

Cilt: 14 Sayı: 1 Temmuz 2018 / Vol: 14 No: 1 July 2018 ISSN: 1306-2182



DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ
ORMANCILIK DERGİSİ

DÜZCE UNIVERSITY
JOURNAL OF FORESTRY

Fakülte Adına Sahibi : Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Baş Editör : Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Editör Kurulu

Prof. Dr. Derya EŞEN
Prof. Dr. Kermit CROMAC Jr. (Oregon State University)
Prof. Dr. Rimvydas VASAITIS (Swedish University of Agricultural Sciences)
Prof. Dr. Jiří REMEŠ (Czech University of Life Sciences Prague)
Prof. Dr. Marc J. LINIT (University of Missouri)
Prof. Dr. Zeki DEMİR
Doç. Dr. Abdurrahim AYDIN
Doç. Dr. Dr. Derya SEVİM KORKUT
Doç. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ
Yrd. Doc. Dr. Tarık GEDİK
Yrd. Doc. Dr. Akif KETEN
Yrd. Doc. Dr. Pınar KÖYLÜ
Yrd. Doc. Dr. Hasan ÖZDEMİR
Yrd. Doc. Dr. Hüseyin AMBARLI
Yrd. Doc. Dr. Bülent TOPRAK
Yrd. Doc. Dr. İdris DURUSOY
Yrd. Doc. Dr. Bilal ÇETİN
Arş. Gör. Muhammet ÇİL
Arş. Gör. Sertaç KAYA
Arş. Gör. Nuray ÖZTÜRK
Arş. Gör. Çağlar AKÇAY
Arş. Gör. Ömer ÖZYÜREK
Arş. Gör. Sinem ÖZDEDE
Arş. Gör. Tarık ÇİTGEZ

Yazışma Adresi

Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi

81620 Konuralp Yerleşkesi / Düzce-TÜRKİYE

Corresponding Address

Duzce University
Faculty of Forestry

81620 Konuralp Campus / Düzce-TURKEY

Dergi yılda iki sayı olarak yayınlanır (This journal is published semi annually)
<http://www.duzce.edu.tr/of/> adresinden dergiye ilişkin bilgilere ve makale özetlerine ulaşılabilir
(Instructions to Authors" and "Abstracts" can be found at this address).

İÇİNDEKİLER

İç Anadolu'da Ağaçlandırma Çalışmaları	1
Oktay YILDIZ, Bilal ÇETİN, Murat SARGINCI, Bülent TOPRAK, İsmail GÜRSOY, Burak ALTINAY, Hilal ARSLAN, Calistus MUA, Fatma AYYÜCE, Özgül MUTLU, Abdullah Hüseyin DÖNMEZ, Yasin KOKAŞ, Ahmet YAPAR, Dilek GÜNER ve Uğur ŞAHİN	
Düzce'de <i>Lagerstroemia indica</i> L. (Oya ağacı)'nın Yeni İstilacı Türleri ve Yönetimi.....	21
Nuray ÖZTÜRK, Beşir YÜKSEL, Hasan GEDİKLİ	
Farklı Mikorizal İşlem Uygulanan Toros Sediri (<i>Cedrus libani</i> A. Rich.) Fidanlarının Morfolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	30
Bülent TOPRAK, Oktay YILDIZ, Murat Sargıncı, Şükrü Teoman GÜNER, Aysun PEKŞEN, Ernaz ALTUNDAĞ ÇAKIR	
Effect of Heat Treatment on Formaldehyde Emission in Particleboard	45
Hasan Öztürk, Aydın DEMİR, Gürsel ÇOLAKOĞLU	

İç Anadolu'da Ağaçlandırma Çalışmaları**Afforestation Practices in Central Anatolia**

**Okta YILDIZ¹, Bilal ÇETİN¹, Murat SARGINCI¹, Bülent TOPRAK², İsmail GÜRSOY³,
Burak ALTINAY³, Hilal ARSLAN¹, Calistus MUA¹, Fatma AYYÜCE¹, Özgül MUTLU¹,
Abdullah Hüseyin DÖNMEZ¹, Yasin KOKAŞ¹, Ahmet YAPAR¹, Dilek GÜNER³ ve Uğur
ŞAHİN³**

Öz

Olumsuz iklim koşulları ile birlikte aşırı otlatma ve kırılğan ekosistemlerin tarım arazilerine dönüştürülmesi İç Anadolu'nun kurak bölgelerinde arazi bozulmalarına neden olmuştur. Son 70 yıldır, kumul ağaçlandırmaları, toprak koruma ve erozyon kontrol çalışmaları nedeniyle Türkiye ormancıları kurak saha ağaçlandırmaları konusunda önemli tecrübeler edinmiştir. Kurak sahalarda kullanılan başlıca ibrelili türleri Toros sediri (*Cedrus libani*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam (*Pinus brutia*), servi (*Cupressaceae* spp.) ve Arizona servisidir (*Cupressus arizonica*). En çok kullanılan yapraklı türler yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), kokarağaç (*Ailanthus altissima*), dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*), badem (*Prunus amygdalus*), ve iğdedir (*Elaeagnus angustifolia*). Bu türlerden kızılçam ve Arizona servisi vadi tabanlarından 1200 m ye kadar olan yükseltilerde, sarıçam 1300 -1700 metreler arası, yalancı akasya, kokarağaç, dişbudak ve iğde ise kurak taban arazilerde ve dere içlerinde iyi gelişim göstermektedir. Şimdiye kadar elde edilen sonuçlar ya dikilen fidanların türlerine ya da orijinlerine yorumlanmıştır. Tahrip edilmiş bitki örtüsünü ve toprak verimliliğini restore edecek olan ağaçlandırma başarılarını arttırmak için tüm süreçleri kapsayan yeni deneme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, Kurak sahalarda, İç Anadolu, Restorasyon

Abstract

Unfavorable climatic conditions and anthropogenic factors such as conversion of marginal pastures into agricultural land and overgrazing, have generated and amplified degradation of arid zones in the Central Anatolian Region of Turkey. In the last 70 years, foresters working in Turkey on sand dunes, soil protection and erosion control measures have acquired considerable knowledge about arid zone afforestation. The main conifer species used in aridlands are cedar (*Cedrus libani*), scotch pine (*Pinus sylvestris*), black pine (*Pinus nigra*), Turkish pine (*Pinus brutia*), Cupressaceae spp., Arizona cypress (*Cupressus arizonica*). The main broad leaves are consist of black locust (*Robinia pseudoacacia*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*), narrow-leafed ash (*Fraxinus angustifolia*), maple (*Acer* spp.), Almond (*Prunus amygdalus*) and Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*). Among these species, Turkish pine and Arizona cypress do well from the bottomland up to 1200 m elevation. Above 1200 m. Scotch pine do well above 1300 m elevation up to 1700 m. Black locust, tree of heaven, ash and Russian olive are successful in drier bottomlands and riparian zones. The results that have been obtained so far are limited to interpretations made about the species of the planted seedlings and their origin. In order to accelerate the process of successful tree establishment so as to restore the vegetation that has been destroyed and improve soil fertility in these regions, there is a need for new experimental studies.

Keywords: Afforestation, Dry-lands, Central Anatolia, Restoration

Received: 25.02.2018, Revised: 15.05.2018, Accepted: 30.05.2018

Address: ¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi,

²Düzce Üniversitesi, Ormancılık Meslek Yüksekokulu,

³Orman Genel Müdürlüğü

E-mail: oktayyildiz@duzce.edu.tr

1. Giriş

Yüzölçümünün 2/3'ü kurak ve yarıkurak iklim kuşağında yer alan Türkiye ve içinde bulunduğu Ortadoğu ve Akdeniz havzası ciddi kuraklık ve çölleşme tehdidi altındadır (Thirgood, 1981; Doğan, 2011). Olumsuz iklim ve toprak koşulları İç Anadolu Bölgesi'nde doğal bitki örtüsünün step (bozkır) olarak şekillenmesine neden olmuştur. Fakat doğal stebin dışında asıl olumsuzluklar insan kaynaklı olarak ortaya çıkmıştır. Tarih boyunca insanların çeşitli sebeplerle bitki örtüsünü tahrip etmesi sonucu Anadolu'nun ortasında yer alan doğal step alanları giderek genişlemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Emirgazi (Karacadağ) civarında tahrip olmuş bitki örtüsü

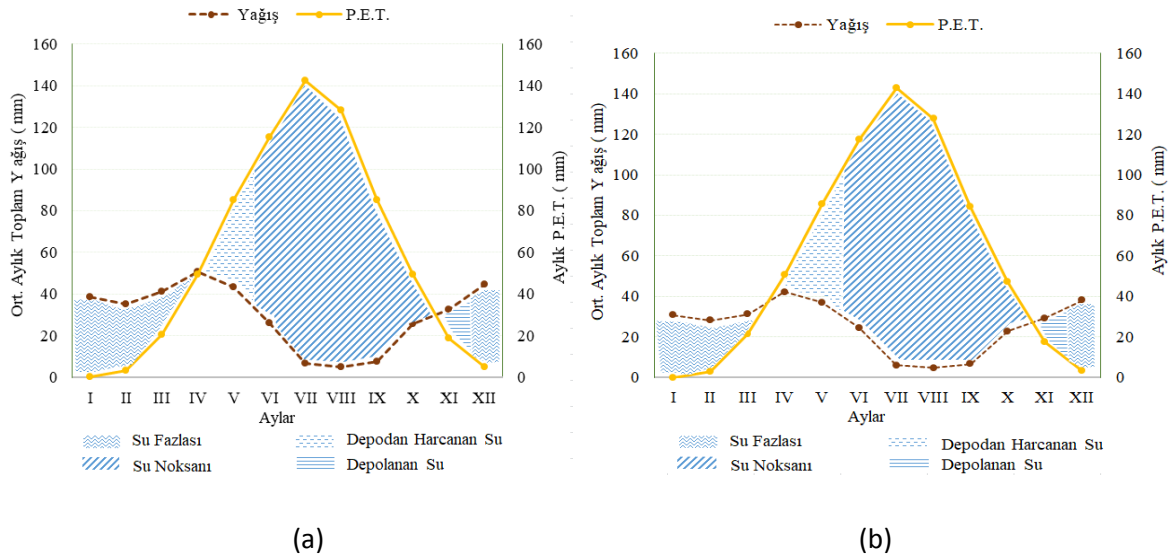
Özellikle son 50 yılda hızlı nüfus artışı ve tüketim alışkanlıklarındaki değişim doğal alanların tarım arazilerine dönüştürülmesine neden olmuş ve meralar üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Geniş düzlüklerde koruyucu bitki örtüsünü kaybeden üsttoprak şiddetli rüzgârlarla uzun mesafelere savrulmuştur. Bölgede son 70 yıldır Orman Bakanlığı, Toprak-Su Genel Müdürlüğü (Mülga), Askeriye, Belediyeler ve özel şirketler tarafından farklı amaçlar için gerçekleştirilen önemli ağaçlandırma çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğu hem emek yoğun pahalı çalışmalardır hem de fidanların tutma oranı diğer bölgelerdeki ağaçlandırma çalışmalarına göre düşüktür (Çalışkan ve Boydak, 2017; Arslan, 2018, Yıldız ve ark., 2018). Bu nedenle yapılan çalışmalarda başarılı sahalar milyonlarca hektarlık potansiyel alan içinde oldukça sınırlı kalmaktadır (Arslan, 2018, Yıldız ve ark., 2018). Dolayısıyla toprak koruma ve bozulan arazilerin restorasyonu İç Anadolu Bölgesi için önemli bir yer tutmakta ve *Çölleşme ile Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı*'nın vizyon ve misyonunda da kuraklıktan etkilenen bu arazilerin iyileştirilmesi hedeflenmektedir (Arslan, 2018).

2. İç Anadolu'da İklim ve Toprak Yapısı

2.1. İklim

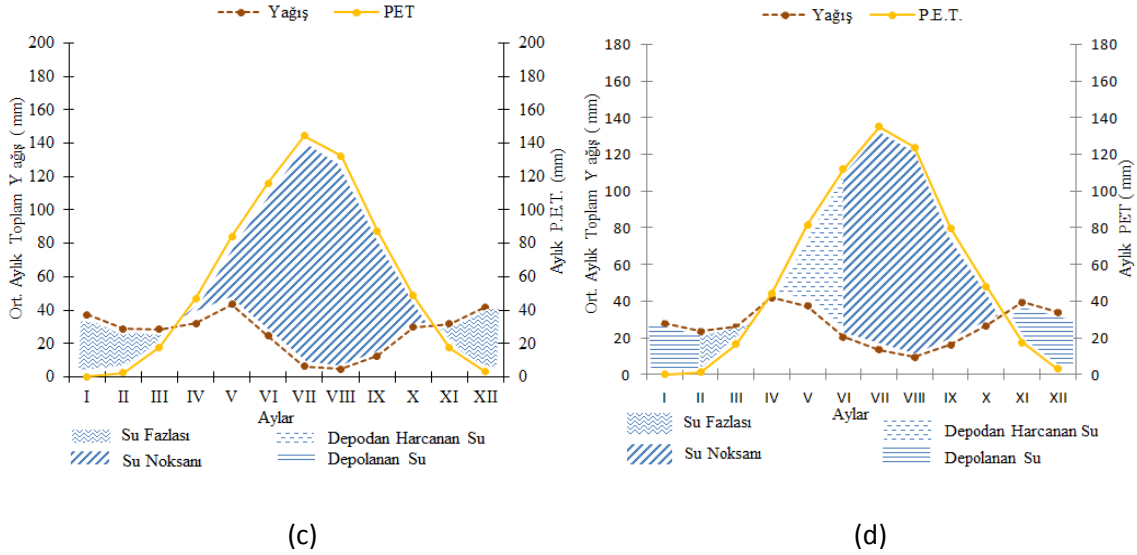
İç Anadolu Bölgesi hem dünyada çöl biyomlarının olduğu 30. enlemlere coğrafik konum olarak yakın hem de güneyden Toroslar ile kuzeyden de Karadeniz dağlarıyla çevrilerek yağmur gölgesinde kalmaktadır. Ayrıca Kuzey Afrika ve Arap çöllerinden gelen karasal tropik hava akımları özellikle yaz aylarında bölgede uzun süreli kuru ve sıcak iklim koşullarının oluşmasına neden olmaktadır. Geniş düzlüklerde etkin olan şiddetli rüzgârlar da buharlaşmayı ve dolayısıyla nem açığını daha da arttırmaktadır.

