X., 2011. Impact of litter quality and soil nutrient availability on leaf decomposition rate in a semi-arid grassland of Northeast China. *Journal of Arid Environments* 75, 787-792.
- Liu, R., Zhu, F., Steinberger, Y., 2016. Changes in ground-dwelling arthropod diversity related to the proximity of shrub cover in a desertified system. *Journal of Arid Environments* 124, 172-179.
- Maestre, F.T., Quero, J.L., Gotelli, N.J., Escudero, A., Ochoa, V., Delgado-Baquerizo, M., García-Gómez, M., Bowker, M.A., Soliveres, S., Escolar, C., 2012. Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. *Science* 335, 214-218.
- Malagnoux, M., 2007. Arid land forests of the world: global environmental perspectives. In: *International Conference on Afforestation and Sustainable Forests as a Means to Combat Desertification*, Jerusalem, Israel, pp. 16-19.
- McCahon, T., Lockwood, J., 1990. Nest architecture and pedoturbation of *Formica obscuripes* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Pan-Pacific Entomologist* 66, 147-156.
- Menta, C., 2012. Soil fauna diversity-function, soil degradation, biological indices, soil restoration. INTECH Open Access Publisher.
- Midgley, G.F., 2012. Biodiversity and ecosystem function. *Science* 335, 174-175.
- Moore, D., Robson, G.D., Trinci, A.P., 2011. 21st century guidebook to fungi with CD. Cambridge University Press.
- Neher, D., Lewins, S., Weicht, T., Darby, B., 2009. Microarthropod communities associated with biological soil crusts in the Colorado Plateau and Chihuahuan deserts. *Journal of Arid Environments* 73, 672-677.
- Noble, J.C., Whitford, W.G., Kaliszewski, M., 1996. Soil and litter microarthropod populations from two contrasting ecosystems in semi-arid eastern Australia. *Journal of Arid Environments* 32, 329-346.
- Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., Chotte, J.-L., De Deyn, G.B., Eggleton, P., Fierer, N., Fraser, T., Hedlund, K., Jeffery, S., Johnson, N.C., Jones, A., Kandeler, E., Kaneko, N., Lavelle, P., Lemanceau, P., Miko, L., Montanarella, L., Moreira, F.M.S., Ramirez, K.S., Scheu, S., Singh, B.K., Six, J., van der Putten, W.H., Wall, D.H., 2016. Global soil biodiversity atlas. European Commission, Luxembourg.
- Petersen, H., 2002. General aspects of collembolan ecology at the turn of the millennium. *Pedobiologia* 46, 246-260.
- Petersen, H., Luxton, M., 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39, 288-388.
- Piñero, F., Tinaut, A., Aguirre-Segura, A., Miñano, J., Lencina, J., Ortiz-Sánchez, F., Pérez-López, F., 2011. Terrestrial arthropod fauna of arid areas of SE Spain: Diversity, biogeography, and conservation. *Journal of Arid Environments* 75, 1321-1332.
- Punzo, F., 2000. *Desert arthropods: Life history variation*. Springer-Verlag, Berlin.
- Rusek, J., 1992. Distribution and Dynamics of Soil Organisms Across Ecotones. In: Hansen, A.J., di Castri, F. (Eds.), *Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Springer-Verlag, New York.
- Rusek, J., 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity & Conservation* 7, 1207-1219.
- Rushton, S.P., Hassall, M., 1983. Food and feeding rates of the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* (Latreille). *Oecologia* 57, 415-419.
- Santos, P.F., Whitford, W.G., 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, 654-663.
- Seastedt, T., 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual review of entomology* 29, 25-46.
- Shekhawat, N.S., Phulwaria, M., Rai, M.K., Kataria, V., Shekhawat, S., Gupta, A.K., Rathore, N.S., Vyas, M., Rathore, N., Vibha, J., 2012. Bioresarches of fragile ecosystem/desert. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences* 82, 319-334.
- Somme, L., 1995. *Invertebrates in hot and cold arid environment*. Springer, Berlin.
- Swift, M.J., Heal, W., Anderson, J.M., 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. University of California Press, Berkeley.
- Torres, P., Abril, A., Bucher, E., 2005. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. *Soil Biology and Biochemistry* 37, 49-54.
- Villarreal-Rosas, J., Palacios-Vargas, J.G., Maya, Y., 2014. Microarthropod communities related with biological soil crusts in a desert scrub in northwestern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, 513-522.
- Wall, D.H., 2004. *Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments*. Island Press.
- Wall, D.H., Adams, G.A., Parsons, A.N., 2001. Soil biodiversity. In: III., F.S.C., Sala, O.E., Huber-Sannwald, E. (Eds.), *Global Biodiversity in a Changing Environment: Scenarios for the 21st Century*. Springer-Verlag, New York, pp. 47-82.
- Wall, D.H., Bardgett, R.D., Behan-Pelletier, V., Herrick, J.E., Jones, T.H., Ritz, K., Six, J., 2012. *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford University Press.

Wallwork, J., Macquitty, M., Silva, S., Whitford, W., 1986. Seasonality of some Chihuahuan Desert soil oribatid mites (Acari: Cryptostigmata). *Journal of Zoology* 208, 403-416.

Wallwork, J.A., 1970. *Ecology of soil animals*. McGraw-Hill, London.

Wallwork, J.A., 1976. *The distribution and Diversity of Soil fauna*. Academic Press, London.

Wang, S., Ruan, H., Wang, B., 2009. Effects of soil microarthropods on plant litter decomposition across an elevation gradient in the Wuyi Mountains. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 891-897.

Wardle, D.A., 2002. *Communities and ecosystems: linking the aboveground and belowground components*. Princeton University Press, Princeton.

Whitford, W.G., 1989. Abiotic controls on the functional structure of soil food webs. *Biology and Fertility of Soils* 8, 1-6.

Whitford, W.G., 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 5, 185-195.

Whitford, W.G., Stinnett, K., Anderson, J., 1988. Decomposition of roots in a Chihuahuan Desert ecosystem. *Oecologia* 75, 8-11.

Wickings, K., Grandy, A.S., 2011. The oribatid mite *Scheloribates moestus* (Acari: Oribatida) alters litter chemistry and nutrient cycling during decomposition. *Soil Biology and Biochemistry* 43, 351-358.

Wolters, V., Silver, W.L., Bignell, D.E., Coleman, D.C., Lavelle, P., Van Der Putten, W.H., De Ruiter, P., Rusek, J., Wall, D.H., Wardle, D.A., 2000. Effects of global changes on above-and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: implications for ecosystem functioning. *BioScience* 50, 1089-1098.

Wright, C.J., Coleman, D.C., 2002. Responses of soil microbial biomass, nematode trophic groups, N-mineralization, and litter decomposition to disturbance events in the southern Appalachians. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 13-25.

Çankırı (İlgaz-Hızardere) Karaçam ve Sarıçam Ormanlarında Oniki Dişli Çam Kabukböçeği [*Ips sexdentatus* (Börner) (Coleoptera: Curculionidae)] Salgınına İklim ve Toprak Yapısının Etkileri^a

Ziya şİMŞEK^{1*} Nuri ÖNER¹ Yalçın KONDUR¹
Murat ÇALIřGAN² Muhammet BUÇAN²

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ÇANKIRI

*ziyasimsek@karatekin.edu.tr

Öz

Çankırı (İlgaz-Hızardere) Karaçam (*Pinus nigra* Arnold var. *pallasiana*) ve Sarıçam (*P. sylvestris* L.) orman alanında *Ips sexdentatus* (Börner) (Coleoptera: Curculionidae) salgınında iklim ve toprak yapısının etkilerini incelenmesi amacıyla ele alınan bu çalışma, 2011 ve 2012 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, sözü edilen alanda ort. 1519, 1526, 1505, 1502, 1513 ve 1652 m yükseltilere yerleştirilen *I.sexdentatus* feromonu ile İskandinav tip tuzaklar kullanılmıştır. Feromon tuzaklarda 2011 yılında yükselti sırasıyla; 1726, 1478, 2289, 2755, 1326 ve 1603 adet olmak üzere toplam 11177 adet; 2012 yılında yine aynı sırayla 1078, 2239, 1077, 1600, 1006 ve 1346 adet olmak üzere toplam 8346 adet; iki yılda ise 19523 adet *I.sexdentatus* ergini yakalanmıştır. Çalışma alanından alınan toprak örnekleri laboratuarda analiz edilerek toprak özellikleri böcek yoğunluğu arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre; çalışma alanında *I.sexdentatus*'un iki uçuş periyodunun bulunduğu saptanmıştır. Bunlardan birincisi; bir önceki yıldan gelen kışlayan döl, ikincisi ise bu döl ile yeni nesil erginlerinin karışık halde bulunduğu döl olduğu tespit edilmiştir. Zararlı uçuşlarının, 2011 yılında hava sıcaklığının ortalama 17,6°C ulaştığında (01 Haziran), 2012 yılında ise ort. 25,4°C'ye ulaştığında (13 Haziran) başladığı tespit edilmiştir. Yoğun uçuşlar ise 2011 yılında (Temmuz sonu-Ağustos başında) hava sıcaklığının 23,6-28,6°C arasında olduğu iki haftalık sürede; 2012 yılında ise (Ağustos ayı başlarında) hava sıcaklığının 19,2-22,7°C arasında olduğu periyotta gerçekleşmiştir. *I.sexdentatus* uçuşları 2011 yılında 20,1°C, 2012 yılında ise 18,3°C'den itibaren durmuştur. Çalışma alanına 5 ay (Nisan-Ağustos) süreyle düşen toplam yağış miktarı bakımından karşılaştırıldığında; 2011 yılında Nisan-Ağustos aylarında düşen yağış miktarının (326,7 mm), 2012 yılında aynı periyotta düşen yağış miktarından (102,4 mm) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanının toprak nem oranı düşük (%3,2-11,75) olduğu kadar, tutulan suyun hızla buharlaştığı (ince yapılı, siltli olduğu) analiz sonucu anlaşılmıştır. Aynı zamanda, çalışma alanının toprakları organik madde ve azot bakımından genellikle fakir ve çok fakir özellikler göstermiştir. Bu durumun, kuraklığa neden olarak böcek salgınının tetiklenmesinde etkili olabileceği düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Ips sexdentatus*, Salgın, Toprak yapısı, Karaçam, Sarıçam, İklim, Çankırı

Effects of Climate and Soil Properties on Six-toothed Pine Beetle (*Ips sexdentatus* Boerner) (Coleoptera: Curculionidae) Outbreak in Black Pine and Scots Pine Forests in Çankırı (İlgaz-Hızardere)

Abstract

This study was carried out in order to evaluate the effects of climate and soil properties on six-toothed pine beetle [*Ips sexdentatus* Boerner) (Coleoptera: Curculionidae)] outbreak in the Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold var. *pallasiana*) and Scots pine (*P. sylvestris* L.) in Çankırı (İlgaz-Hızardere) in 2011 and 2012. In the study, species-specific pheromone baits and Scandinavian type trap sets were used at 1519, 1526, 1505, 1502, 1513 and 1652 m altitudes in the study area. Captured insect numbers were 1726, 1478, 2289, 2755, 1326 and 1603 respectively to altitudes given above with a total of 11177 *I.sexdentatus* adults in 2011 and 1078, 2239, 1077, 1600, 1006 and 1346 respectively to altitudes given above with a total of 8346 *I.sexdentatus* adults. Captured adults at pheromone traps in both years were 19523 *I.sexdentatus* adults. Also, soil samples from the study area were analyzed in the laboratory and relationships between the soil properties and *I.sexdentatus* were evaluated.

Results of this study show that there were two flight periods of *I.sexdentatus* in the research area. The first flight periods in both years were consisted of the overwintered adults of the previous generation and the second flight periods were consisted of a mix of both overwintered adults of the previous generation and that year's generation. Results also show that adult flights have began after the average air temperature reached 17.6°C (June 1st) in 2011 and 25.4°C (June 13th) in 2012. Intense flights were determined to occur in a two-week period when the air temperature

^a Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Ofisi tarafından desteklenen BAP-2010/01 no'lu araştırma projesinin bir bölümdür.

was between 23.6-28.6°C (end of July to the beginning of August) in 2011 and when the air temperature was between 19.2 and 22.7°C (beginning of August) in 2012. *I. sexdentatus* flights were stopped after the average air temperature decreased below 20.1°C in 2011 and 18.3°C in 2012. Total precipitation evaluation during the study months (from April to August) in both years; total precipitation from April to August (326.7 mm) in 2011 was higher than the same period of 2012 (102.4 mm). Soil analysis showed that the humidity of the soil in the study area was low (3.2-11.75%) and also the soil moisture rapidly evaporated (fine silty soil). Soils of the study area had generally poor and very poor properties in terms of organic matter and nitrogen. These results could cause aridity and also trigger bark beetle outbreaks.

Keywords: *Ips sexdentatus*, Outbreak, Soil properties, Anatolian black pine, Scots pine, Climate, Çankırı

1. GİRİş

Kabukböcekleri, bulaştıkları ağaç materyalinde besin döngüsünü başlatmaları nedeniyle orman ekosistemlerinde süksesyonun önemli ögelerindedir (McNee et al., 2000; Özcan, 2017). Kabukböcekleri önemli miktarda orman emvalini yok edebildiğinden, genel olarak en önemli orman zararlıları arasında sayılmaktadırlar (McNee et al., 2000). Bazı kabukböceğı türleri zayıf düşmüş ya da devrik durumdaki odun materyaline bulaşırken bazı kabukböceğı türleri ise sağılıklı ağaçlara bulaşarak ölmesine neden olabilmektedir (McNee et al., 2000; Rossi et al., 2009). Pek çok kabukböceğı türünde, erginler bulaşık ağaçları terk ederek çoğalabilecekleri yeni konukçu ağaçlar bulmak üzere çevreye dağılır (McNee et al., 2000). Bu nedenle kabukböcekleri hızlı bir şekilde yayılabilmektedir. Kabukböceğı salgınları yalnızca odun emvalini değıl ayrıca yaban hayatını, odun kalitesini ve orman alanlarının rekreasyonel kullanımını da olumsuz etkilemektedir (Mezei et al., 2014).

Ülkemizdeki en yaygın kabukböceklerinden biri olan *Ips sexdentatus* (Börner) hem Ülkemizde hem de Avrupa'daki ladin ve çam ormanlarında önemli düzeyde zarara neden olabilmektedir. *I. sexdentatus*'un popülasyon yoğunluğu ve salgın şiddeti (temiz işletme uygulanmaması, meşcere kompozisyonu, kenar etkisi, rüzgar devriklerinin durumu ve uzun süren kuraklık, doğıal düşman popülasyonunun düşük olması gibi) pek çok biyotik ve abiyotik faktöre bağılıdır (Ünal vd., 2009; Akkuzu ve Güzel, 2015). Kabukböceklerinin salgın yapmasındaki en başta gelen faktörler arasında olumsuz iklim koşulları ve kar kırmaması, fırtına devriğı, toprak kayması sonrası köklerin açığa çıkması vb. olaylar neticesinde meşceredeki ağaçların zayıf düşmesi gelmektedir. Ağaçlara olumsuz etki yapan stres faktörlerinin başında kuraklık, diğeri bir ifade ile su açığı gelmektedir. Kuraklığın etkisiyle oluşan kuruma olaylarının %25'inde zararlı ve hastalıkların

da etken olduğı saptanmıştır (Semerci vd., 2006; şimşek vd., 2010a,b).

İğne yapraklı ağaçların reçinesi, pek çok çam türünde kabukböceklerine karşı en önemli direnç faktörüdür. Sağılıklı ağaçlarda kabuk altında kristalleşmiş reçine içerisinde ölü halde kabukböceklerinin görülmesi; reçinenin kabukböceklerine karşı bir tuzak gibi işlev görmesinden dolaydır (şimşek vd., 2010; Kondur ve Göl, 2016). Ağaçlar, kabukböceğı saldırılarına karşı reçine üreterek, lokal yaralardan reaksiyon göstermek suretiyle böceklerin yaralardan girişini engellemektedir. Kuraklık sonucu oluşan su stresi, ağaçların fizyolojisi ile fenolojisini etkileyecek ve en önemli savunma mekanizması reçine üretimi değıştirecektir. Reçine özellikle iğne yapraklı ağaç türlerinin böceklerle karşı en önemli savunma mekanizmasıdır. Su ise üretilecek reçine miktarını etkilemektedir. Ağaçların bu tepkileri gösterebilmesinde, toprakta kullanılabilir durumda bulunan su miktarı büyük önem taşımaktadır (şimşek vd., 2006, 2010). Toprakta bulunan kullanılabilir su durumu ile zararlı böceklerle karşı ağaçların göstereceğı direnç (tepki) arasında doğırusal bir ilişki bulunduğı anlaşılmaktadır. Ağaçların su ihtiyacının karşılanamaması; kabukböceğı salgını tetikleyen ana etkenlerden birisidir (Öner vd., 2010; şimşek vd., 2010). Bu nedenle, kabukböceğı salgını meydana gelebilecek orman alanlarında iklim kadar toprak özelliklerinin de ele alınmasında yarar bulunmaktadır.