Etkin karasal iklim, büyüme sezonu boyunca nem açığına neden olmaktadır (Özyuvacı, 1999; Atalay, 2002). Ceylan ve ark. (2009) Tuz Gölü, Konya havzasının 300 mm civarında toplam yıllık yağış ve 11 °C ortalama sıcaklıkla Türkiye'nin en kurak sahalarına sahip olduğunu belirtmekte ve bölgeyi "çok kurak" sınıfında nitelendirmektedir. Eskişehir'den Aksaray'a kadar meteoroloji istasyonlarının son 60 yıllık verilerine göre bölgede mayıstan ekime kadar su açığı görülmektedir (Şekil 2. a, b, c ve d).



(a)

(b)



Şekil 2. Aksaray (a), Ereğli (b), Konya (c), Eskişehir (d) meteoroloji istasyonu verilerine göre bölgenin Thornthwaite su bilançosu

2.2. Jeoloji ve Toprak Yapısı

İç Anadolu Bölgesi Kuzey Anadolu dağları ve güneyde Toros dağları ile çevrili bir çanak durumundadır. Tuz Gölü civarında 925 m; Konya havzasında 1000 m civarından başlayan yükselti, dağ sıralarında 2000 m'nin üzerine çıkmaktadır. İç Anadolu kapalı havzası üçüncü jeolojik zamanın son bölümü olan pliyosende (5.32 myö-1.81 myö) sığ göller ile kaplanmış ve bu çöküntülerde killi ve kireçli lakustrin malzeme milyonlarca yıl birikmiştir. Miyosen ile pliyosen bölümlerde yoğun volkanizma olayları sonucu çıkan malzemeler de yer yer göl tabanındaki bu lakustrinlere karışmıştır. Gölün kuruması sonucu da, toprak yapısı volkano-sedimenter malzemeleri içeren ve geniş düzlüklerden oluşan Tuz Gölü ve Konya ovaları ortaya çıkmıştır. Jeolojik oluşumlar bakımından çeşitlilik arzeden bölgede yaygın olarak kireçtaşı, marn, kiltası, konglomera, kumtaşı ve jips oluşumlarına rastlanmaktadır (Tunçdilek, 1987; Kapur ve ark., 2002; KHGM, 2005). FAO WRB sınıflandırmasına göre kahverengi toprakların Calcisol, intrazonal tapraklar regosol, jipsli topraklar Gypsisol, tuzlu topraklar Solonchak, alkali topraklar Solonetz ve sığ topraklar ise leptosol olarak ifade edilmektedir.

Bozkır örtüsü altında B horizonunda kireç birikiminin yer aldığı kahverengi topraklar hâkimdir. Platolar üzerinde yağışın biraz arttığı ve kurakçıl orman örtüsü ve antropojen bozkır alanlarında kireç birikim katmanı, B horizonun altlarına doğru inmiştir. Konya ovasında eski Konya gölünün kumlu milli malzemelerini içeren alüvyal topraklar ile eğimli arazilerde toprakların aşındığı yerlerde anamateryalin özelliğini belirgin olarak yansıtan intrazonal topraklar yaygındır. İklim ile birlikte toprak gelişiminin zayıf olması

sonucu toprağın su depolama kapasitesi zayıftır. Aksaray, İncesu, Karapınar, Sazlıpınar bölgesinde toprak yapısı ilk 20 cm’de killi balçıktan killi yapıya kadar değişmekte ve yüksek oranda kireç içermektedir (Yıldız ve ark., 2017;2018).

Yağışın ve biyolojik aktivitenin azlığına ilaveten sahaların sürekli erozyon etkisinde kalmasından dolayı toprak sürekli olarak erken gelişme safhasında tutulmaktadır (genç topraklar). Bu nedenle tekstür, renk, horizon oluşumu üzerinde anamateryalin etkisi baskın olarak görülmektedir. Kurak dönemlerde ufak taneli ve gevşek topraklar tamamıyla kuruyarak bir toz kitlesine dönüşmektedir. Bu kuru ve aynı zamanda gevşek olan materyal rüzgârlarla kolaylıkla harekete geçirilerek uzun mesafelere taşınmaktadır. Bu nedenle İç Anadolu Bölgesi’nin yaklaşık yarısı rüzgâr ve su erozyonunun etkisi altındadır (Yıldız ve ark., 2017; 2018; Şekil 3).



Şekil 3. İç Anadolu Hasan Dağı yakınlarında toprak yapısı

Yıldız ve ark. (2014, 2015a, b) yöredeki sahaların çoğunda toprakların 70-80 cm derinliğinde sert ve geçirimsiz tabakalar (hardpan) oluşturduğunu ve bu nedenle yapılan bütün ağaçlandırma çalışmalarında alt toprak işleminin ağaçlandırma çalışmalarının en önemli parçası olduğunu vurgulamaktadır.

2.3. Bitki Örtüsü ve Tahrip

Sıg toprak ve kurak geçen uzun yaz mevsimleri bu sahalarda doğal bitki örtüsünün *Artemisia* (yavşan) stebi olarak şekillenmesine neden olmuştur. Fakat doğal stebin dışında asıl olumsuzluklar insan kaynaklı olarak ortaya çıkmıştır. Yaklaşık 4000 yıl öncesine kadar Anadolu’nun ortasında yer alan doğal step alanları daha dar bir bölgeyi kapsamakta iken, insanların çeşitli sebeplerle bitki örtüsünü tahrip etmesi sonucu step sınırları giderek genişlemiştir. Çepel’in (1995) iddiasına göre M.Ö. 10 bin yıllarında Anadolu yarımadasında step oranı % 17 civarında iken bugün bu oran % 35’e çıktığını

bildirmektedir. İç Anadolu bozkırında genelde kamefit (kısa boylu çalı ve otlar), hemikriptofit (otsu bitkiler) ve geofit (soğanlı bitkiler) den olan *Artemisia trapon* (yavşan), *Thymus squarrosus* (kekik), *Festuca valensiaca* (yumak) gibi otsu türler ile *Prunus spinosa* (çakal eriği), *Jasminum fruticans* (yasemin), *Amygdalus orientalis* (yabani badem), *Capparis sicula* (kebere), *Astragalus* (geven), *Acantholimon* (çoban yastığı), *Genista* (katır turnağı), *Alhagi*(devedikeni) gibi kuraklığa çok dayanıklı, kök sistemi çok derine giden yastık şeklinde dikenli çalı türleri yaygındır (Tunçdilek, 1987; Atalay, 2002; Özhatay ve ark., 2003).

Kurak ve yarı-kurak İç Anadolu'nun sorunlu sahalarında uzun yıllar otlatma ve tarım gibi faaliyetler sonucu sahalardaki bu cılız bitki örtüsü de önemli ölçüde tahrip edilmiştir. Yaz kuraklığından dolayı bitki örtüsünün bozkır olduğu geniş İç Anadolu düzlüklerinde küçükbaş hayvancılığı, tarih boyunca en önemli geçim kaynağı olmuştur. İstatistiklere göre Türkiye'de 1956 yılında 50 milyon koyun ve keçi (nüfusun yaklaşık iki katı) bulunmaktadır (Birand, 1961; Avcioğlu, 1979; Çetik, 1985). Koyun ve keçi gibi küçükbaş hayvanların yaptığı yoğun otlama sonucu hassas bitkilerin topraküstü kısımları yenilmekte ayrıca toprak çığnenmeye bağlı olarak sıkışmakta, havalanma ve kök gelişimi olumsuz etkilemektedir (Şekil 4). Tahrip sonucu bir taraftan toprağı tutan yer örtücüler önemli oranda ortadan kalkarken, geriye kalan bitki kompozisyonu da değişmektedir. Örneğin, İç Anadolu'nun bozkır alanlarında hayvanların sevmedikleri *Noea spinosissima*, *Eryngium campestre*, *Peganum harmala*, *Euphorbia tinctoria*, *Centaurea squarrosa*, *Cousinia birandiana*, *Alhagi camelorum*, *Eromostachys macrophylla* gibi otlar sahada baskın hale gelmiştir (Birand, 1961; Atalay, 2002; Şekil 4).



Şekil 4. İç Anadolu Aksaray-Konya civarı yoğun otlatma yapılan sahalardan bitki örtüsü ve arazinin genel görünümü

Yöredeki bir diğer tahrip unsuru da marjinal sahaların kontrolsüz bir şekilde tarıma açılmasıdır. Özellikle 1950'lerde traktör sayısının hızla artmasıyla, rüzgârın sürekli estiği düz ya da hafif dalgalı steplerde doğal bitki örtüsünün tarıma açılması durumu daha da kötüleştirilmiştir. Tavşanoğlu (1976), 1958 yılında kurak ve çok rüzgârlı geçen ilkbahar aylarında Konya-Karapınar İlçesi'ni toza ve kuma boğan can ve mal kaybına neden olan kum fırtınalarının olduğunu belirtmektedir. Giderek artan bu fırtınalar nedeniyle devletin farklı kurumları çeşitli önlemler üzerinde çalışmıştır. Bu amaçla 1960'ların başında Toprak-Su Araştırma Merkezi'nce Karapınar'da kumul durdurma çalışmalarına başlanmıştır.

2.4. Ağaçlandırma Çalışmaları

Türkiye'de ekosistem restorasyonu çalışmalarında genelde bitkiyi, hatta ağacı esas alan anlayış baskındır. Erozyon kontrol amaçlı 1950 yılından bu yana 6.5 milyon hektar saha etüd edilmiş ve projelendirilmiş olup, bu sahaların % 85'inde çalışma yapılmıştır (Anonim, 2015; Şekil 5).



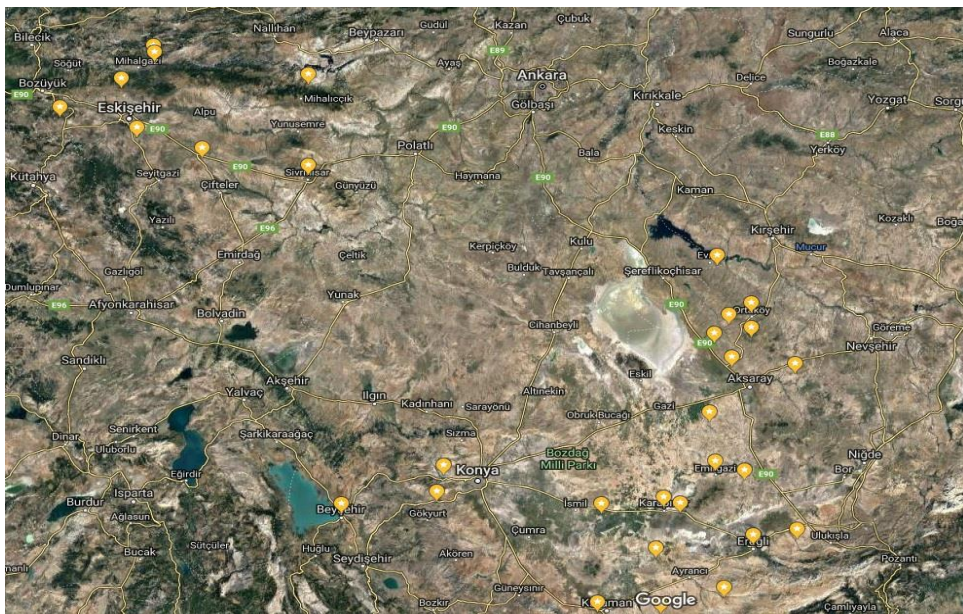
Şekil 5. İç Anadolu Bölgesi'nde (Tuz Gölü, Konya Havzası) ibreli (Toros sediri) ve karışık yapraklı tür ağaçlandırmaları

Türkiye'de çölleşme sorununun en şiddetli yaşandığı bölge Konya Karapınar yöresi olup, 1960'larda yaklaşık 180 000 hektar sahada başlatılan erozyonu önleme çalışmalarında önemli mesafeler katedilmiştir (Palta ve ark., 2011). Toprak-Su Araştırma Merkezince Karapınar'da kumul durdurma çalışmalarına başlanması ve daha sonra Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün de kurulmasıyla, Türkiye ormancıları son 50 yılda kumul tespit, toprak koruma ve erozyon kontrolü amaçlı kurak bölge ağaçlandırmalarında önemli tecrübeler kazanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Karapınar’da başlatılan kumul tespit ve erozyon kontrolü çalışmaları (a, b) ve 60 yıl sonrası (c, d)

Bölgede farklı yörelerde erozyon kontrolü, yeşil kuşak oluşturma, vb. amaçlı önemli ağaçlandırma sahaları kurulmuştur (Şekil 7; Çizelge 1). Fakat kurak ve yarıkurak alanlarda, hâlâ ağaçlandırma veya bitkilendirme yapılabilecek (erozyon kontrolü amaçlı) yaklaşık bir milyon hektar saha olduğu düşünülmektedir.