Yukarıda verilen literatür bildirişleri göz önünde bulundurularak, Çankırı (İlgaz-Hızardere) Karaçam (*Pinus nigra* Arnold var. *pallasiana*) ve Sarıçam (*P. sylvestris* L.) orman alanında Oniki Dişli Çam Kabukböceğı [*Ips sexdentatus* (Börner) (Coleoptera: Curculionidae)] salgınında iklim ve bazı toprak özelliklerinin etkilerini incelemek üzere ele alınan bu çalışma, 2011-2012 yılları arasında yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

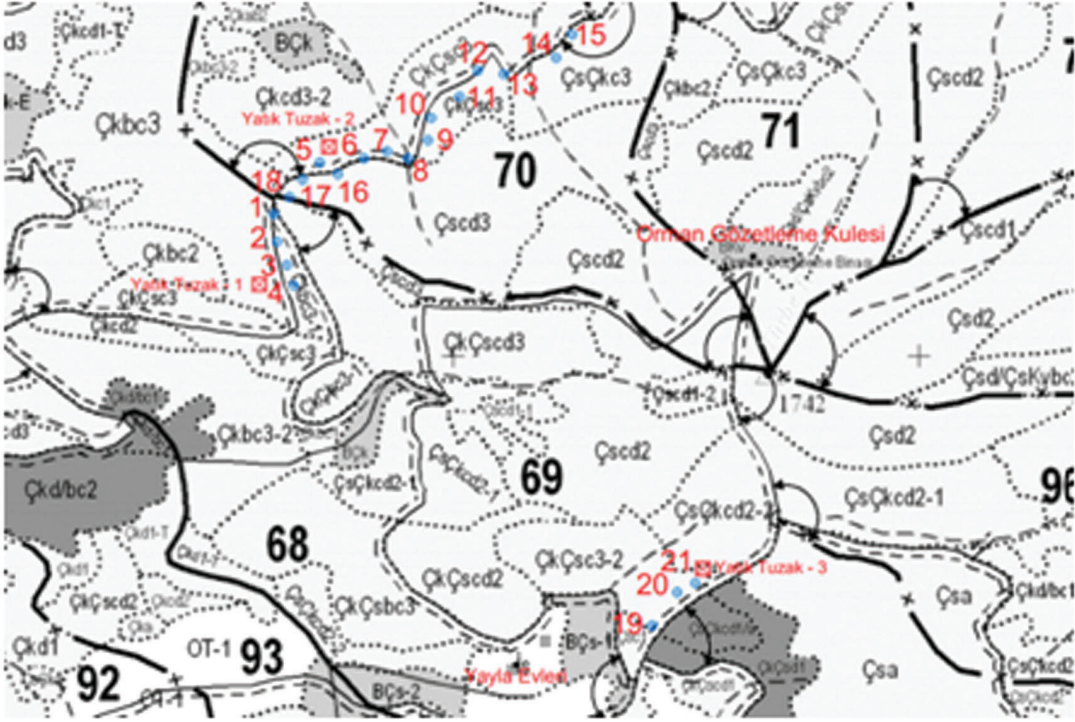
Çankırı Ilgaz-Hızardere Orman İşletme Şefliği alanında bulunan kabukböceği/böcekleriyle bulaşık ibreli ağaçlar [Karaçam (*Pinus nigra* Arnold var. *pallasiana*) ve Sarıçam (*P. sylvestris* L.)], zararlıının türe özđü feromon tuzakları ve dispenserleri çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Çalışmada, GPS, stereo mikroskop, buz kabı, 20 cm çap ve 30 cm derinlikteki şeffaf plastik kavanozlar, naylon poşet, polietilen eldivenler, öldürme şişeleri ve fotoğraf makinesi ise diğer materyal olarak yer almıştır.

Çalışmalar, 2011 ve 2012 yıllarında aşağıda belirtilen aynı yöntemler esas alınarak araştırmalar

yürütülmüştür. Çalışma alanının Çizelge 1’de verilen meşcere tipleri ile kabukböceği türleri göz önünde bulundurularak, feromon tuzakların yerleri belirlenmiştir (Şekil 1). Buna göre, değişik bakı, yükselti, eğim ve meşcere yapısı dikkate alınarak; 3’er adet huni tipi feromon tuzak bir grup olacak şekilde 6 farklı noktaya yerleştirilmiştir. Feromon tuzaklarda VİT-VERİM İnşaat firması aracılığıyla Tripheron® firmasından temin edilen IPSSEX® feromonu kullanılmıştır. Tuzaklar, 50 m aralıklarla ve yerden 1,5 m yüksekliğe gelecek şekilde hazırlanmış çıtalar üzerine, kabukböcekleri kışladıkları ağaçlardan çıkmadan önce (hava sıcaklığının 10°C’nin üzerine çıkmadığı Nisan ayı başında) asılmıştır (Şekil 2).

Çizelge 1. Çalışma alanında (Hızardere Orman İşletme Şefliği) yerleştirilen feromon tuzakların koordinatları ile meşcere tipleri

Grup No	Tuzak No	Koordinatlar			Meşcere Tipi
		Y	X	Z	
1	2	563618	4523244	1517	Çkbc3
	3	563639	4523194	1517	
	4	563654	4523150	1522	
2	6	563805	4523423	1522	Çkcd3
	7	563855	4523438	1516	
	8	563900	4523423	1539	
3	10	563950	4523510	1502	ÇsÇkc3
	11	564011	4523556	1513	
	12	564050	4523611	1501	
4	13	564106	4523604	1512	ÇsÇkc3
	14	564219	4523639	1498	
	15	564254	4523689	1495	
5	17	563673	4523377	1512	Çscd3
	18	563645	4523340	1514	
6	19	564426	4522420	1649	ÇkÇsc3
	20	564480	4522491	1650	
	21	564519	4522511	1658	



şekil 1. Çalışma alanında değişik meşcere tiplerindeki orman alanlarına yerleştirilen feromon tuzakların yerlerini gösterir harita (Mavi renkli • işaretleri feromon tuzakları, kırmızı □ işaretleri ise yatık tuzakları göstermektedir).



şekil 2. Çalışmada kullanılan feromon tuzağı



şekil 3. Toprak profilinin açılması ve örnek alınması

Çalışmalara, kabukböcekleri kışlaklarından çıkmadan önce (genellikle mart sonu, nisan ayı başı) başlanılmış ve feromon tuzaklarda böcek yakalandığı süre boyunca birer hafta arayla yürütölmüştür. Her sayım tarihinde feromon tuzaklarda yakalanan böcekler alınıp buz kabında laboratuara getirilerek -17°C’de 12 saat buzdolabında kutular içinde tutulup ölmeleri sağlanmış (McNee et al., 2000), daha sonra bunlar sayılarak tuzak başına yakalanan böcek sayısı belirlenmiş stereo-mikroskop altında sayılarak türlerine göre kaydedilmiştir. Buna göre, her tuzakta yakalanan *I.sexdentatus* sayıları belirlenmiş, bunların tuzaklara geliş seyirleri saptanmıştır. Buna göre, türe özgü feromon tuzaklar yardımıyla kabukböceklerinin uçuş seyri ile popölasyonun yoğunluğu belirlenmiştir.

Aynı çalışmada, feromon tuzakların yerleştirildiği noktalar dikkate alınarak belirlenen 4 farklı noktada 2011 yılı Ekim ayında toprak profilleri açılıp toprak örnekleri alınmıştır (şekil 3). Örnekler, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Faköltesi laboratuvarlarına getirilerek fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış olup sıcaklıkla ve toprak yapısıyla olan ilişkileri tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma alanına ait meteorolojik veriler (sıcaklık ve yağış) Ilgaz Meteoroloji İstasyonu’ndan alınıp iklim, dolayısıyla yağış-böcek yoğunluğu arasındaki ilişkiler üzerinde durulmuştur. Elde edilen bulguların istatistik analizlerinde ANOVA testi uygulanmıştır.

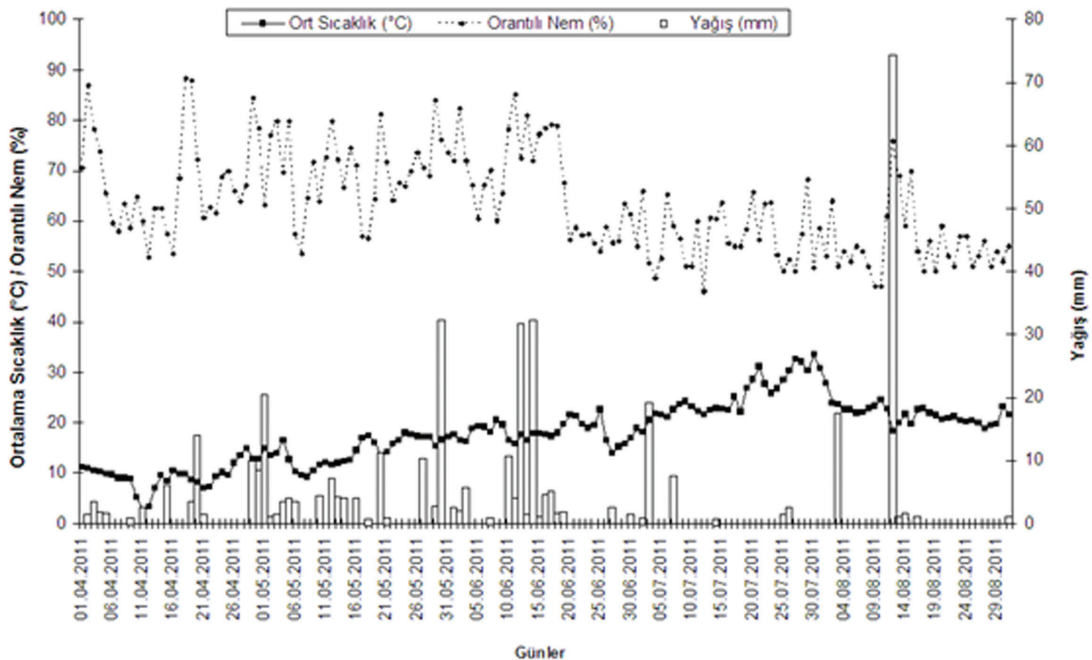
3. BULGULAR VE TARTIşMA

3.1. 2011 Yılında Yürütölen Çalışmalar

3.1.1. Meteorolojik Veriler

Çalışmada yararlanılan meteorolojik veriler Ilgaz Meteoroloji İstasyonundan temin edilmiş olup şekil 4’te verilmiştir.

şekil 4 incelendiğinde, 01.04.2011-29.08.2011 tarihleri arasında; ortalama hava sıcaklığının 11°C’den başlayarak 08.06.2011 günü 20°C’ye ulaştığı anlaşılmaktadır. Bu tarihten sonra giderek artan hava sıcaklığı 30.07.2011 günü 33,5°C’ye ulaşmış olup sözü edilen tarihten sonra tekrar hızla azalmaya başlamış ve 12.08.2011 günü 20°C altına düşmüştür. Sözü edilen periyotta, orantılı nem ise kaydedilen yüksek orandaki yağışlarla da ilişkili olarak %45-88 arasında değişmiştir. 2011 Yılıının genel olarak yağışlı olduğu sözü edilen şekilden anlaşılmakla birlikte, 12.08.2011 günü en yüksek yağış miktarı (73,5 mm) kaydedilmiştir. Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında sırasıyla toplam 47,7, 105,3, 99,8, 28,6, 93,0 mm yağış düştüğu anlaşılmıştır. Buna göre, çalışmanın yapıldığı fenolojik dönemde toplam 374,4 mm yağışın düştüğu belirlenmiştir.



şekil 4. Çankırı ili 2011 yılı meteorolojik değerleri

Çizelge 2. 2011 Yılında Ilgaz İşletme Müdürlüğü, Hızardere Orman İşletme şefliğı orman sahasına yerleştirilen *Ips sexdentatus* (Börner) feromon tuzaklarında değişik tarihlerde yakalanan ergin sayıları

Tarih	Değişik Yükseltilerdeki Meşcere Tiplerine Yerleştirilen Feromon Tuzaklarda Yakalanan Toplam ve Ortalama <i>Ips sexdentatus</i> (Börner) Sayısı											
	Çkbc3 1519 m		ÇkÇsc3 1526 m		ÇsÇkc3 1505 m		ÇsÇkc3 1502 m		Çscd3 1513 m		ÇkÇsc3 1652 m	
	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.
01.06.2011	72	24,0	56	18,7	92	30,7	13	4,3	48	24,0	294	97,0
08.06.2011	157	52,3	78	26,0	279	93,0	391	130,3	18	9,0	217	72,3
15.06.2011	145	48,3	123	41,0	278	92,7	411	137,0	121	60,5	166	55,3
22.06.2011	78	26,0	80	26,7	192	64,0	256	85,3	91	45,5	98	32,7
29.06.2011	31	10,3	42	14,0	99	33,0	139	46,3	24	12,0	51	17,0
06.07.2011	15	5,0	3	1,0	33	11,0	63	21,0	8	4,0	19	6,3
13.07.2011	3	1,0	18	6,0	33	11,0	34	11,3	3	1,5	8	2,7
20.07.2011	316	105,3	267	89,0	438	146,0	636	212,0	244	122,0	327	109,0
27.07.2011	697	132,3	493	164,3	538	179,3	593	197,7	538	269,0	212	70,7
03.08.2011	212	70,7	292	97,3	294	98,0	214	72,0	224	112,0	194	64,7
10.08.2011	0	0,0	24	8,0	11	3,7	1	0,3	6	3,0	11	3,7
17.08.2011	0	0,0	2	1,3	2	0,7	1	0,3	0	0,0	9	3,0
24.08.2011	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0
31.08.2011	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
07.09.2011	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
14.09.2011	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Toplam	1726	475,2	1478	493,3	2289	763,1	2755	918,1	1326	663,0	1603	534,4
Genel Toplam 11177 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini							Ortalama: 657,47 birey/tuzak					

3.2. 2012 Yılında Yürütölen Çalışmalar

3.2.1. Meteorolojik Veriler

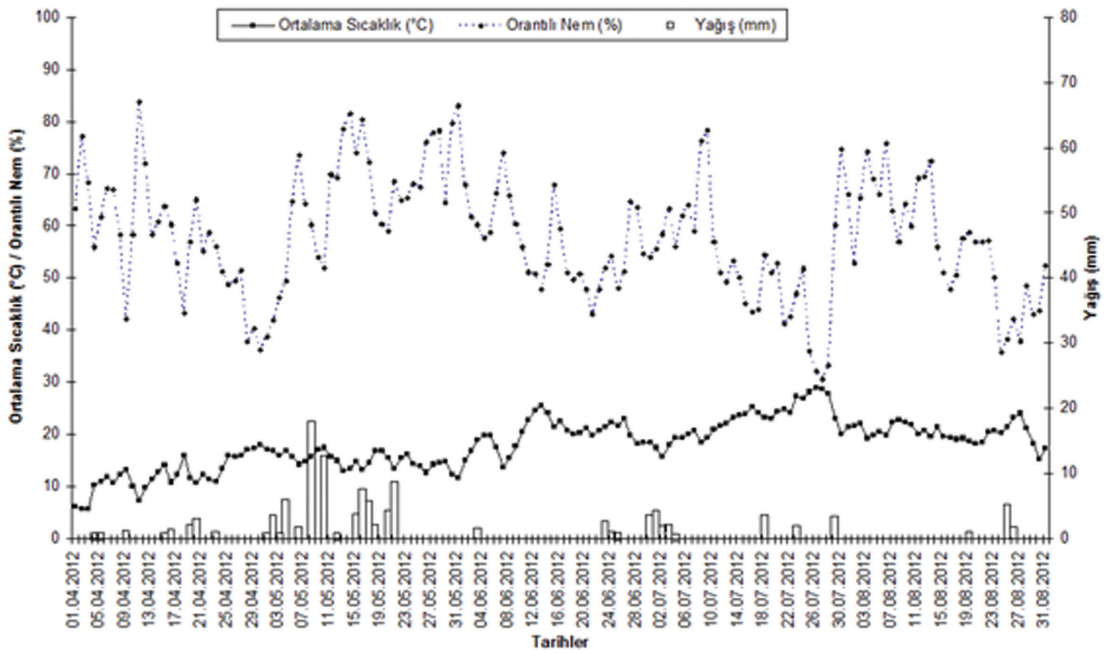
Çalışmada 2012 yılında yararlanılan meteorolojik veriler Ilgaz Meteoroloji İstasyonundan temin edilmiş olup şekil 5'te verilmiştir. şekil 5 incelendiğinde, 01.04.2012-31.08.2012 tarihleri arasında; ortalama hava sıcaklığının 6°C'den başlayarak 10.06.2012 günü 20°C'ye ulaştığı anlaşılmaktadır. 27.07.2012 tarihinde dek 28,7°C'ye ulaşan hava sıcaklığı, söz konusu tarihten sonra azalmaya başlamış ve 15.08.2012 günü 20°C altına düşmüştür. Sözü edilen periyotta, orantılı nem ise %30,6-75,9 arasında değişmiştir. Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında sırasıyla toplam 6.5, 68.8, 7.0, 14.2, 6.4 mm yağış düştüğü anlaşılmıştır. Buna göre,

çalışmanın yapıldığı fenolojik dönemde toplam 102,4 mm yağışın düştüğü belirlenmiştir.