Şekil 7. Tuzgölü ve Konya havzasındaki önemli ağaçlandırma sahalarının konumu

Çizelge 1. Eskişehir, Aksaray ve Karaman bölgelerinde bulunan önemli ağaçlandırma sahaları ve özellikleri

İli	İlçe	Saha Adı	Faaliyet	Alanı (Ha)	Rakım (m)	Uygulayıcı	Türler
Eskişehir	Tepebaşı	Porsop	Ağaçlandırma	850	992	OGM	Karaçam, sedir, y. akasya, badem, dişbudak, mahlep
Eskişehir	Sivrihisar	Kaymaz	Ağaçlandırma	650	1136	AGM+OGM	Karaçam, sedir, sarıçam, dişbudak, y.akasya, badem
Eskişehir	Odunpazarı	Kıravdan	Ağaçlandırma	185	1068	AGM	Karaçam, sedir, alıç, ahlat, mahlep, boz ardıç, badem
Eskişehir	Mihalıççık	Belen-Cilbirt	Ağaçlandırma	1886	808	AGM	Karaçam, sedir, alıç, ahlat, mahlep, boz ardıç, badem
Eskişehir	Mihalıççık	Yunusemre	Ağaçlandırma	1216	895	OGM	Sedir, karaçam, ahlat, alıç, mahlep, boz ardıç, badem
Eskişehir	Odunpazarı	Kanlıpınar	Ağaçlandırma	250	930	AGM	Sedir, karaçam, y.akasya
Eskişehir	Sivrihisar	Babadat	Ağaçlandırma	150	920	AGM	Sedir, karaçam
Eskişehir	Mahmudiye	Doğanca	Ağaçlandırma	250	938	AGM	Sedir, karaçam, boz ardıç
Eskişehir	İnönü	İnönü	Ağaçlandırma	924	1093	AGM+OGM	Karaçam, sedir, meşe, ardıç, dişbudak, mahlep, iğde,
Eskişehir	Odunpazarı	Kocakır	Ağaçlandırma	1000	900	OGM	Karaçam, sedir, y.akasya
Eskişehir	Sarıcakaya	Mayıslar	Ağaçlandırma	600	280	AGM	Kızılçam, fıstıkçamı
Eskişehir	Tepebaşı	Danişment	Ağaçlandırma	880	1050	OGM	Karaçam, sedir, ahlat, ardıç, ceviz, mahlep, badem,
Eskişehir	Tepebaşı	Mollaoğlu	Ağaçlandırma	236	960	OGM	Karaçam, sedir, ardıç, mahlep, badem,
Eskişehir	Tepebaşı	Kızılınler	Ağaçlandırma	48	906	AGM	Karaçam, sedir, ardıç, badem, iğde, y.akasya
Konya	Emirgazi	Emirgazi	Ağaçlandırma	151	1150	OGM	Badem, karaçam, sarıçam, m.servi, dişbudak, mahlep, iğde, ailanthus
Konya	Karapınar	Meke Gölü	Ağaçlandırma	153	1000	Jandarma	Badem, karaçam, m.servi, dişbudak, y. akasya, sedir
Konya	Emirgazi	Kutören	Ağaçlandırma	100	1200	OGM	Karaçam, iğde, ılgın
Konya	Karatay	Kızılcaкую	Ağaçlandırma	400	1100	OGM	Sedir, karaçam, y.akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Meram	Altınapa	Ağaçlandırma	1000	1350	OGM	Sedir, karaçam, sarıçam, ardıç, meşe, y. akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Meram	Loras Dağı	Ağaçlandırma	6489	1630	OGM	Sedir, karaçam, sarıçam, ardıç, meşe, y.akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Meram	Bağırsak Boğazı	Ağaçlandırma	4900	1500	OGM	Sedir, karaçam, sarıçam, ardıç, meşe, y.akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Meram	Kızılören	Ağaçlandırma	2418	1450	OGM	Sedir, karaçam, sarıçam, ardıç, meşe, y.akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Meram	Meramdere	Ağaçlandırma	1452	1550	OGM	Sedir, karaçam, sarıçam, ardıç, meşe, y.akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Beyşehir	Çandır	Ağaçlandırma	3040	1500	OGM	Sedir, karaçam, sarıçam, ardıç, meşe, y.akasya, ailanthus, mahlep,
Konya	Ereğli	Çayhan	Ağaçlandırma	304	1425	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, meşe, y.akasya, ailanthus, mahlep,

Çizelge 1 (Devam). Eskişehir, Aksaray ve Karaman bölgelerinde bulunan önemli ağaçlandırma sahaları ve özellikleri

İli	İlçe	Saha Adı	Faaliyet	Alanı (Ha)	Rakım (m)	Uygulayıcı	Türler
Aksaray	Ortaköy	Ekecik	Ağaçlandırma	2000	1400	OGM	Sedir, karaçam, m.servi, ardıç, sarıçam, badem, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus, ceviz
Aksaray	Merkez	Yenipınar	Ağaçlandırma	170	1650	OGM	Sedir, karaçam, m.servi, ardıç, sarıçam, badem, meşe, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus, ceviz
Aksaray	Sarıyahşi	Yaylak	Ağaçlandırma	250	1450	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, sarıçam, badem, meşe, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus, ceviz
Aksaray	Sarıyahşi	Sipahiler	Ağaçlandırma	170	1500	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, sarıçam, badem, meşe, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus, ceviz
Aksaray	Gülağaç	Nenezi	Ağaçlandırma	140	1500	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, karaçam, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus,
Karaman	Ayrancı	Ambar	Ağaçlandırma	300	1150	OGM	Karaçam, kızılçam, iğde, badem, mahlep, meşe, karaçam
Karaman	Merkez	Taşkale	Ağaçlandırma	350	1500	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, badem, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus
Karaman	Merkez	Medreselik	Ağaçlandırma	350	1600	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, badem, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus
Eskişehir	Alpu	Özdenk-Büğdüz	Erozyon Kontrol	1000	850	AGM+OGM	Toros sediri, karaçam, badem, y.akasya
Eskişehir	Sivrihisar	Paşakadın	Erozyon Kontrol	638	1140	AGM	Karaçam, sedir, badem, y.akasya, ailanthus, dişbudak
Eskişehir	Sivrihisar	Koltan	Erozyon Kontrol	80	880	AGM	Karaçam, sedir
Eskişehir	Tepebaşı	Mollaoğlu	Erozyon Kontrol	255	960	OGM	Karaçam, sedir, ardıç, mahlep, badem, iğde,
Eskişehir	Tepebaşı	Yeşilkuşak	Erozyon Kontrol	626	1160	AGM	Karaçam, sedir, mahlep, y.akasya, ahlat,
Konya	Karapınar	Sazlıpınar	Erozyon Kontrol	100	1000	OGM	Karaçam, dişbudak, y.akasya, badem
Aksaray	Merkez	Acıpınar	Erozyon Kontrol	1160	1050	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, sarıçam, mazi, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus, gladitschia
Aksaray	Merkez	Sarayhan	Erozyon Kontrol	630	1050	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, karaçam, mazi, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus, gladitschia
Aksaray	Merkez	Topakkaya	Erozyon Kontrol	350	1050	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus, gladitschia
Aksaray	Merkez	İncesu	Erozyon Kontrol	320	1000	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus, gladitschia
Aksaray	Merkez	Sapmaz	Erozyon Kontrol	100	1050	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus,

Çizelge 1 (Devam). Eskişehir, Aksaray ve Karaman bölgelerinde bulunan önemli ağaçlandırma sahaları ve özellikleri

İli	İlçe	Saha Adı	Faaliyet	Alanı (Ha)	Rakım (m)	Uygulayıcı	Türler
Aksaray	Merkez	Baymış	Erozyon Kontrol	260	1050	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus,
Aksaray	Merkez	Boyalı	Erozyon Kontrol	420	1200	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, karaçam, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus,
Aksaray	Merkez	Hicip	Erozyon Kontrol	1665	1100	OGM	Kızılçam, sedir, m.servi, karaçam, badem, iğde, dişbudak, mahlep, y.akasya, ailanthus, atriplex, ılgın
Karaman	Merkez	Akçaşehir	Erozyon Kontrol	1830	1200	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, badem, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus
Eskişehir	Odunpazarı	Doğankaya	Rehabilitasyon	96	1033	AGM	Karaçam, sedir, ardıç, ceviz, mahlep, badem, iğde,
Karaman	Merkez	Yeşildere - Sudurağı	Rüzgar Erozyonu	140	1040	OGM	Sedir, karaçam, ardıç, kızılçam, badem, dişbudak, mahlep, akçaağaç, y.akasya, ailanthus, meşe
Konya	Karapınar	Karapınar	Yeşil Kuşak	100	1000	Toprak Su	Kokarağaç, karaçam, mahlep, y. akasya ve diğer yp

Ağaçlandırma; Çalışılan sahaların yaklaşık % 80'i üretim ormanı kurmaya uygun olan sahalarda yapılan çalışmaları, **Erozyon kontrol;** Oyuntu erozyonunun yaygın olduğu yamaç arazilerinde yapılan çalışmaları, **Rüzgar erozyonu;** Geniş düzlüklerde rüzgar erozyonunun etkisi altındaki sahalarda yapılan çalışmaları, **Yeşil Kuşak;** yerleşim yerlerinin yakınlarında yapılan çalışmaları, **Rehabilitasyon;** Orman yapısı bozulan ve ekosistem hizmetlerinde azalma görülen orman arazilerinde yapılan çalışmaları ifade etmektedir.

2.4.1. Aaçlandırmada Uygulama Süreci

Ağaçlandırma alışmaları kapsamında, endüstriyel amaçlı aaçlandırmaların yanı sıra, yeşil kuşak, erozyon kontrolü, rehabilitasyon, karayolu aaçlandırması, bal ormanı, özel ağaçlandırma, gelir getirici tür aaçlandırmaları, şehir içi okul, cami ve mezarlık aaçlandırmaları ve hatıra ormanı çalışmaları yapılmaktadır. İç Anadolu'da, Akdeniz ve Ege bölgelerine göre daha az miktarda özel ağaçlandırma sahası bulunmaktadır. Özel ağaçlandırma çalışmaları şahışlar veya firmalar, köy tüzel kişilikleri ve belediyelerden gelen talepler doğrultusunda, toprak ve su özelliklerinin durumuna göre, daha çok aşılı ceviz, aşılı badem (*Prunus amygdalus*), karaçam (*Pinus nigra*) ve Toros sediri (*Cedrus libani*) türleri ile yapılmaktadır. Yapılan özel ağaçlandırma çalışmaları, belirli bölgelerde olmayıp, toprak ve yetişme ortamı koşullarının uygun görüldüğü yerlerde yapılmaktadır.

2.4.2. Saha Tahsisi

Konya kapalı havzasında orman alanı, sadece dağ yamaçlarındaki kısıtlı alanlarda ve ağaçlandırma yapılan alanlarda bulunmaktadır (şekil 8). Dolayısıyla yeni aaçlandırmalar için sahaların başka kullanım alanlarından tahsis edilmesi gerekmektedir.



şekil 8. Karacadağ'ın kuzey yamacında doğal orman örtüsü

Sahalar hazine arazilerinden veya mera alanlarından vasıf değişikliği ile aaçlandırılmak üzere tahsis edilmektedir. Hazine arazilerinden tahsis işlemleri daha kolay iken mera vasfındaki arazilerde, önce sahanın mera vasfının kaldırılıp, hazine adına tescili

daha sonra bu taşınmazın ağaçlandırılmak üzere Orman Genel Müdürlüğü'ne (OGM) tahsisi yapılmaktadır. Ağaçlandırılacak saha etütleri, etüt proje başmühendisliği tarafından yapılmaktadır. Bu birimin olmadığı ya da yetersiz kaldığı yerlerde, orman işletme müdürlüklerindeki ağaçlandırma ve toprak muhafaza şefi veya ilgili orman işletme şefi arazi etüdünü yapmaktadır. Proje sahasının bulunduğu köydeki saha, köy muhtarı ile birlikte gezilerek, ne gibi çalışmaların yapılacağı kendisine izah edilmektedir. Muhtarın da köy adına talep ve istekleri alınarak, uygun görülenler değerlendirilmektedir (hayvan geçiş yolu talebi, yolun genişliği ve güzergâhı vb.). Sahada hangi amaçla ağaçlandırma yapılacağı (yeşillendirme, rekreasyon, erozyon kontrolü-toprak muhafaza, rehabilitasyon, mera, sel kontrolü, rüzgâr erozyonu önleme vb.) etüt çalışmaları sonucunda kararlaştırılmaktadır. Sahanın büyüklüğü ve idarenin yıllık programları doğrultusunda, tesis çalışmaları tamamlanmaktadır. Yıl içinde toprak ve alt yapı hazırlığı bitirilen alanların; koruma, fidan dikimi-tohum ekimi ve bakım çalışmaları yapılmaktadır. Ağaçlandırma tamamen bitmese de çalışmalar kısım kısım devam etmektedir. İşçi gücü ile yapılan çalışmalar (arazi hazırlığı, fidan dikimi ve bakım çalışmaları vb.) yeterli iş gücü varsa öncelikle orman köylüsü ve kooperatiflerine yaptırılmaktadır. Herhangi bir talep olmaması halinde ise ihale usulü uygulanmaktadır. Makine gücü ile yapılan çalışmalarda ise öncelik kooperatiflere verilmekte olup, talep olmaması halinde ise ihaleye çıkılmaktadır.

2.4.3. Arazi Hazırlığı

Sahada, etüt ve projenin yapılması aşamasında, sahayı temsil edebilecek noktalardan her 10-25 hektarda bir adet toprak çukuru açılarak, profil incelenmekte ve toprak analizi için örnekler alınmaktadır. Laboratuvarında toprak örneklerinde rutin olarak tekstür (kum, toz ve kil oranı), pH, toplam kireç, organik madde ve elektriki iletkenlik analizleri yapılmakta, talep edilmesi durumunda toprağın diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakılabilmektedir. Yapılan arazi etüdü ve toprak analiz sonuçlarına göre sahada yapılacak çalışmalara ait proje hazırlanmaktadır. Saha hazırlığı yapılırken, toprak özelliklerine ve sahanın hangi amaca hizmet edeceğine bağlı olarak toprak işleme yapılmaktadır. Geçmişte % 40 eğimin üzerindeki sahalarda işçi gücü ile toprak işleme yapılırken, bu yöntem yavaş yavaş terkedilmeye başlanmıştır. Günümüzde işçi gücü daha çok badem, zerdali gibi türlerde tohum ekimi amaçlı ekim çukurlarının hazırlanmasında ve erozyon, heyelan ve kayma riski olan yamaçların sağlamlaştırılması amaçlı tesislerde kullanılmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. İç Anadolu bölgesinde işgücü ile toprak işleme (Acıpınar)

% 0-40 meyil grubunda bulunan sahalarda, arazi hazırlığı için genelde paletli traktör + ripere 60-80 cm derinliğinde alt-toprak işleme uygulanmaktadır. Alt toprak işlemesinden sonra genellikle 4 x 4 lastik tekerlekli traktör + 2 soklu ripere pulluk ile tesviye eğrilerine paralel olarak 35-45 cm derinliğinde, 80-100 cm genişliğinde gradoni teraslar halinde üst toprak işleme de yapılabilmektedir (Şekil 10). Paletle traktörün çalışamayacağı küçük alanlarda ise ekskavatör ile çalışma tercih edilmektedir.



Şekil 10. İç Anadolu'da düşük eğimli arazilerde paletli ve lastik tekerlekli makinelerle alt ve üst toprak işleme

Eğimin % 40'ın üzerine çıktığı erozyon kontrolü amaçlı yapılan çalışmalarda ise en az 24 Hp gücünde, aks genişliği en fazla 200 cm olan paletli veya lastik tekerlekli daha küçük boyutlu kazıcılar (mini ekskavatör) kullanılmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. İç Anadolu'da eğimli arazilerde toprak işleme (Sol: İşçi ile toprak işleme, Sarayhan)

2.4.4. Fidan Dikimi – Tohum Ekimi

Şimdiye kadar yörede en çok kullanılan ibrelili türler; Toros sediri (*Cedrus libani*), karaçam (*Pinus nigra*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), kızılçam (*Pinus brutia*), mavi servi (*Cupressus arizonica*), boz ardıç (*Juniperus excelsa*) ve mazı (*Thuja spp.*) dir. Yapraklılardan ise yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), badem (*Amygdalus ssp*), kokar ağaç (*Ailanthus altissima*), dar yapraklı-dişbudak (*Fraxinus angustifolia*), akçaağaç (*Acer ssp.*), karaağaç (*Ulmus ssp.*), meşe (*Quercus ssp.*), iğde (*Elaeagnus angustifolia*), gladiçya (*Gladitschia spp.*), tuz çalısı, ebuçehil çalısı (*Calligonum polygonoides*), ılgın (*Tamarix ssp.*), ahlat (*Pyrus spp.*), alıç (*Crataegus spp.*), mahlep (*Prunus mahaleb*), zerdali (*Armeniaca spp.*), yemişen (*Crataegus*), kuşburnu (*Rosa canina*), karamuk (*Berberis ssp.*) ve yabani (*Prunus spp.*) eriktir.

Ağaçlandırmada fidan dikimi ağırlıklı olmasına rağmen meşe, badem, zerdali ve karpelli sedir tohumlarının da ekim yoluyla getirildiği sahalar bulunmaktadır. Badem ve zerdali türlerinde tohum ekiminin başarısının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

2.4.5. Fidanlık

İç Anadolu şartlarında kullanılan fidanlar, Orman Genel Müdürlüğüne bağlı birimler tarafından, tohum meşçeresi, tohum bahçesi ya da tohum toplama sahalarından temin edilmektedir. Söz konusu çalışmalarda kullanılan fidanların üretimi, ağırlıklı olarak Konya ve Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüklerince gerçekleştirilmektedir. Tohumların toplandığı yer ile tohumdan elde edilen fidanların dikileceği yerin iklim ve yetişme ortamı koşullarının uyumlu olmasına dikkat edilmektedir. İç Anadolu şartlarında yastığa ekilen ibrelili türlerin genelde yavaş büyümesi sebebiyle fidanlar, çıplak köklü olarak 2+0 yaşından

önce sahaya sevk edilememektedir. Yapraklı ağaç ve çalı türleri ise genellikle tohumdan, yastıklara ekim yapılarak, çıplak köklü olarak üretilmektedir. Fidanlar, gelişim durumlarına göre çoğunlukla 1+0yaşındabazen 2+0 yaşında sahaya sevk edilmektedir.

2.4.6. Sahaların Bakımı

Kurak geçen yıllara göre değişmekle birlikte çalışma yapılan sahalarda ortalama 3 yıl ot alma çapa bakım çalışması ve 2-3 yıl tamamlama çalışması yapılmaktadır. Yörede orman kültürünün oluşmaması ve yöre halkının geçmişten süre gelen başıboş hayvan otlatma alışkanlığı sebebi ile ağaçlandırma sahalarının etrafı dikenli tel-çit ile korumaya alınmaktadır (Şekil 12). Ağaçlandırma çalışmaları yapılırken; ağaçlandırılacak sahanın hudutları içinde kalan köylerin sınır ihtilafları ve köylülerin hayvanlarını yayacak alanlarının kısıtlanması sebebiyle ağaçlandırma çalışmalarına karşı çıkması, en çok karşılaşılan sosyal problemlerdir.



Şekil 12. Ağaçlandırma yapılan sahaların korunması

2.4.7. Çalışmaların Başarısı

Sahalardan; taban araziler ile Tuz Gölü'ne yaklaştıkça başarı oranı düşmekte; yağış azlığı sebebi ile daha kanaatkâr olan badem (tohum ekimi), kızılçam, mavi servi, dişbudak, iğde, tuz çalısı gibi türlere ağırlık verilmektedir. Her sahada farklı bakı ve yükseltilerde verimi ve başarıyı etkileyen alanlar bulunmakla birlikte, rakım yükseldikçe yağış miktarında az da olsa bir artış görülmektedir. Sahalarda yapılan çalışmalarda 2-3 hatta 4 yıl tamamlama yapılmaktadır.

İç Anadolu'nun düze yakın sahalarında Toros sedirinin iyi bir gelişim gösterdiği yapılan araştırma çalışmalarıyla tespit edilmiştir (Güner ve ark., 2016; Karataş ve Özkan, 2017). Kurak, taşlı ve sığ topraklarda boz ardıç fidanlarının tutma başarısının da yüksek

olduğu görülmüştür. Toprak derinliğinin yeterli olduğu, havadar, kumlu topraklar üzerinde, yol şevlerinde yalancı akasya ve soforanın; killi kireçli kurak mntikalarda ise badem ve zerdali tohumu ekimi çalışmalarının daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Bölgede en çok kullanılan ibreli türler Toros sediri, sarıçam, karaçam, kızılçam, servi ve Arizona servisidir. En çok kullanılan yapraklı türler ise yalancı akasya, kokarağaç, dar-yapraklı dişbudak, akçaağaç, mahlep, gladiçya, badem, sophora, karaağaç ve iğdedir. Ayrıca yer yer katır-tırnağı, atripleks, ebucehil ve kapari gibi çalılar da kullanılmaktadır. Kızılçam ve Arizona servisi taban arazilerden 1200 m yükseltilere kadar başarılıdır. Karaçam, sarıçam ve sedir 1300 m'lerden sonra 1700 m'lere kadar olan yükseltilerde daha başarılı görülmektedir. Daha kurak olan taban arazilerde, yalancı akasya, kokarağaç, dişbudak, akçaağaç, mahlep, gladiçya ve iğde gibi yapraklı türlerin daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu türler su kenarı (riparian) zonlarda da iyi bir gelişim göstermektedir. Badem ve sophora türleri ise alt-toprak işleminin iyi yapıldığı taban araziler ile yamaç arazilerde iyi bir gelişime sahiptir. Ahlat ve alıç türleri de taban araziler ile yüksek dağ yamaçları dışında kalan orta kuşakta daha başarılı görülmektedir. Katır-tırnağı, ebucehil, atripleks ve kapari türleri de yüksek dağ yamaçları dışındaki sahalarda yapılan ağaçlandırma sahalarında başarılıdır.

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, genelde uygulama projelerininin gözlemlerine dayanmakta olup uygun bir deneme desenine dayalı, veriler oldukça sınırlıdır. Ayrıca yapılan çalışmaların genel olarak ağaç ve/veya toprak-üstü odaklı olması, elde edilen sonuçların sadece kullanılan tür, sulama veya orijinle açıklanmasını da beraberinde getirmiştir. Diğer taraftan toprak-altı karbon ve azot birikimi, pH değişimi, besin alımı, su tutma kapasitesi, KDK vb. değişkenlerle ilgili yeterli veri toplanamamıştır. Sahaların verimliliği, toprakların kimyasal ve fiziksel özellikleri, kuraklık ve su stresi ile restorasyon odaklı çalışmaya dayalı verilerde eksiklikler bulunmaktadır. Dolayısıyla sahalarda ve türler ile ilgili olarak, özellikle uzun vadeli yorumlar yapılırken dikkat edilmesi gerekmektedir.

Diğer bölgelerin aksine bu bölgelerde bitki yetişmesi açısından çoğu zaman birden fazla olumsuz değişkenin etkileşimiyle karşılaşılmaktadır. Örneğin kuraklık, yüksek kireç, toprağın düşük organik madde ve besin içeriği, tuzluluk ve sodik özelliklerin birkaçı aynı sahada görülebilmektedir. Dolayısıyla buradaki çalışmalarda sorunu tek bir uygulama ile çözmek yerine, aşama aşama elde edilen verilerin bir sonraki çalışmalara yön vermesi şeklinde olması gerekmektedir. Ayrıca ağaçlandırmanın ilk yıllarında tepe çatısı kapallığı oluşana kadar mineral toprağı kısa sürede kapatan ve hızlı dönüşüme sahip yer örtücülerin

kullanılması, topraktaki organik madde içeriğini zenginleştirerek, pH'ya bağlı koloidal yüzeylerle tuzun etkisini azaltabilir.

Diğer taraftan uzun yıllardır yörede yapılan çalışmalar ile koruma altına alınan farklı yaşlardaki ağaçlandırma sahalarında hangi doğal türlerin geldiği, bitki kompozisyonu ve toprak yapısında belirli sürelerde ne kadar değişimler olduğunun belirlenmesi, ekosistem restorasyonu açısından önemlidir. Elde edilecek veriler doğal yollarla sahaya gelen bitki örtüsünün, ekosistemin işlevi ve hizmetleri konusunda istenilen düzeye gelip gelmediğinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

Dolayısıyla bu tür ağaçlandırma sahalarındaki bitki toplumlarının gelişimi ve toprak yapısındaki değişimin takip edilmesi, bozuk sahaların restorasyonu çalışmalarında özellikle geniş çaplı uygulama projelerine yön vermesi açısından son derece önemlidir. Ayrıca yöredeki çalışmalara yön verecek iyi kurgulanmış ve analiz edilmiş araştırma çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Anonim. 2015. Çölleşme ile Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem planı (2015-2023). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arslan, H. 2018. İç Anadolu'nun Kurak Bölgelerindeki Ağaçlandırma Çalışmalarında Kullanılan Bazı Ağaç ve Çalı Türlerinin Tutma ve Büyüme Performansları. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Düzce
- Atalay İ. 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Meta Basımevi, İzmir, Turkey.
- Avcıoğlu, D. 1979. Türkiye'nin Düzeni. Dün-Bugün-Yarın. 2. Kitap. Tekin Yayınevi. 12. Basım. İstanbul.
- Birand, H. 1961. Orta Anadolu'da bozkırında vejetasyon incelemelerinin ilk sonuçları. I. Tuz Gölü çorakçıl bitki birlikleri. Tarım Bakanlığı İlmî Rapor ve Araştırma Serisi. Toprak-Su Umum Müdürlüğü Neşriyatı Sayı: 103. Ayyıldız Matbaası, Ankara.
- Ceylan, A., Akgündüz, S., Demirörs, Z., Erkan, A., Çınar, S., Özevren. 2009. I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran, Konya.
- Çalışkan, S., Boydak, M. 2017. Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. Turk J Agric For. 41: 317-330
- Çepel, N. 1995. Yok ettiğimiz ormanlarımız kaybolan fonksiyonel değerler ve zamanımızın orman ölümleri. TEMA Vakfı Yayınları, 2, İstanbul.