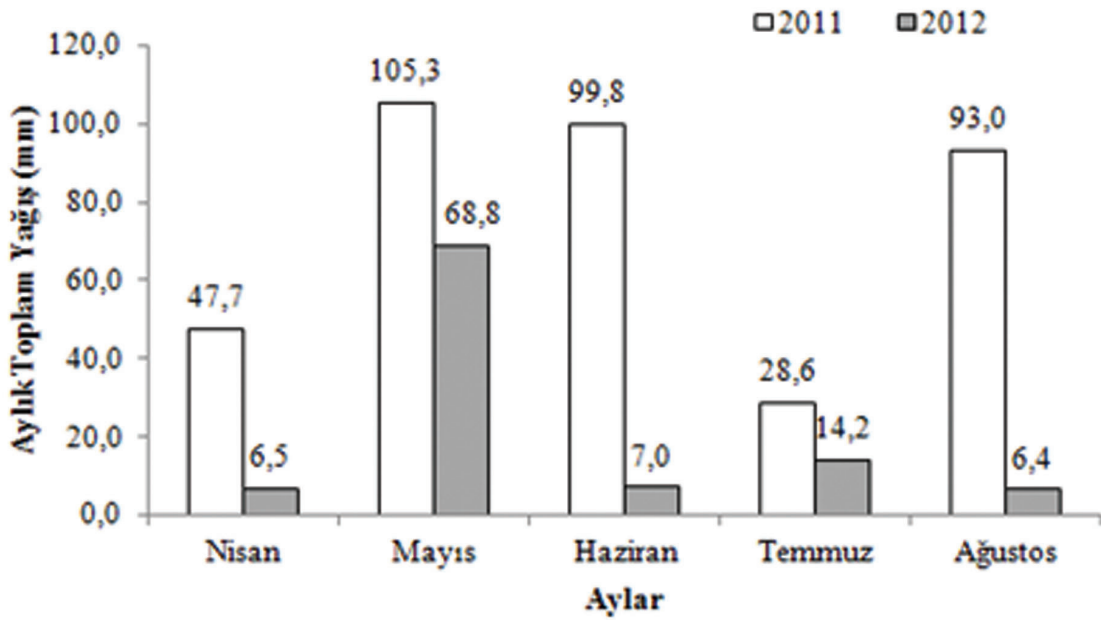
Çalışma alanına 5 ay (Nisan-Ağustos) süreyle düşen toplam yağış miktarı bakımından karşılaştırıldığında; 2011 yılında düşen yağış miktarının (326,7 mm), 2012 yılında aynı periyotta düşen yağış miktarından (102,4 mm) daha yüksek olduğu anlaşılmıştır (şekil 6).

3.2.2. Feromon Tuzaklarda Yakalanan *Ips sexdentatus* (Börner) Yoğunluğu

Çalışma kapsamında değişik yükselti ve meşcere tiplerine yerleştirilen feromon tuzaklarda yakalanan *I. sexdentatus* ergin sayıları Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 5. ankırı ili 2012 yılı meteorolojik değerleri



Şekil 6. ankırı (Ilgaz)'da 2011 ve 2012 yıllarında Nisan-Ağustos aylarında kaydedilen yağış miktarları (mm)

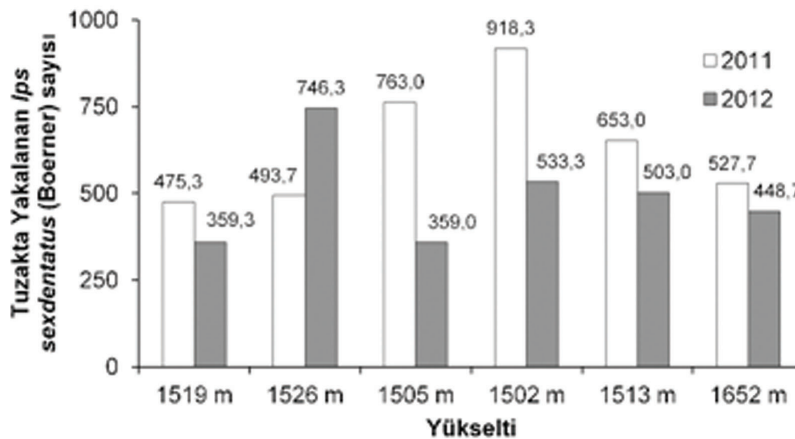
Çizelge 3. 2012 Yılında Ilgaz İşletme Müdürlüğü, Hızardere Orman İşletme şefliğı orman sahasına yerleştirilen *Ips sexdentatus* (Börner) feromon tuzaklarında değişik tarihlerde yakalanan ergin sayıları

Tarih	Değişik Yükseltilerdeki Meşcere Tiplerine Yerleştirilen Feromon Tuzaklarda Yakalanan Toplam ve Ortalama <i>Ips sexdentatus</i> (Börner) Sayısı											
	Çkbc3 1519 m		ÇkÇsc3 1526 m		ÇsÇkc3 1505 m		ÇsÇkc3 1502 m		Çscd3 1513 m		ÇkÇsc3 1652 m	
	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.	Top.	Ort.
13.06.2012	599	199,7	1021	340,3	566	188,7	856	285,3	394	197,0	287	95,7
20.06.2012	80	26,7	477	159,0	222	74,0	303	101,0	182	91,0	99	33,0
27.06.2012	10	3,3	101	33,7	23	7,7	34	11,3	104	52,0	0	0,0
04.07.2012	1	0,3	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
11.07.2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
18.07.2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
25.07.2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01.08.2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
08.08.2012	179	59,7	236	78,7	85	28,3	121	40,3	111	55,5	291	97,0
15.08.2012	176	58,7	356	118,7	159	53,0	218	72,7	148	74,0	609	203,0
22.08.2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
29.08.2012	33	11,0	46	15,3	22	7,3	67	22,3	67	33,5	60	20,0
05.09.2012	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Toplam	1078	359,3	2239	746,3	1077	359,0	1600	533,3	1006	503,0	1346	448,7
Genel Toplam 8346 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini							Ortalama: 490,9 birey/tuzak					

Çizelge 3 incelendiğinde, 1519, 1526, 1505, 1502, 1513 ve 1652 m yükseklikte sırasıyla; 1078, 2239, 1077, 1600, 1006 ve 1346 adet olmak üzere 2012 yılında feromon tuzaklarda toplam 8346 adet *I.sexdentatus*'un yakalandığı anlaşılmaktadır. Buna göre, çalışma alanındaki her bir *I.sexdentatus* feromon tuzağında 490,9 birey yakalandığı da söz konusu çizelgeden anlaşılmaktadır.

3.3 Feromon Tuzaklarında Değişik Yıl (2011 ve 2012) ve Yükseltilerde Yakalanan *Ips sexdentatus* (Börner) Yoğunlukları Arasındaki İlişkiler

Çalışmanın yürütüldüğü 2011 ve 2012 yıllarında, 6 değişik noktada yer alan feromon tuzaklarda yakalanan ortalama *I.sexdentatus* miktarı karşılaştırılmalı olarak şekil 7'de verilmiştir.



şekil 7. Hızardere Orman İşletme şefliğindeki 6 deneme alanında bulunan feromon tuzaklarda 2011 ve 2012 yıllarında yakalanan ortalama *Ips sexdentatus* (Börner) sayıları

şekil 7 incelendiğinde, 2011 yılında (10899 adet) 2012 yılına oranla (8346 adet) feromon tuzaklarda sayıca daha fazla *I.sexdentatus* yakalandığı görülmekle birlikte iki yıla ait populasyon seyrinin birbirine benzediği görülmektedir. Bu durum 2011 yılında 5 ay süreyle düşen toplam yağış miktarı (374,4 mm) 2012'dekinden (102,9 mm) fazla olmasına karşın; bu düzeydeki farklı yağış miktarının ağaçlar tarafından toprakta kullanılabilir su düzeyini etkilemediği kanısını vermektedir. Açılan bütün toprak profillerinden alınan toprak örneklerinin ince tekstürlü (üst tabakalarda daha çok su tutan ve buharlaşmaya maruz kalan üst toprak tabakasından daha fazla su kaybı olabilen topraklar) olmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir. Çalışmanın yürütöldüğü 2011 ve 2012 yıllarında 6 değişik noktada yer alan feromon tuzaklardaki *I.sexdentatus* yakalanmaları karşılaştırıldığında ise 1505 m yükseltideki ÇsÇkc3 meşçeresi ($F_{1,4}=24,64$) ile 1502 m yükseltideki yine ÇkÇsc3 meşçeresinde ($F_{1,4}=7,68$) 2011 ve 2012 yıllarında feromon tuzaklarda yakalanan *I. sexdentatus* sayıları arasında önemli bir farklılık bulunduğu anlaşölmüştür ($P<0.05$). Ancak, diğer meşçereler (1519, 1526, 1513 ve 1652 m)'deki yakalanmalar arasında önemli bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Bu uyumsuzluğunun nedenleri, çalışma kapsamı dışına çıktığından, ileride yapılacak ayrıntılı araştırmalarla incelenmesinin uygun olduğu kanısına varılmıştır.