- Çetlik, A.R. 1985. Türkiye Vegetasyonu: 1. İç Anadolu'nun Vegetasyonu ve Ekolojisi. Selçuk Üniversitesi Yayınları No:7, Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları No:1.
- Doğan, O. 2011. Çölleşme Nedir? Nasıl mücadele edilir. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir. Sf. 262-268.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., Çelik, N. 2016. Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 66(1): 159-172.
- Kapur S., Akça E., Özden D.M., Sakarya N. , Çimrin K.M., Alagöz U., Ulusoy R., Darıcı C., Kaya Z., Düzenli S., Gülcan H. 2002. In: Jones R.J.A., Montanarella L. (eds.) The JRC enlargement action. Land degradation. 5-6 December, Ispra, Italy.
- Karataş R., Özkan K. 2017. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler, Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık Araştırma Dergisi, 1(4): 12-21
- KHGM. 2005. Türkiye genel jeoloji atlası. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. 2003. Türkiye'nin önemli bitki alanları.WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul.
- Özyuvacı N. 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No. 460, İstanbul.
- Palta, Ç., Çarkacı, D.A., Okur, O., Gönülal, E. 2011. Sürdürülebilir Arazi Yönetimi: Karapınar Örneği. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir. Sf. 396-403
- Tavşanoğlu, F. 1976. Türkiye'de Rüzgar Erozyonunun Kapsamı, Rüzgar Erozyonuna Karşı Mücadele, Örnek: İç Anadolu Konya Karapınar'da Rüzgar Erozyonu ile Mücadele. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A-5: 65-84, İstanbul.
- Thirgood, J.V. 1981. Man and Mediterranean Forest. A history of Resource Depletion. Academic Press, New York.
- Tunçdilek N. 1987. Geoekoloji'nin Temel İlkeleri, Doğal Bölgeler. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü. Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Gursoy, İ., Sargıncı, M., Toprak, B., Mutlu, Ö., 2014. Preliminary results of experimental arid land afforestation in the Central Anatolia region of Turkey. Abstract Book, P:168, Samarkand, Uzbekistan (Sozlu), 2nd International Conference on Arid Lands Studies / Innovations for sustainability and food security in arid and semiarid lands

- Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sarginci, M., Toprak, B., Mutlu, Ö. 2015a. Early results of experimental aridland afforestation in the central anatolian region of Turkey. XXXVI CIOSTA & CIGR Section V Conference: Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations. St. Petersburg, Russia. p 438-440. (Abstract).
- Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sarginci, M., Altınay, B., Toprak, B., Mutlu, Ö. 2015b. Effects of gypsum and sulfur as soil amendments on afforestation success in inland part of Anatolia: early results. Int. Conf. Applied Ecology: Problems, Innovations 7-10 May 2015, Tiflis-Batum, Georgia. p. 155. (Abstract).
- Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sarginci, M., Toprak, B. 2017. Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian Region of Turkey using gypsum and sulfur. *Silva Fennica*. 51: 1B, ID 1579:1-17
- Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sarginci, M., Toprak, B. 2018. Experimental arid land afforestation in Central Anatolia, Turkey. *Environ Monit Assess* 190: 355.

Düzce’de *Lagerstroemia indica* L. (Oya ağacı)’nın Yeni İstilacı Türleri ve Yönetimi**New Invasive Species On *Lagerstromia indica* From Düzce And Their Management****Nuray Öztürk¹, Beşir YÜKSEL¹, Hasan GEDİKLİ²****Öz**

Lagerstroemia indica Türkiye’nin sahil bölgelerinde en yaygın kullanılan süs bitkilerinden biridir. Bu ağacın fidanlık kültürlerindeki bazı bitki hastalıkları genellikle epidemik olup pek fazla önem taşırlar. Bu nedenle, fidanlık ve dikim alanlarında uygun koşullarda ciddi hastalık problemleri ortaya çıkar. Bu çalışmada, Düzce’de 2015-2017 survey yıllarında dört yararlı böcek hariç, toplamda yedi zararlı tür bulunmuştur. *Tinocallis kahawaluokalani* ve *Erysiphe australiana*’nın neden olduğu fidan zararları ve hastalıkları önemli olarak tanımlanmıştır. Sörvey yöntemlerine bağlı olarak zararlının erken dönemde tespiti ve kimyasal mücadelesi ortaya konulmuştur. Sonuç olarak yoğun enfekte görülen bütün fidanlarda yapılan kimyasal uygulamalarda; 2015 yılı Haziran sonunda %22, 2016 yılı Mart sonunda ise %100 başarı elde edilmiştir. Bu alanlarda kimyasal mücadelenin pratikte mümkün ve ekonomik olarak uygulanabilir olması dışında zararlılarla savaş stratejisi, büyük ölçüde bitki-zararlı fenolojisi, kültürel, silvikültürel ve işletme stratejilerine dayanır.

Anahtar Kelimeler: Düzce, *Erysiphe australiana*, Fidanlık, *Lagerstroemia indica*, *Tinocallis kahawaluokalani*

Abstract

Lagerstroemia indica is one of the most widely used ornamental trees on the coast regions of Turkey. Some plant pests on *Lagerstroemia indica* are generally epidemic in seedling cultivations and they are of much consequence. Therefore, serious damaging insects and disease problems occur in nurseries and plantations. In this study, in total, seven pest species were found to be harmful to the myrtle species except for four beneficial beetles between 2015-2017 survey periods in Düzce. Important nursery pests and diseases including *Tinocallis kahawaluokalani* and *Erysiphe australiana* are described and their management outlined. Early detection and chemical struggle of the harmful has been revealed depending on the survey methods. As a result of chemical applications in all seedlings showing intense infections, the survival rate of the infected seedlings showed 22.5% at the end of June 2015, 100% respectively at the end of March 2016. Control strategy of the pests in planted stands is largely based on plant-pest phenology, cultural, silvicultural and management practices except in cases where chemical control is practically feasible and economically viable.

Keywords: Düzce, *Erysiphe australiana*, *Lagerstroemia indica*, Nursery, *Tinocallis kahawaluokalani*

Received: 30.11.2017, Revised: 07.06.2018, Accepted: 26.06.2018

Address: ¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 81200 Düzce

E-mail: nurayozturk@duzce.edu.tr

²Düzce Orman Fidanlığı, Düzce

1. Giriş

Lagerstroemia indica L. (Oya ağacı) çiçek yapısı ve yapraklarının renk durumu itibariyle peyzaj mimarlığında tercih edilen önemli bir süs bitkisidir. Gri renkli, pürüzsüz yüzeyi ile son derece dekoratif bir gövde yapısına sahiptir. *L. indica*, Çin'in yerli türü olmasına rağmen kùltivarları Bangladeş, Butan, Kamboçya, Hindistan, Endonezya, Japonya, Laos, Malezya, Nepal, ayrıca Pakistan, Filipinler, Singapur, Sri Lanka, Tayland ve Vietnam gibi bölgelerde de yayılış göstermektedir (Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2000; Flora of China Editorial Committee, 2014). Ülkemizin Akdeniz kıyılarındaki peyzaj çalışmalarında kullanılan bu tür üzerinde bazı zararlı ve hastalıkların olumsuz etkileri görülmektedir. *L. indica*'nın literatürde ki hastalık ve zararlıları araştırıldığında karşımıza çıkan Türkiye için egzotik zararlılardan olan *Tinocallis kahawaluokalani* Kirkaldy, 1907 (Oya ağacı yaprak afidi) ve *Erysiphe australiana* McAlpine U. Braun & S. Takam, 2000 (Külleme hastalığı) türleridir. Bu egzotik zararlı türler, girdikleri ekosistemi tehdit ederler ve bitkiler üzerinde geri dönüşümü mümkün olmayan zararlar meydana getirirler (Frank ve Thomas, 2004). Günümüzde, insan, hayvan ve bitki sağlığına ekonomik ve çevresel yönden zarar veren veya zarar verme ihtimali olan egzotik türler, küreselleşme ve iklim değişikliği ile yeni coğrafyalara kolayca taşınabilmekte (Beck ve ark., 2008) ve önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadırlar.

Bu çalışma ile Düzce Orman Fidanlığı ve Düzce ilinde bulunan park ve bahçelerde süs bitkisi olarak kullanılan *L. indica* bitkisi üzerinde periyodik olarak hastalık ve zararlılar tespit edilerek etkin zararlı türler ortaya konulmuş ve fenolojik ilişkiye bağlı mücadele yöntemi belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Düzce Orman Fidanlığında ve Düzce ilinin park ve bahçelerinde *L. indica* bitkisi üzerinde 2015-2017 yıllarında zararlıları izlemek için sörvey çalışması yapılmıştır. İlk olarak, fidanlıkta çelikle üretilen bitkinin gelişen sürgün ve yaprakları üzerinde 2015 yılının Nisan ayında beyaz oluşumlar görülmüştür. Bu beklenmedik anormal değişimleri takiben bitkinin yaprak ve sürgünleri üzerinde kuruma ile yoğun yaprak bitlerinin gözlenmesi sonucu da, Haziran sonunda fidanlardan örnekler alınarak Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Laboratuvarına getirilerek hastalık ve zararlı türler tespit edilmiştir. Daha sonra bu zararlıların kaynağının tespit edilmesi amacıyla, Düzce ilinde farklı alanlarda *L. indica* bitkisinden alınan çelik örnekleri ve

Düzce Orman Fidanlığındaki bu çeliklerden gelişen sürgün ve yapraklar da 2015-2016 yıllarında laboratuvara getirilerek Olympus SZ4045, SZX16 ve BX51 ışık mikroskobu ile teşhis ve ölçüm işlemleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında 15 yörede toplam 617 ağaç ve 7000 (2015 yılı 3000 adet, 2016 yılı 4000 adet) fidan üzerinde inceleme yapılmıştır (Çizelge 1). Düzce Orman Fidanlığında tespit edilen etkin türler ile mücadele kapsamında, 2015 yılı Haziran sonunda ve 2016 yılı Mart sonunda olmak üzere periyodik olarak 2 defa sistemik insektisit Imidacloprid (1-(6-chloro-3-pyridinylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine) ve Thiram (karbamat) pestisitleri kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Örnekleme alanlarında tespit edilen türlerden 7 tür zararlı, 4 tür ise afid predatörü olarak tanımlanmıştır (Çizelge 1).

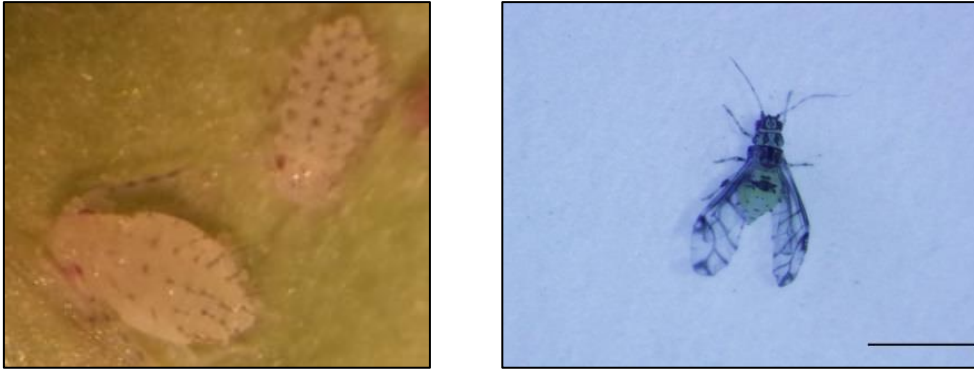
Çizelge 1. Örnekleme alanları ve tespit edilen türler

Konum	Yükselti (m)	Örnek Sayısı (Adet)	Baki	Koordinat	Gözlem Tarihi	<i>Erysiphe australiana</i>	<i>Tinocallis kahawatalokakalani</i>	<i>Parthenolecanium persicae</i>	<i>Orgyia antiqua</i>	<i>Lymantria monacha</i>	<i>Bruchidius siliquastris</i>	<i>Halyomorpha halys</i>	<i>Harmonia axyridis</i>	<i>Adalia bipunctata</i>	<i>Oenopia conglobata</i>	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Düzce Orman Fidanlığı	140	7000	-	40°50'27"K 31° 8'16"D	23.06.2015 03.05.2016 27.07.2016 07.02.2017	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Aziziye Mah.	142	1	-	40°50'25"K 31° 8'13"D	03.05.2016	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Düzce Merkez Anıtpark	156	28	-	40°50'23"K 31° 9'22"D	05.05.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Çamlievler Mah.	210	12	GB	40°52'10"K 31°13'10"D	11.05.2016 02.06.2017	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Bahçelievler Mah.	258	30	B	40°51'50"K 31°13'51"D	11.05.2016 31.05.2017 09.06.2017	X	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-
	241	27	KB	40°52'04"K 31°13'42"D												
	233	17	B	40°51'54"K 31°13'44"D												
	226	157	G-D	40°51'31"K 31°13'51"D												
	272	5	G	40°51'46"K 31°14'01"D												
	215	6	B	40°51'27"K 31°14'00"D												

Çizelge 1 (Devam). Örnekleme alanları ve tespit edilen türler

Konum	Yükselti (m)	Örnek Sayısı (Adet)	Bakı	Koordinat	Gözlem Tarihi	<i>Erysiphe australiana</i>	<i>Tinocallis kahawaluokalani</i>	<i>Parthenolecanium persicae</i>	<i>Orgyia antiqua</i>	<i>Lymantiria monacha</i>	<i>Bruchidius siliquastris</i>	<i>Halyomorpha halys</i>	<i>Harmonia axyridis</i>	<i>Adalia bipunctata</i>	<i>Oenopia conglobata</i>	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Güzelbahçe Mah.	208	3	B	40°51'37"K 31°13'31"D	11.05.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Esentepe Mah.	211	130	B	40°51'24"K 31°13'57"D	11.05.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	315	10	G	40°51'38"K 31°14'25"D	10.06.2017											
Yeşiltepe Mah.	252	34	G-B	40°51'27"K 31°14'30"D	10.06.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
					10.06.2017	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	
Düzce Üniv. Kampüsü	222	17	G	40°54'23"K 31°10'40"D	03.05.2016	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X
					11.05.2016	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X
Şerefiye Mah.	150	3	B	40°50'41"K 31°09'39"D	24.06.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Kültür Mah.	148	10	B	40°50'42"K 31°09'27"D	24.06.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Uzunmustafa Mah.	146	1	B	40°50'42"K 31°08'56"D	23.05.2017	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	145	1	B	40°50'37"K 31°08'43"D	13.06.2017											
Çilimli İlçe Merkezi	192	18	GB	40°53'35"K 31°02'51"D	17.05.2016	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	185	32	GB	40°53'31"K 31°02'45"D		X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-

E. australiana, ve *T. kahawaluokalani* zararlı türlerin epidemi düzeylerine göre sıralamada birinci sırada yer almaktadırlar. *L. indica* üzerindeki zararlıların ilişki katsayısı $r=1$ 'dir. Konukçu sayısının artmasıyla birlikte zararlı potansiyelininde arttığı görülmüştür. Bu türler primer zararlı olup, *L. indica*'nın yayılış gösterdiği bütün alanlarda görülmektedirler. *T. kahawaluokalani*'nin ergin ve nimfleri *L. indica*'nın yapraklarının altında, taze sürgün ve tomurcukları üzerinde beslenmektedir. Kanat damarları ve abdomendeki çatallı kambur yapı ergin böceğin karakteristik bir özelliğidir. Boyları 1.4-2.0 mm arasında ölçülmüş olup, bu konuda yapılan morfolojik çalışmalarla uyum göstermektedir (Blackman ve Eastop, 2006) (Şekil 1).



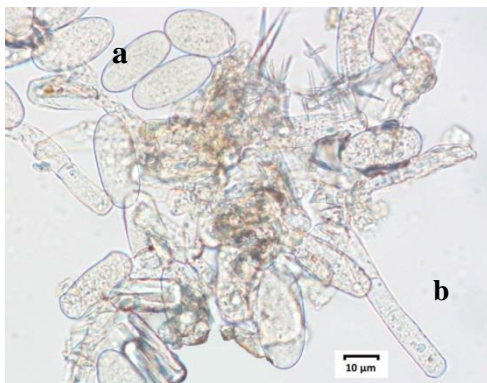
Şekil 1. *T. kahawaluokalani*'nin nimfleri ve kanat yapısı

Fidanlıkta köklendirme yapılan konukçu ağacın çeliklerinde bulunan beyaz ağsı misel yapıların mart ayının sonunda sürgünlerin gelişmesi ile birlikte yaprakları da kapladığı gözlemlenmiştir. Ancak park ve bahçelerde bu belirti mayıs ayında görülmüştür. Sonraki ayda bütün yaprakları kaplayan *E. australiana* fungusu, fidanların yaşam oranlarını önemli derecede zayıflatmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Fenolojik ilişkiye bağlı olarak uygulanan pestisitlerin etkinlik oranı

Pestisit Uygulama Tarihi		Fidan Sayısı	Ölen Fidan	
Bitkisel İnsektisit	Karbamat		Adet	%
29 Haziran 2015	06 Temmuz 2015	2000	1550	78
29 Mart 2016	05 Nisan 2016	4000	0	0

Patojenin kondioforları $5.0-8.0 \times 36.83-67.33 \mu\text{m}$, hifleri $3.83-6.00 \mu\text{m}$, konidiumları $9.00-14.67 \times 18.33-31.00 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Bu iki zararlının yoğunlaştığı dönemde organik fosfor (Imidacloprid) ve karbamat (Thiram) pestisitleri birer hafta aralıklarla kullanılmasına rağmen fidanların ölüm oranı %78 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 2. *E. australiana*'nın; a: konidiumları, b: konidioforları

Diğer zararlı türler *Parthenolecanium persicae* Fabricius, 1776 (Hemiptera: Coccidae), *Orgyia antiqua* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Lymantridae), *Lymantria monacha* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Lymantridae), *Halyomorpha halys* Stal, 1855 (Heteroptera: Pentatomidae) türleridir. *P. persicae* koşnili iki bölgede tespit edilmiştir. *P. persicae*'nin bulunduğu alanlarda taban suyu seviyesi diğer alanlara göre en yüksek düzeydedir. *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 (Coleoptera: Chrysomelidae) türünün oya ağacının tohum ve yaprakları üzerinde herhangi bir zararına rastlanılmamış olmasına rağmen özellikle funguslu yaprak alanlarında yoğun olarak buldukları görülmüştür. Bu tür, *Albizia julibrissin* Durazz ve *Cercis siliquastrum* L. türlerinde tohum zararlısı olarak bilinmektedir (Hızal ve Parlak, 2013). Predatör türlerden *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae), *Adalia bipunctata* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Coccinellidae), *Oenopia conglobata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) ve *Psyllobora vigintiduopunctata* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Coccinellidae) türleri *T. kahawaluokalani*'nin zarar yaptığı alanlarda tespit edilmiştir. *H. axyridis* türü, fidanlık hariç *T. kahawaluokalani*'nin bulunduğu bütün park ve bahçelerdeki ağaçlarda yaygın olarak görülmüştür. Düzce ili için egzotik bir tür olan *H. axyridis*'in bulunduğu ağaçlarda diğer predatörler ender olarak görülmektedir. Bu çalışma ile, *T. kahawaluokalani*, *E. australiana*, *B. siliquastri* ve *H. axyridis* Düzce ili için yeni kayıt olarak rapor edilmiştir.

4. Sonuç

T. kahawaluokalani orijini Japonya, Kore, Çin ve Filipinler'dir. Avrupa'dan ilk defa İtalya'da rapor edilmiştir (Patti, 1984). Hawai, Kuzey Amerika (Higuchi, 1972), Honduras (Evans ve Halbert, 2007), Fransa (Leclant ve Renoust, 1986), İspanya (Mier Durante ve ark., 1995), Almanya (Thieme ve Eggers-Schumacher, 2003), Yunanistan (Tsitsipis ve ark., 2007), Karadağ Bölgesi (Petrović-Obradović ve ark., 2010) ve Türkiye'den (Özdemir ve ark., 2005) de rapor edilmiştir. Genellikle süs bitkileri ile peyzaj düzenlemesinde kullanılan bitkilerin yapraklarının alt yüzeylerinde zararlı olur. Yaprak yüzeyinde oluşan küf ve tatlı özsu nedeniyle estetikliğini kaybeden konukçu bitkinin zamanla yaprakları zayıf düşer (Alverson ve Allen, 1992). Konukçu üzerinde ki zararlı yoğunluğunun artması fiziksel hasarın genç sürgün ve yapraklar üzerinde meydana gelmesine (Doughty ve ark., 1992) ve konukçu bitkinin ölümüne (Patti, 1984) neden olur. Konukçu bitkileri Lythraceae familyasından *Lagerstroemia* spp. ve *Lawsonia alba* türleri olup, bitkilerin yapraklarının tamamen dökülmesine neden olmaktadır (Mier Durante ve ark., 1995).

E. australiana, *L. indica* türü üzerinde görülen yaygın hastalıklardandır (Jones, 1982). Arjantin, Brezilya, Çin, Japonya, İngiltere, Amerika, Venezüella ve İsviçre'den rapor edilmiştir (Jones ve Baker, 2007; Liberato ve Barreto, 2004; Shi ve Mmbaga, 2006). Türkiye'de ilk defa 2008 yılında İzmir'den rapor edilmiştir (Göre, 2008). Beyaz pamuklu misel ve konidiosporlar yaprak, sürgün ve çiçek yüzeyini kaplayarak, yaprakların kıvrılıp deformasyona uğramasına neden olurlar ve bitkinin büyümesini yavaşlatırlar (Jones, 1982). Böylece, bitkinin yeşil yaprakları, meyveleri veya çiçekleri üzerinde meydana gelen hastalık ekonomik açıdan değer kaybetmesine neden olur (Shi ve Mmbaga, 2006).

T. kahawaluokalani ile mücadelede kullanılan doğal düşmanlar, Coccinellidae, Chrysopidae ve Syrphidae familyasının üyeleridir. Asya uğurböceği *H. axyridis* türünün larva ve erginlerinden, afid popülasyonunun düşük olduğu yerlerde biyolojik mücadele kapsamında yararlanılmaktadır (Herbert ve Mizell, 2006). Park ve peyzaj alanlarında *T. kahawaluokalani*'nin yaygın olduğu alanlarda *H. axyridis* predatörünün yoğun olarak bulunması nedeniyle kimyasal mücadele yöntemi tercih edilmemelidir. Ancak çelikle üretim ve fidanlık alanlarında böcek öldürücü sabunlar ve insektisitler bu zararlıya karşı kullanılabilir uygun mücadele yöntemlerindedir. Doğru zamanda ve uygun dozda kullanılan pestisitler, afid ve fungus popülasyonunu kontrol altına almakta veya tamamen yok etmektedir.

Düzce Orman Fidanlığında 2015 yılında, *L. indica*'nın çelikle üretiminde hastalık ve afidlerin yoğun olarak görüldüğü ve geç kalındığı Haziran ayında organik fosforlu ve karbamat pestisitlerin uygulanması sonucu fidanların yaşama oranı %22'ye düşmüştür. Ancak hastalık ve zararlıların erken tespit edildiği 2016 yılının Mart ayında *L. indica*'nın çeliklerinde zamansal olarak uygun kimyasal mücadelede hiç kayıp verilmediği görülmüştür.

Bu zararlılarla mücadele kapsamında; bitki gelişimi ve hastalık fenolojisi erken dönemde dikkate alınmalı ve üretimde kullanılan fidan çeliklerinde sterilizasyon tekniklerine uyulmalıdır. Hastalık bulaşmış olan çelikler sağlıklı olan bireylerden uzaklaştırılarak imha edilmelidir.

Kaynaklar

- Alverson, D. R., Allen, R. K. 1992. SNA Research Conference, Vol. 37, 160-162.
- Beck K. G., Zimmerman K., Schardt J. D., Stone J., Lukens R. R., Reichard S., Randall J., Cangelosi A. A., Cooper D., Thompson, J. P. 2008. Invasive Species Defi ned in

- Policy Context: Recommendations from the Federal Invasive Species Advisory Committee. *Invasive Plant Science and Management* 1: 414–421.
- Blackman, R.L., Eastop, V.F. 2006. Aphids on the world's Herbaceous plants and shrubs. John Wiley and Sons, Chichester, 2 volume set, 1460 pp. ISBN-10: 0-471-48973-5, ISBN-13: 978-0-471-48973-3.
- Doughty, S. C., Pollet, D. K., Constantin R. J., Wells D. W., Koonce K. L. 1992. Paint- on application of acephate for aphid control on crapemyrtle. *Journal of Arboric.*, 18 (2), 94-97.
- Evans, G. A., Halbert, S. E. 2007. A checklist of the aphids of Honduras (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 90 (3), 518-523.
- Frank, J. H., Thomas, M. C. 2004. Invasive insects (adventive pest insects) in Florida. University of Florida, EDIS. Available from: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/IN/IN50300.pdf> (Accessed on 27 February 2013).
- Flora of China Editorial Committee, 2014. *Flora of China*. St. Louis, Missouri and Cambridge, Massachusetts, USA: Missouri Botanical Garden and Harvard University Herbaria. http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2.
- Göre, M. E. 2008. Powdery mildew caused by *Erysiphe* sp. on *Lagerstroemia indica* newly reported in Turkey. *New Disease Reports* 18, 19.
- Herbert, J., Mizell, R. F. III. 2006. Crapemyrtle Aphid, *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkaldy) (Insecta: Hemiptera: Aphididae). EENY-365 (IN663), <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>.
- Hızal, E., Parlak, N. 2013. *Bruchidius terrenus* and *Bruchidius siliquastri* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) — First Records for Turkey. *Florida Entomologist* 96(1):66-70. <https://doi.org/10.1653/024.096.0109>.
- Higuchi, H. 1972. A taxonomic study of the subfamily Callipterinae in Japan (Homoptera: Aphididae). *Insecta Matsumurana*, 35, 19-126.
- Jones, D. R, Baker, R. H. A. 2007. Introductions of non-native plant pathogens into Great Britain, 1970-2004. *Plant Pathology* 56, 891-910.
- Jones, R. K. 1982. Powdery mildew. Pages 24- 25 in: *Diseases of Woody Ornamental Plants and Their Control in Nurseries*. R. K. Jones, ed. N. C. Agric. Ext. Serv., Raleigh, NC.
- Leclant, F., Renoust, M. 1986. Le puceron du *Lagerstroemia* nouveau pour notre flore .*Phytoma, Déf. Cult.*, 375, 49-50.