3.4. Çalışma Alanının Toprak Özellikleri ve Yağış Durumu ile Zararlı Arasındaki İlişkiler

Bilindiği üzere toprak, orman alanlarının temel materyalidir. Ağaçlarda görölen olumlu ve olumsuzlukların temel nedenleri arasında toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin önemi büyüktür. Bu nedenle, çalışmanın yürütöldüğü orman alanlarında, toprak profilleri alınarak yapılmış olan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, toprak türünün genellikle kumlu silt ve silt olduğu, toprak pH'nın genellikle hafif asit, nadiren orta derece asit veya nötr olduğu, kireç kapsamı bakımından az kireçli olarak sınıflandırıldığı, azot bakımından fakir, organik madde bakımından ise toprağın üst katmanlarının (0-50 cm) orta derece organik madde içeriğine sahip tuzsuz topraklar olduğu anlaşölmaktadır.

Çalışma alanına ait toprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde (Çizelge 4); toprakların "Kumlu Silt, Silt, Kumlu Killi Silt" bünyeye sahip olduğu görölmüştür. Toprak tekstürünün ekolojik önemi, bitki hayatiyle ilgili bulunan köklerin toprak içerisine girmesine karşı direnç, suyun sızması ve hareket hızı, su tutma kapasitesi ile verimlilik gibi özellikler üzerinde etkilidir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde 1, 2 ve 6 numaralı profillere ait üst ve alt topraklar Kumlu silt bünyeye sahiptirler. 3 numaralı profile ait üst topraklar ise bitki yetişmesi açısından optimum koşullarda olan silt bünyeye sahip topraklardır. İnce tekstürlü toprakların üst tabakalarında daha çok su tutulur ve buharlaşmaya maruz kalan üst toprak tabakalarından daha fazla su kaybı olabilmektedir. Ağaçların topraktan alabileceği su miktarının azalması, ağaç gelişimini olumsuz etkileyen bir faktördür. Kuraklık ve su stresinin böcek salgınlarıyla ilişkisi konusunda yapılmış bazı araştırmalar da bu duruma işaret etmektedir (Christiansen and Bakke, 1997; Hanks et al., 1999; Williams and Liebhold, 2002; Bentz et al., 2010; Öner vd., 2010; şimşek vd., 2010; Sarıkaya ve Yıldırım, 2011).

Toprakların reaksiyonu "Hafif Asit, Orta Derece Asit, Nötr" olarak belirlenmiştir. Buna göre toprakların reaksiyonu "asidik" özellik göstermiştir. Toprakların pH değerleri incelendiğinde bitki gelişimi açısından herhangi bir sorun olmadığı anlaşölmaktadır. Bitkilerin büyük bir çoğunluğu toprak reaksiyonu açısından hafif asit (pH 6,0-6,9) şartlarda en iyi yetişme koşullarına sahiptir. 3. profile ait üst topraklar ise "orta derecede asit" olarak belirlenmiştir.

Yapılan toprak analizleri neticesinde bütün toprakların toplam kireç miktarı (%CaCO₃) "Az Kireçli" olarak belirlenmiştir. Organik madde miktarı %0,23-3,59 arasında değişmektedir. Topraklar "Fakir" ve "Çok Fakir" özellik göstermiştir. Özellikle 6 numaralı toprak profiline ait topraklar fakir ve çok fakir özellik göstermesi bakımından diğer profillere göre organik madde bakımından daha zayıf niteliktedir. 2. Profile ait üst topraklar ise zengin özellik göstermiştir. Üst toprağın besin maddeleri bakımından zengin nitelikte olması, fidanların gelişimi açısından olumlu bir durum olmakla birlikte, fakir topraklardaki ağaçlarda besin maddesi alımı yeterli olmayabileceğinden, orman alanının kabukböceklerine ve diğer olumsuz faktörlere karşı daha hassas olmasına neden olmaktadır.

Çizelge 4. İlğaz Orman İşletme Müdürlüğü, Hizardere Orman İşletme Şefliğindeki değışik meşcerelerde açılan toprak profillerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Profil No	Çalışma Alanı	FİZİKSEL ANALİZLER					KİMYASAL ANALİZLER					Toplam Tuz (%)	Sınıfı					
		Kil	Toz	Kum	Toprak Türü	Nem (%)	pH Su	Sınıfı	Kireç (%)	Kireç Sınıfı	Org. Mad. %			O.M. Sınıfı	T. Azot %	EC dS/m		
1	Çkbc3 1519m	0-24	14	31	55	Kumlu Silt	3,53	6,0	Hafif Asit	2,18	Az kireçli	1,25	Orta	0,063	Fakir	163,3	0,008	Tuzsuz
		24-50	15	30	55	Kumlu Silt	3,96	6,1	Hafif Asit	2,61	Az kireçli	1,37	Orta	0,068	Fakir	971	0,048	Tuzsuz
		50-80	13	27	60	Kumlu Silt	3,20	6,6	Hafif Asit	2,76	Az kireçli	0,29	Çok Fakir	0,014	Fakir	110,2	0,005	Tuzsuz
		80-100	21	20	58	Kumlu Silt	4,67	6,7	Hafif Asit	2,18	Az kireçli	0,57	Fakir	0,029	Fakir	297	0,014	Tuzsuz
		0-8	16	28	56	Kumlu Silt	4,87	6,3	Hafif Asit	2,90	Az kireçli	3,59	Zengin	0,180	Orta	86,4	0,004	Tuzsuz
2	ÇkÇsc3 1526m	8-40	17	27	56	Kumlu Silt	6,72	6,4	Hafif Asit	3,05	Az kireçli	0,86	Fakir	0,043	Fakir	33	0,001	Tuzsuz
		40-70	17	19	63	Kumlu Silt	6,91	6,1	Hafif Asit	2,90	Az kireçli	0,29	Çok Fakir	0,014	Fakir	78,7	0,004	Tuzsuz
		70+	20	19	60	Kumlu Silt	6,66	6,3	Hafif Asit	2,61	Az kireçli	0,17	Çok Fakir	0,009	Fakir	270	0,013	Tuzsuz
		0-20	17	32	51	Silt	4,52	5,4	Orta Derecede Asit	2,32	Az kireçli	1,03	Orta	0,051	Fakir	319	0,015	Tuzsuz
		20-50	17	32	51	Silt	4,53	5,7	Orta Derecede Asit	2,47	Az kireçli	1,37	Orta	0,068	Fakir	55	0,002	Tuzsuz
3	Çsc3 1513m	50-70	20	23	56	Kumlu Silt	11,75	6,1	Hafif Asit	2,32	Az kireçli	0,74	Fakir	0,037	Fakir	240	0,011	Tuzsuz
		70+	22	16	61	Kumlu Killi Silt	3,09	6,7	Hafif Asit	1,74	Az kireçli	0,23	Çok Fakir	0,012	Fakir	205,4	0,01	Tuzsuz
		0-25	16	22	63	Kumlu Silt	4,28	6	Hafif Asit	2,61	Az kireçli	0,57	Fakir	0,029	Fakir	59,8	0,003	Tuzsuz
		25-45	20	22	58	Kumlu Silt	5,01	6,4	Hafif Asit	2,32	Az kireçli	0,34	Çok Fakir	0,017	Fakir	518	0,025	Tuzsuz
		45+	18	17	65	Kumlu Silt	5,28	7	Nötr	2,61	Az kireçli	0,34	Çok Fakir	0,017	Fakir	270	0,013	Tuzsuz

Sarıçam meşcerelerinde ölü örtü yüzeyinin mumla kaplı olması ve yüksek yoğunlukta lignin ve diğer polifenol bileşiklerinin olması ibrelerin ayrışmasını zorlaştırabilmekte ve dolayısıyla mineral toprakla az miktarda organik madde karışabilmektedir. Ayrıca yükseklik, sıcaklığın değişmesine bağlı olarak ayrışma hızını etkileyebilmektedir (Pan et al., 2013). Üretim çalışmalarının da yapıldığı bu orman alanlarında ölü örtü ile birlikte kesim artıkları da bulunmaktadır. Ayrışması güçleşen bu tür materyal de kabukböceklerinin çoğalmasına katkı sağlayarak küçük bulaşma noktaları haline gelmelerine neden olabilmektedir.

Toplam azot miktarı 2. profile ait üst topraklarda (0-8 cm) zengin özellik göstermiş olup diğer profillere ait toprakların tamamında (1, 3, 6 numaralı profiller) ise “Fakir” özellik göstermiştir.

Çalışma alanından alınan toprak profillerinde tuzluluk durumu ele alındığında ise genel olarak tüm profillerde tuzluluk probleminin olmadığı görülmektedir. Ancak, çalışmanın yürütüldüğü orman alanında gerek toprak yapısının ve gerekse su durumunun bu salgında rolü olduğu kanısını vermektedir. Stres faktörleri altındaki ağaçların *I.sexdentatus* gibi kabukböceklerinin saldırılarına karşı daha hassas olduğu; başta kuraklık olmak üzere fırtına ya da yangın gibi olumsuz çevre faktörlerinin etkisiyle ardı ardına zarar gören ağaçlarda zararın çok daha şiddetli zarara uğradığı ifade edilmektedir (Seedre, 2005; Rouault et al., 2006; Akkuzu ve Güzel, 2015). Yapılan literatür taramalarında değişik ülkelerde kabuk böcekleri salgınlarının, kuraklık ve ormanın toprak yapısıyla sıkı ilişkisi olduğu belirtilmiştir (Rouault et al., 2006; Dobbartin et al., 2007; Vilhar, 2016).