- Liberato, J. R., Barreto, R. W. 2004. Anamorphic stage of *Erysiphe australiana* causing powdery mildew on *Lagerstroemia indica* in Brazil. [<http://www.ndrs.org.uk/>] Volume 9.
- Mier Durante, M. P., Santiago Merino, R., Suay Cano, V., Nieto Nafria, J. M. 1995. *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae) en la Península Ibérica sobre el árbol de Júpiter, *Lagerstroemia indica* (1). Bol. San. Veg. Plagas, 21, 349-355.
- Özdemir, I., Remaudiere, G., Toros, S., Klincer, N. 2005. New aphid records from Turkey including the description of a new *Lachnus* species (Hemiptera Aphididae). Revue fr. Ent. (N.S.), 2005, 27 (3): 97-102.
- Petrović-Obradović, O., Tomanović, Ž., Poljaković-Pajnik, L., Hrnčić, S., Vučetić, A., Radonić, S. 2010. New invasive species of aphids (Hemiptera, Aphididae) in Serbia and Montenegro. AArch. Biol. Sci., 62 (3), 777-782.
- Patti, I. 1984. Un afide nocivo alla *Lagerstroemia* in Italia. Informatore Fitopatologico, 34 (12), 12-14.
- Sánchez de Lorenzo-Cáceres, J. M. 2000. Guía de las plantas ornamentales. Mundi-Prensa; Madrid, Spain. 685 p.
- Shi, A., Mmbaga, M. T. 2006. Perpetuation of powdery mildew infection and identification of *Erysiphe australiana* as the crape myrtle pathogen in mid-Tennessee. Plant Disease, 90, 1098-1101.
- Thieme, T., Eggers-Schumacher, H. 2003. Verzeichnis der Blattläuse (Aphidina) Deutschlands. Entom. Germ. 6, 167-193.
- Tsitsipis, J. A., Katis, N. I., Margaritopoulos, J. T., Lykouressis, D. P., Avgelis, A. D., Gargalianou, I., Zarpasi, K. D., Perdakis, D. Ch., Papapanayotou, A. 2007. A contribution to the aphid fauna of Greece. Bulletin of Insectology 60, 31-38.

Farklı Mikorizal İşlem Uygulanan Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarının Morfolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler**Changes in Morphological Variables of Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) Seedlings in Response to Mycorrhizae Inoculation****Bülent TOPRAK¹, Oktay YILDIZ², Murat Sargıncı², Şükrü Teoman GÜNER³, Aysun PEKŞEN⁴, Ernaz ALTUNDAĞ ÇAKIR⁵****Öz**

Farklı mikorizal işlem uygulanmış Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesini amaçlayan bu çalışma Eskişehir Orman Fidanlığı'nda yürütülmüştür. İki farklı mikorizal karışım fidanlıkta yetiştirilen fidanlara aşılanmıştır. Her bir karışım için 100 adet (1+1) fidan kullanılmıştır. Aynı fidanlardan 100 adedi ise her hangi bir işlem yapılmadan kontrol olarak kullanılmak üzere ayrılmıştır. Uygulamadan 8 ay sonra her deneme ünitesinden 30 adet fidan rastgele seçilerek fidanların kök boğazı çapı, fidan boyu, kök uzunluğu, sak taze ağırlık, kök taze ağırlık, sak kuru ağırlık, kök kuru ağırlık, gürbüzlük indisi, katlılık, Dickson kalite indisi ve kuru kök yüzdesi belirlenmiştir. Mikoriza uygulamasının, kök boğazı çapı ile fidan boyu, sak taze ağırlık, kök taze ağırlık, sak kuru ağırlık, kök kuru ağırlık ve Dickson kalite indisi arasındaki ilişkiler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Tüm ünitelerde fidanların çaplarının kalınlaşmasıyla sak taze ağırlık, kök taze ağırlık, sak kuru ağırlık, kök kuru ağırlık ve Dickson kalite indisi değerleri artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikoriza, Morfolojik Özellikler, Toros Sediri

Abstract

The relationships among morphological characteristics of mycorrhizae inoculated Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings were investigated in this study. The study had been conducted in Eskişehir Forest Nursery in Turkey. Two years old cedar seedlings and two commercial mycorrhizal mixture were used. Upon dipping into mycorrhizal solution, a hundred cedar seedlings were planted for each mycorrhizal mixture. Another a hundred seedlings were also planted without any treatment as control. 30 seedlings from each treatment were randomly sampled. The relationship among cedar seedlings' root collar diameter, shoot height, root length, shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight, seedling height to root collar diameter ratio, shoot to root dry weight ratio, Dickson quality index and dry root percentage were determined. Mycorrhiza had an effect on the relationships among root collar diameter, shoot height, shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight and Dickson quality index. Root collar diameter was positively correlated with shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight and Dickson quality index in all treatments.

Keywords: Mycorrhizae, Morphological Characteristics, Taurus Cedar

Received: August 2017, Revised: January 2018, Accepted: May 2018

Address: ¹Düzce Üniversitesi, Ormancılık Meslek Yüksekokulu, Düzce

²Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Düzce

³Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

⁴Ondokuz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun

⁵Düzce Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Düzce

E-mail: bulenttoprak@duzce.edu.tr

1. Giriş

Mikoriza, terimi “kök mantarı” anlamına gelmekte olup, ilk kez 1885 yılında orman patolojisti Albert Bernhard Frank tarafından mantar ile ağaç arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılmıştır (Frank, 2005). Mikoriza karasal bitkilerde yaygın bir oluşum olmakla birlikte bitkilerin yetişmesinde önemli role sahiptir. Karasal ekosistemlerde yaşayan bitkilerin yaklaşık % 90'nının kökleri mikorizal mantarlarla ilişki kurabilmektedir (Bonfante-Fasolo ve diğ. 1992, Cairney 2000, Smith ve Read 2008).

Ektomikorizal mantarların *Pinaceae* familyasındaki türlerde mikorizal birliktelik oluşturulabileceği bilinmektedir. Fakat arbüsküler mikorizaların orman ağaçlarında olmayacağına dair genel bir kanı vardır. Son yıllarda bu önyargı, konu ile ilgili ortaya konulan yayınlarla kırılmaya başlanmış ve *Pinaceae* familyasındaki türlerde de arbüsküler mikorizal mantarların bulunabildiği tespit edilmiştir (Cázares ve Trappe 1993, Vardavakis 1992, Cázares ve Smith 1996, Smith ve ark., 1998). Yapılan çalışmalarda, *Pinus banksiana*, *P. strobus*, *P. contorta* (Wagg ve diğ. 2008), *Pseudotsuga menziesii* (Cázares ve Smith, 1996; Smith ve diğ. 1998), *Tsuga mertensiana* (Cázares ve Smith, 1996), *P. ponderosa* (Smith ve diğ. 1998), *Pinus muricata* (Horton ve diğ. 1998), *P. nigra* ve *Cedrus libani* (Toprak 2016) türlerinde arbüsküler mikorizal kolonizasyon belirlenmiştir.

Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ışık ağacı olmakla birlikte genç yaşlarda gölgeye dayanabilmekte, sıcaklık isteği fazla, buna karşın nem isteği nispeten azdır. Gençlikte ve orta yaşlılıkta hızlı büyüme gösterebilir. Toros sediri Anadolu ve çok sınırlı olarak Lübnan'da yayılış göstermektedir. Türkiye'de Toros sediri batıda Köyceğiz civarından başlayarak doğuya doğru Toroslar üzerinde yer almaktadır. Ayrıca Kuzey Anadolu'da Yeşilirmak vadisinde, Erbaa yakınlarındaki Çatalan köyü dolaylarında ve Niksar'da küçük alanlar halinde bulunmaktadır (Yaltırık ve Efe, 2000). Toros sediri doğal yayılış alanı dışında İç Anadolu Bölgesi'ndeki ağaçlandırma çalışmalarında en fazla kullanılan türlerden biridir. Kurak ve yarı kurak sahalarda gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmalarında fidanların iklim koşulları nedeni ile toprak yüzeyinde oluşacak yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa dayanabilmeleri, buldukları ortama uyum sağlayabilmeleri, daha iyi büyüme ve gelişme sergileyebilmeleri için morfolojik özelliklerinde de bazı değişimlerin sağlanması gerekmektedir. Mikoriza, Toros sedirinin hem fidanlık hem de arazi aşamasında morfolojik değişkenliğini arttırabilmektedir (Toprak, 2016).

Fidanların sahip oldukları morfolojik özellikler tutma ve büyüme başarısında büyük önem arz etmekte ve fidanların arazideki yaşama oranlarının tahmin edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Haase, 2008, Tsakaldimi ve ark., 2012). Bu bakımdan uygulamacıların

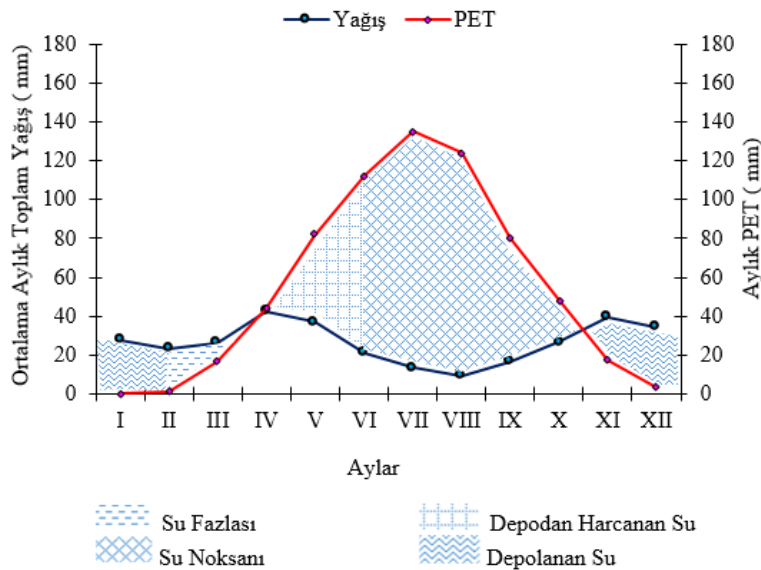
fidanların bazı morfolojik özelliklerini bilmeleri ve buna göre fidan kullanmaları ağaçlandırmaların başarısı açısından önemlidir. Uygulamacıların işine yarayacak morfolojik özelliklerin her fidan için ölçüm yapılarak belirlenebilmesi imkân dâhilinde değildir. Bu bakımdan bazı morfolojik özelliklerden yola çıkılarak diğer özelliklerin belirlenebilir olması büyük bir kolaylık sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, ektomikoriza ve arbüsküler mikoriza uygulanmış Toros sediri fidanlarının kök boğazı çapı (KBC), fidan boyu (FB), kök uzunluğu (KU), sak taze ağırlığı (STA), kök taze ağırlığı (KTA), sak kuru ağırlığı (SKA), kök kuru ağırlığı (KKA), gürbüzlük indisi (Gİ), katlılık (K), Dickson kalite indisi (DKİ) ve kuru kök yüzdesi (KKY) değişkenleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve kök boğazı çapından yararlanarak diğer morfolojik özelliklerinin tahminine yönelik regresyon modelleri oluşturmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı ve İklimi

Bu çalışma 804 m yükseltide, 0280429/4402073 (UTM Zon 36) koordinatlarında yer alan Eskişehir Orman Fidanlığı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştiği orman fidanlığının yer aldığı Eskişehir'e ait 1975-2006 yıllarını kapsayan iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 10.6 °C, en yüksek sıcaklık 40.6 °C, en düşük sıcaklık -27.8 °C, yıllık ortalama yağış 307 mm, ortalama bağıl nem % 65, en düşük bağıl nem % 5 ve ortalama rüzgar hızı 3.1 m s⁻¹'dir. Thornthwaite (1948) iklim sınıflandırmasına göre Eskişehir yarı kurak, orta sıcaklıkta (mezotermal), su fazlası çok az olan, deniz iklimine yakın iklim sınıfında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Thornthwaite yöntemine göre Eskişehir ilinin su bilançosu

2.2. Torbalarda Kullanılan Harç Materyalinin Özellikleri

Fidan dikiminde kullanılan harç % 65 toprak + % 5 hayvan gübresi + % 30 humuslu toprak karışımından hazırlanmıştır. Harç ortamı balçıklı kil türünde olup, hacim ağırlığı 0.93 g cm^{-3} , iskelet oranı % 28 ve rutubeti ise % 21'dir. Kullanılan harcın kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tüplerde kullanılan harcın kimyasal özellikleri

pH	Toplam	Organik	Toplam	P	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Fe	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Cu ⁺⁺	EC
	Kireç	Madde	Azot									
	%			mg kg ⁻¹								dS m ⁻¹
7.30	8.60	5	0.20	75	7967	1930	459	2.75	4.46	0.13	0.29	1.75

2.3. Bitki Türü

Çalışmada, soğuğa ve kuraklığa dayanıklı oldukları için karasal bölgelerdeki ağaçlandırmalarda en çok tercih edilen türlerden biri olan Toros sediri kullanılmıştır. Toros sediri, Torosların 1300 m'den yüksek yerlerindeki kalkerli sahalarda yetişebildiği gibi Tokat ili Erbaa ve Niksar civarları ile Afyonkarahisar ili Emirdağ ve Sultandağı çevrelerinde de görülmektedir. Kuraklığa dayanabilmesinin yanında hafif alkalen topraklarda da yetişebilmesi bu türün farklı bölgelerdeki ağaçlandırma çalışmalarında kullanımını arttırmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Toros sediri fidanları Kapıdağ orijinlidir. Çalışmada işlemler iki yaşındaki (1+1) sedir fidanlarına uygulanmıştır.