Çalışma alanına 5 ay süreyle düşen toplam yağış miktarı bakımından karşılaştırıldığında 2011 yılında düşen yağış miktarının (374,4 mm), 2012 yılından (102,9 mm) daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Yapılan araştırmalara göre zararlar; özellikle sığ topraklarda, su tutma kapasitesi düşük ve/veya doğrudan güneşe maruz kalan bakılarda bulunan lokalitelerde görülmüştür (Anonymous, 2003; Belrose et al., 2004; Nageleisen 2004a,b). Bu gözlemler, topraktaki su durumu ile zararlı böceklerle karşı göstereceği direnç (tepki) arasında ilişki olduğu; örneklerle kanıtlanmıştır. Kurak ve sıcak hava dalgaları; ağaçların biyotik ve abiyotik nedenlerle zayıf düşürülmesinde en önemli paya sahiptir. Bazı Avrupa ülkelerindeki plantasyonlarda

ağaç türlerinin seçiminin isabetsiz olduğu, 2003 yılında görülen kuraklık sırasında anlaşılmıştır (Belrose et al., 2004; Rouault et al., 2006).

Kuraklık; ağaç fizyolojisini ve gelişmesini doğrudan doğruya etkilemekle birlikte, kuraklık sonucu ortaya çıkan sekonder faktörlerin etkisi (zararlı böcekler, patojen ve yangın); kuraklıktan daha fazla olabilmektedir. Nitekim 2003 Yılında Batı ve Orta Avrupa’da meydana gelen kuraklık ve sıcak hava dalgaları; sözü edilen etmenleri tetikleyerek ormanların aşırı zarar görmesine neden olması bu düşüncüyü doğrulamaktadır (Rouault et al., 2006).

İbrelî ağaçlara herhangi bir zamanda az sayıda böcek saldırılabildiğinden; sağlıklı ağaçlar ürettikleri reçineyi salgılamak suretiyle küçük kabukböceklerini boğarak kendi savunmalarını kendileri yapabileme imkânına sahip olurlar. Bu koşullar altında böcekler, sadece hastalıklı ve değişik nedenlerle zayıflamış ağaçları öldürebilirler. Ağaçların reçinelerini su tüketerek yapması, kuraklık-böcek salgını ilişkisini gösteren önemli bir parametredir.

Yapılan literatür taramalarına göre, bu durumun ortaya çıkmasında, özellikle yağış durumu (özellikle yağışın az düştüğü kurak yıllarda) ile zayıf toprak yapısının zararlı yoğunluğunu tetikleyen ana faktörlerin başında geldiği kanısına varılmıştır. Ancak çalışma alanında bu konunun uzun yıllar incelenerek toprak ve iklimin ne oranda etkili olduğunun, bundan sonra yapılacak çalışmalarda ayrıntılı olarak incelenmesinde yarar görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanında, önceki yıllarda yapılan incelemelerde yoğun ağaç kurumalarının olduğu, kurumuş ağaç ve yere dökülmüş kabuklarda yapılan incelemelerde kurumlarda sözü edilen kabuk böceklerinin de önemli payı olduğu; 2004–2010 yılları arasında yaklaşık 1300 ha alandan 4023 m³ karaçamın kesilerek ormandan uzaklaştırıldığı (olağanüstü eta) öğrenilmiştir. Kurumalar nedeniyle kesilen karaçamların orman alanında dip kütükleri ile bunların gövde, dal, kabuk artıklarına rastlanılmış, ağaç kurumalarının yoğun olarak sürdüğü de tespit edilmiştir. Bu bilgilerden de anlaşılacağı üzere kabukböcekleri; gerek doğal ve gerekse plantasyon ormanlarının en ciddi zararlıları arasında yer almaktadır. Bu böcekler kurumuş ve/veya zayıf düşmüş ağaçlara zarar vermekle birlikte, salgın yıllarında sağlıklı ağaçları da kurutabilmektedir.

Meteorolojik olaylar da bu zararları tetiklemektedir.

Meteorolojik olayların orman alanlarındaki farklı biçimlerde etkileyebildiği yapılan literatür taramalarından anlaşılmıştır. Artan sıcaklıklara bağlı olarak ağaçların topraktan alabileceği su miktarı azalacağından, ağaç dokularındaki su konsantrasyonunu azaltabileceği (şimşek vd., 2010) buna bağlı olarak besin kalitesini de azaltabileceği (Lieutier, 2002, 2004), stresli ortamda bulunan ağaçların odun dokusu, sekonder zararlıları çeken kimyasal bileşikleri de yaydığı (Kelsey and Joseph, 2001; Rouault et al., 2006), şiddetli su stresinin zararlı salgınlarına karşı ağaç direncini düşürdüğü (şimşek vd., 2010) kaydedilmiştir.

Ekstrem iklim değişikliklerinin orman zararlıları üzerinde, dolaylı olarak da etkisi olabilmektedir. Kuraklık ve yüksek sıcaklıkların; her bitki türünün değişik gelişme dönemlerinde ayrı ayrı önemli etkisi bulunmaktadır. Sıcaklık ve kuraklık, ağacın fizyolojisi, biyokimyası ve fenolojisi üzerinde etkili olabilmektedir (şimşek vd., 2010). şiddetli su stresinin birbirini izleyen yıllarca devam etmesi; kabuk böcekleri popülasyonunun salgın yapacak düzeye ulaşmasına neden olabileceği gibi, geniş alanlarda sağlıklı ağaçların da zarar görme olasılığını arttırmaktadır (Rouault et al., 2006). Bu durum, kabukböceklerinin gelişmesine bağlı olarak daha fazla ağacın kuruyarak ölmesi anlamına gelir.

Ergin *Ips* türlerinin uygun konukçu materyal bulabilmeleri için 4 km'ye kadar uçabildikleri gibi, rüzgarla da yayılabilmekte, kabukları soyulmamış tomrukların, odun ürünlerinin veya kabuklu materyalin nakledilmesiyle birlikte, ergin öncesi ve ergin dönemlerinde başka yerlere taşınabilmektedir (Anonymous, 2009). Bu durum, zararlı popülasyonunun baskı altına alınmasında önemli rolü olabileceği gibi, temiz alanların bulaşmasının da önlenmesinde katkıda bulunduğu düşünölmektedir.

Sonuç olarak,

1. *I.sexidentatus*'un iki uçuş periyodunun bulunduğu saptanmıştır. Bunlardan birincisi; kışlayan dölle, ikincisi ise birinci döl ile ikinci dölün erginlerinin karışık halde bulunduğu döldür. Bu bulgular, şimşek vd. (2010) tarafından da doğrulanmaktadır.

2. Zararlı *I.sexidentatus* uçuşlarının, 2011 yılında hava sıcaklığının ortalama 17,6°C ulaştığında (01 Haziran), 2012 yılında ise 25,4°C'ye ulaştığında

(13 Haziran) başladığı tespit edilmiştir. Yoğun uçuşlar ise 2011 yılında Temmuz sonu-Ağustos başında hava sıcaklığının 23,6-28,6°C arasında olduğu iki haftalık sürede (20.07.2011-13.08.2011); 2012 yılında ise Ağustos ayı başlarında, hava sıcaklığının 19,2-22,7°C arasında olduğu periyotta yoğun uçuşlar gerçekleşmiştir. *I.sexidentatus* uçuşları 2011 yılında 20,1°C, 2012 yılında ise 18,3°C'den itibaren durmuştur. Bu verilere göre *I.sexidentatus* uçuşlarının 2011 yılında 63 ve 35 gün; 2012 yılında ise 56 gün ve 35 gün olmak üzere iki periyot halinde gerçekleştiği anlaşılmıştır.

3. Son yıllarda, Ülkemizi de etkileyen küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışı, böceklerin daha uzun süre zarar yapmasına ve aynı zamanda ağaçları su stresine sokarak onların alyuvarları durumunda bulunan ve yapımında su bulunan reçine miktarını olumsuz yönde etkilemektedir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte böceklerin bir yılda verdikleri döl sayısı da artabileceği gibi, biyoloji-fenoloji ilişkisi de bozulabilecektir. Bu durum; sıcaklık artışı ile böcek salgınları arasında sıkı bir ilişki bulunduğu kanısını vermektedir.

4. Elde edilen sonuçlar, orman alanına yapılacak silvikültürel işlemlerde (zararlı ile bulaşık ağaçların bölmede çıkarılma zamanının tayininde) yararlanılabileceğini ortaya koymaktadır. Orman ekosisteminde, kabukböcekleri yerleştikten sonra tuzak ağaçlarının ormandan uzaklaştırarak, zararlı yoğunluğu önemli azalmalar oluncaya kadar kesme/tuzaklama/uzaklaştırma işlemlerinin sırasıyla ve belirli aralıklarla tekrarlanması gerekmektedir. Bu mücadele yöntemlerinden feromon tuzaklar kullanmak suretiyle zararlı popülasyonunu ekonomik zarar eşiğinin altında tutulması mümkün görölmektedir (şimşek ve Öner, 2003).

Teşekkür: Çalışmamızı (BAP-2010/01) destekleyen Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Ofisine, çalışma alanımızın toprak analizlerini yapan Faköitemiz öğretim elemanlarından Arş. Gör. Semih EDİş'e teşekkür ederiz. Arazi çalışmalarımızda önemli katkıları olan Faköitemiz personelinden Erkan ARSLAN'a ayrıca teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akkuzu, E., Güzel, H., 2015. Edge Effects of *Pinus nigra* Forests on Abundance and Body Length of *Ips sexdentatus*. Izvorni znanstveni članci 9-10, 447-453.
- Anonymous, 2003. L'actualité phytosanitaire en forêt en 2003: bilan de fin de saison de végétation , in: Information Santé des Forêts, Min. Agri. Alim. Pêche Aff. Rur., Paris. In.
- Anonymous, 2009. Global review of forest pest and diseases. A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005 00153 Rome, Italy, 245 p. Viale delle Terme di Caracalla.
- Belrose, V., Nageleisen, L.M., Renaud, J.P., 2004. Les conséquences de la canicule et de la sécheresse sur la santé des forêts : bilan à la fin de l'année 2003. La santé des forêts (France) en 2003. In.
- Bentz, B.J., Régnière, J., Fettig, C.J., Matthew Hanse, E., Hayes, J.L., Hicke, J.A., Kelsey, R.G., Negron, J.F., Seybold, S.J., 2010. Climate Change and Bark Beetles of the Western United States and Canada: Direct and Indirect Effects. . BioScience 60, 602-613.
- Christiansen, E., Bakke, A., 1997. Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests In: Grégoire, J.C., Liebhold, A.M., Stephen, F.M., Day, K.R., Salom, S.M. (Eds.), General Technical Report. USDA Forest Service, pp. 163-171.
- Dobbertin, M., Wermelinger, B., Bigler, C., Bürgi, M., Carron, M., Forster, B., Gimmi, U., Rigling, A., 2007. Linking Increasing Drought Stress to Scots Pine Mortality and Bark Beetle Infestations. TheScientificWordJournal 7, 231-239.
- Hanks, L.M., Paine, T.D., Millar, J.G., Campbell, C.D., Schuch, U.K., 1999. Water relations of host trees and resistance to the phloem-boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. (Coleoptera: Cerambycidae). Oecologia 119, 400-407.
- Kelsey, R., Joseph, G., 2001. Attraction of Scolytus Unispinosus Bark Beetle to Ethanol in Waterstressed Douglas-fir Branches. Forest Ecology and Management 144, 229-238.
- Kondur, Y., Göl, C., 2016. Effects of the Global Climate Change on Resin Production in Forest Trees and Harmful Insect Outbreaks. In, International Forestry Symposium (IFS 2016) Kastamonu/TURKEY, pp. 911-915.
- Lieutier, F., 2002. Mechanisms of Resistance in Conifers and Bark Beetle Attack Strategies. In: Wagner, M.R., Clancy, K.M., Lieutier, F., Paine, T.D. (Eds.), Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 31-77.
- Lieutier, F., 2004. Host Resistance to Bark Beetles and its Variations. In: Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J.C., Evans, H.F. (Eds.), Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Kluwer Academics Publishers, Dordrecht.
- McNee, W.R., Wood, D.L., Storer, A.J., 2000. Pre-Emergence Feding in Bark Beetles (Coleoptera: Scolytidae). Population Ecology 29, 495-501.
- Mezei, P., Grodzki, W., Blazenec, M., Skvarenina, J., Brandysova, V., Jakus, R., 2014. Host and site factors affecting tree mortality caused by the spruce bark beetle (*Ips typographus*) in mountainous conditions. Forest Ecology and Management 331, 196-207.
- Nageleisen, L.M., 2004a. Les insectes sous-corticaux des résineux en 2002: diminution inattendue des dommages dus aux scolytes. Min.Aagri. Alim. Pêche Aff. Rur. (DGFAR), Paris. In.
- Nageleisen, L.M., 2004b. Recrudescence des insectes sous-corticaux à la suite des extrêmes climatiques de 2003, in: Bilan de la santé des forêts en 2003, Min. Agri. Alim. Pêche Aff. Rur., Paris.
- Öner, N., şimşek, Z., Kondur, Y., İmal, B., şimşek, M., 2010. Küresel iklim değişikliği dikkate alınarak kurak ve yarıkurak alanların ağaçlandırılması ve zararlı böceklerle mücadelesine yönelik öneriler (Çankırı ili örneği). In, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, pp. 827-838.
- Özcan, G.E., 2017. Assesment of *Ips sexdentatus* population considering the capture in pheromone traps and their damages under non-epidemic conditions. şumarski list 141, 47-55.
- Özcan, G.E., Eroğlu, M., Akıncı, H.A., 2011. Use of pheromone-baited traps for monitoring *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae) in oriental spruce stands. African Journal of Biotechnology 10, 16351-16360.
- Pan, D.R., Liu, X.N., Xie, Z.Q., Luo, L., Liu, L., 2013. Litter decomposition of typical forests along an altitude gradient in Mt. Shennongjia, Hubei, China. Chinese Journal of Applied Ecology 12: 3361-3366.
- Rossi, J.P., Samalens, J.C., Guyon, D., van Halder, I., Jactel, H., Menassieu, P., Piou, D., 2009. Multiscale spatial variation of the bark beetle *Ips sexdentatus* damage in a pine plantation forest (Landes de Gascogne, Southwestern France). Forest Ecology and Management 257, 1551-1557.
- Rouault, G., Candau, J.N., Lieutier, F., Nageleisen, L.S., Martin, J.C., Warzée, N., 2006. Effects of Drought and Heat on Forest Insect Population in Relation to the 2003 Drought in Western Europe. Ann. For. Sci. 63, 613-624.
- Sarıkaya, O., Yıldırım, S., 2011. Isparta-Aksu Yöresi İğne Yapraklı Ormanlarının Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) Türleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 13, 38-50.

Seedre, M., 2005. *Ips sexdentatus* in Montesquiu Castle Park Scots Pine stands; Overview and Management Recommendations. In: Jürgens, J. (Ed.). Master of European Forestry Erasmus Mundus, Barcelona, Spain p. 14.

Semerci, A., Çelik, O., şanlı, B., şahin, Ö., Eczacıbaşı, B., Argun, N., 2006. İç Anadolu Bölgesinde Son Beş Yılda İncelenen Bazı Ağaç Kurumalarının Nedenlerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri. In, Türkiye’de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, 7-10 Kasım 2006 Ürgün, Nevşehir, pp. 52-53.

şimşek, Z., Kondur, Y., şimşek, M., 2006. Küresel İklim Değişikliğinin Zararlı Böcekler Üzerine Olası Etkileri. In, IV. Çankırı Kültürü Bilgi şöleni, Çankırı, pp. 87-125.

şimşek, Z., Kondur, Y., şimşek, M., 2010a. Küresel İklim Değişikliğinin Kabuk Böcekleri Üzerinde Beklenen Etkileri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 3, 149-157.

şimşek, Z., Öner, N., 2003. Ilgaz (Derbent ve Doruk)’da Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) Meşcerelerinin Silvikültürel Özellikleri ile Saptanan Kabukböcekleri ve Mücadele Yöntemleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A, 49-60.

şimşek, Z., Öner, N., Kondur, Y., şimşek, M., 2010b. Kuraklığın Orman Biyoçeşitliliği Üzerine Etkileri ve Gelecekte Alınması Gereken Önlemler. In, Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, Çorum, Türkiye, pp. 514-521.

Ünal, S., Yaman, M., Tosun, O., Aydın, Ç., 2009. Occurrence of *Gregarina typographi* (Apicomplexa, Gregarinidae) and *Metschnikowia typographi* (Ascomyta, Metschnikowiaceae) in *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) Populations in Kastamonu (Turkey). Journal of Animal and Veterinary Advances 8, 2687-2691.

Vilhar, U., 2016. Comparison of drought stress indices in beech forests: a modelling study. iForest Biogeosciences and Forestry 9, 635-642.

Williams, D.W., Liebhold, A.M., 2002. Climate change and the outbreak ranges of two North American bark beetles. Agricultural and Forest Entomology 4, 87-99.