2.4. Mikorizal Karışımlar

Çalışmada "Karışım-1" (K1) ve "Karışım-2" (K2) olmak üzere iki preparat kullanılmıştır. İki mikorizal karışımın içeriklerine ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Karışım-1: Ekto- ve arbüsküler- mikorizal mantarlar (RhizoMyc[®][Novozymes]) ile köklenmeyi ve mantar gelişimini teşvik eden bileşenleri içermektedir (Çizelge 2 ve 3).

Çizelge 2. Karışım-1'in mikorizal mantar türü içeriği

Mikorizalar %23.3			
Ektomikoriza	Miktar (propagule g ⁻¹)	Arbüsküler mikoriza	Miktar (propagule g ⁻¹)
<i>Pisolithus tinctorius</i>	1600000	<i>Glomus intraradices</i>	21
<i>Rhizopogon villosuli</i>	80000	<i>Glomus aggregatum</i>	20
<i>Rhizopogon luteolus</i>	80000	<i>Glomus mosseae</i>	20
<i>Rhizopogon amylopogon</i>	80000	<i>Glomus brasilianum</i>	1
<i>Rhizopogon fulvigleba</i>	80000	<i>Glomus monosporum</i>	1
<i>Scleroderma cepa</i>	40000	<i>Glomus deserticola</i>	1
<i>Scleroderma citrinum</i>	40000	<i>Glomus clarum</i>	1
<i>Laccaria bicolor</i>	16000	<i>Glomus etunicatum</i>	1
<i>Laccaria laccata</i>	16000	<i>Gigaspora margarita</i>	1

Çizelge 3. Karışım-1'in diğer bileşenleri

Diğer Bileşenler	Oran (%)
Humik asitler	28.90
Soğuk su esmer su yosunu ekstraktları	18.00
Askorbik asit (Vitamin C)	12.30
Amino asitler	8.50
Myo-inositol	3.50
Surfactant	2.50
Tiamin (Vitamin B ₁)	2.00
Aplha-tocopherol (Vitamin E)	1.00

Karışım-2: Arbüsküler mikorizal (RhizoMyx[®] [Novozymes]) mantarlar ile kök ve mantar gelişimini teşvik edici bileşenleri içermektedir (Çizelge 4 ve 5).

Çizelge 4. Karışım-2'nin mikorizal mantar türü içeriği

Mikorizalar %23.3	
Arbüsküler mikoriza	Miktar (propagule g ⁻¹)
<i>Glomus intraradices</i>	25
<i>Glomus mosseae</i>	24
<i>Glomus aggregatum</i>	24
<i>Glomus clarum</i>	1
<i>Glomus monosporum</i>	1
<i>Glomus deserticola</i>	1
<i>Glomus brasilianum</i>	1
<i>Glomus etunicatum</i>	1
<i>Gigaspora margarita</i>	1

Çizelge 5. Karışım-2'nin diğer bileşenleri

Diğer Bileşenler	Oran (%)
Humik asitler	28.70
Soğuk su esmer su yosunu ekstraktları	18.00
Askorbik asit (Vitamin C)	2.00
Amino asitler	6.00
Myo-inositol	2.50
Surfactant	2.50
Tiamin (Vitamin B ₁)	1.75
Aplha-tocopherol (Vitamin E)	1.00

2.5. Yöntem

Nisan 2012'de yastıklarda yetiştirilen iki yaşındaki Toros sediri fidanları tüplere alınmadan önce bir litre su içerisine 10 gram mikorizal karışım konulmasıyla oluşturulan çözeltilerde yaklaşık beş dakika bekletildikten sonra tüplere dikilmiştir. Böylece mikorizal mantar karışımları (K1 ve K2) uygulanmış fidanlar elde edilmiştir. Ayrıca hiçbir işlem uygulanmamış kontrol (Kn) fidanlarının da tüplere dikimleri gerçekleştirilmiştir. K1 ve K2 karışımlarının ilk uygulamasını takiben iki hafta içerisinde bir litre suya 1 gram karışım konularak oluşturulan çözeltiler tüplere dökülmüştür. Tüplerdeki toprakların nem kontrolleri sürekli yapılarak fidanların gelişmelerini tamamlamaları sağlanmıştır. Tüplerde

ot kontrolü yapılmış, ancak işlemin etkisini değiştirmemesi için herhangi bir gübreleme yapılmamıştır.

Fidanlıktan 2012 vejetasyon dönemi sonunda (Kasım ayında) her işlem için 30 adet fidan ölçümler için laboratuvara taşınmıştır. Fidanlar torbalardan kökleri ile birlikte çıkarılmış ve topraklarından arındırmak amacıyla yıkanmıştır. Yıkanan fidanların gövde ve köklerinin yüzeyindeki fazla su kurutma kağıdı ile alındıktan sonra fidanların KBÇ'si 0.001 mm duyarlıkta dijital çap ölçer (Mitutoyo absolute digimatic caliper) ile belirlenmiştir. FB ölçümleri ± 1 mm duyarlıktaki metre yardımıyla yapıldıktan sonra kök boğazlarından kesilerek KTA ve STA değerleri ± 0.001 g duyarlılıktaki terazide tartılarak kaydedilmiştir. Biyokütle hesabı için fidanlar kurutma fırınlarında 65 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar yaklaşık 48 saat kurutulduktan sonra KKA ve SKA değerlerini belirlemek için ayrı ayrı tartılmıştır. Ayrıca fidanların K, KKY, Gİ'leri ile birlikte DKİ'leri hesaplanarak fidanların morfolojik özellikleri belirlenmiştir.

KBÇ, FB, KU, STA, KTA, SKA, KKA, Gİ, K, DKİ ve KKY değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Fidanların KBÇ'leri ile diğer fidan değişkenleri arasında çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bütün istatistikî analizler için SAS (Statistical Analysis Software 1996) programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toros Sedir Fidanlarının Morfolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toros sediri fidanlarının KBÇ'leri ile diğer morfolojik özellikleri arasında genel olarak pozitif ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 6, 7 ve 8). KBÇ kalınlaştıkça FB değerlerinin K2 ünitesinde; STA, KTA, SKA, KKA ve DKİ değerlerinin ise her üç üniteye arttığı belirlenmiştir. Ancak K1 ve Kn ünitelerinde KBÇ ile Gİ arasında tersine bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. FB'nin artmasıyla K2 ve Kn ünitesindeki STA; K2 ünitesindeki KTA, SKA ve KKA; tüm ünitelerdeki Gİ ile K1 ve K2 ünitesindeki K değerlerinin arttığı bulunmuştur. Fakat FB'deki artış ile KKY değerinin K1 ve K2 ünitelerinde azaldığı belirlenmiştir. KU ile KKA arasında sadece K2 ünitesinde pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. STA ile KTA, SKA, KKA ve DKİ arasında tüm ünitelerde pozitif ilişkiler bulunurken, STA ile K arasında sadece K2 ünitesinde pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan K2 ünitesinde STA ile KKY arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Her üç işlemde de KTA ile SKA, KKA ve DKİ arasında pozitif ilişki olduğu

belirlenmiştir. KTA ile KKY arasında sadece Kn ünitesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca K1 ünitesinde KTA ile Gİ, Kn ünitesinde KTA ile K arasında negatif ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Her üç işlemde de SKA ile KKA ve DKİ değerlerinin pozitif yönde bir ilişkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. K2 işlem ünitesinde SKA ile K arasında pozitif, SKA ile KKY arasında ise negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. K1 ünitesinde KKA ile Gİ arasında ve Kn ünitesinde KKA ile K arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Fakat Kn ünitesinde KKA ile KKY arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Her üç işlemde de KKA ile DKİ arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Gİ ile K arasında K1 ve K2 ünitesinde pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Her üç işlemde de Gİ ile DKİ arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Gİ ve KKY arasında ise K1 ve K2 ünitelerinde ve K ile KKY arasında ise her üç işlemde tersine ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulguların yanı sıra Toros sediri fidanlarında gerçekleştirilen diğer çalışmalarda da morfolojik özellikler arasında genellikle pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bir yaşındaki Toros sediri fidanlarında kök boğazı çapının fidan boyu ($r = 0.601$), fidan yaş ağırlığı ($r = 0.596$), kök üstü kuru ağırlığı ($r = 0.551$), kök kuru ağırlığı ($r = 0.701$), kuru fidan ağırlığı ($r = 0.643$) ve kök yüzdesi ($r = 0.332$) arasında pozitif ilişkiler tespit edilirken katlılık ile kök boğazı çapı arasında negatif ($r = -0.325$) ilişki belirlenmiştir (Tüfekçi, 2007). İki yaşlı Toros sediri fidanlarının boyu ile kök boğazı çapı arasında ($r = 0.8878$) ve fidan boyu ile gürbüzlük indisi arasında ($r = 0.7667$) kuvvetli ilişkiler bulunurken; katlılık ile fidan boyu arasında ($r = 0.5542$) zayıf bir ilişki tespit edilmiştir (Semerci, 2002). Türkiye'deki 22 Toros sediri tohum meşçeresindeki tohumlardan sağlanan üç yaşlı fidanların kök boğazı çapı, boyu, fidan taze ve kuru ağırlıkları arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur (Demirci ve Bilir, 2001). Yetiştirme sıklığının 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının bazı morfolojik özellikleri ile beslenme durumu üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, kök boğazı çapı ile fidan boyu ($r = 0.820$), sak kuru ağırlığı ($r = 0.964$), kök kuru ağırlığı ($r = 0.977$), sak kuru ağırlık/kök kuru ağırlık oranı ($r = 0.467$) arasında pozitif, kök boğazı çapı ile fidan boyu/kök boğazı çapı oranı ($r = -0.896$) arasında ise negatif ilişki belirlenmiştir (Güner ve ark. 2016). Ayrıca Toprak ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen mikoriza uygulamasının 2+0 yaşlı karaçam fidanlarının bazı morfolojik özellikleri arasındaki ilişkilerin değişimini belirlemeyi amaçlayan çalışmada, kök boğazı çapı ile fidan boyu, sak taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, sak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve Dickson kalite indisi arasında pozitif ilişkilerin var olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Ekto- ve arbüsküler- mikoriza ile işlem gören Toros sediri fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki ilişkiler (İlk satırdaki değerler pearson korelasyon katsayılarını ve ikinci satırdakiler p-değerlerini ifade etmektedir.)

	KBÇ	FB	KU	STA	KTA	SKA	KKA	Gİ	K	DKİ	KKY
KBÇ	1.00000										
FB	0.25361	1.00000									
	0.3432										
KU	0.37796	0.41348	1.00000								
	0.1489	0.1114									
STA	0.80057	0.36985	0.31798	1.00000							
	0.0002	0.1585	0.2301								
KTA	0.8104	-0.0379	0.37285	0.85984	1.00000						
	0.0001	0.8892	0.1549	<.0001							
SKA	0.75191	0.35637	0.35463	0.9298	0.82783	1.00000					
	0.0008	0.1755	0.1777	<.0001	<.0001						
KKA	0.81255	-0.0609	0.27006	0.84682	0.9487	0.85307	1.00000				
	0.0001	0.8229	0.3117	<.0001	<.0001	<.0001					
Gİ	-0.5223	0.67815	0.04789	-0.2537	-0.6195	-0.2313	-0.6282	1.00000			
	0.0379	0.0039	0.8602	0.3432	0.0105	0.3888	0.0092				
K	-0.0116	0.81107	0.17326	0.22488	-0.1665	0.29647	-0.2326	0.70129	1.00000		
	0.9659	0.0001	0.5211	0.4024	0.5377	0.2649	0.386	0.0025			
DKİ	0.79984	-0.1553	0.17843	0.80335	0.9327	0.82299	0.98643	-0.6984	-0.2583	1.00000	
	0.0002	0.5657	0.5085	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026	0.3342		
KKY	-0.0631	-0.8262	-0.2261	-0.2783	0.08858	-0.3645	0.15484	-0.677	-0.9816	0.1816	1.00000
	0.8163	<.0001	0.3999	0.2966	0.7443	0.1651	0.5669	0.004	<.0001	0.5008	

Çizelge 7. Arbüsküler mikoriza ile işlem gören Toros sediri fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki ilişkiler (İlk satırdaki değerler pearson korelasyon katsayılarını ve ikinci satırdakiler p-değerlerini ifade etmektedir.)

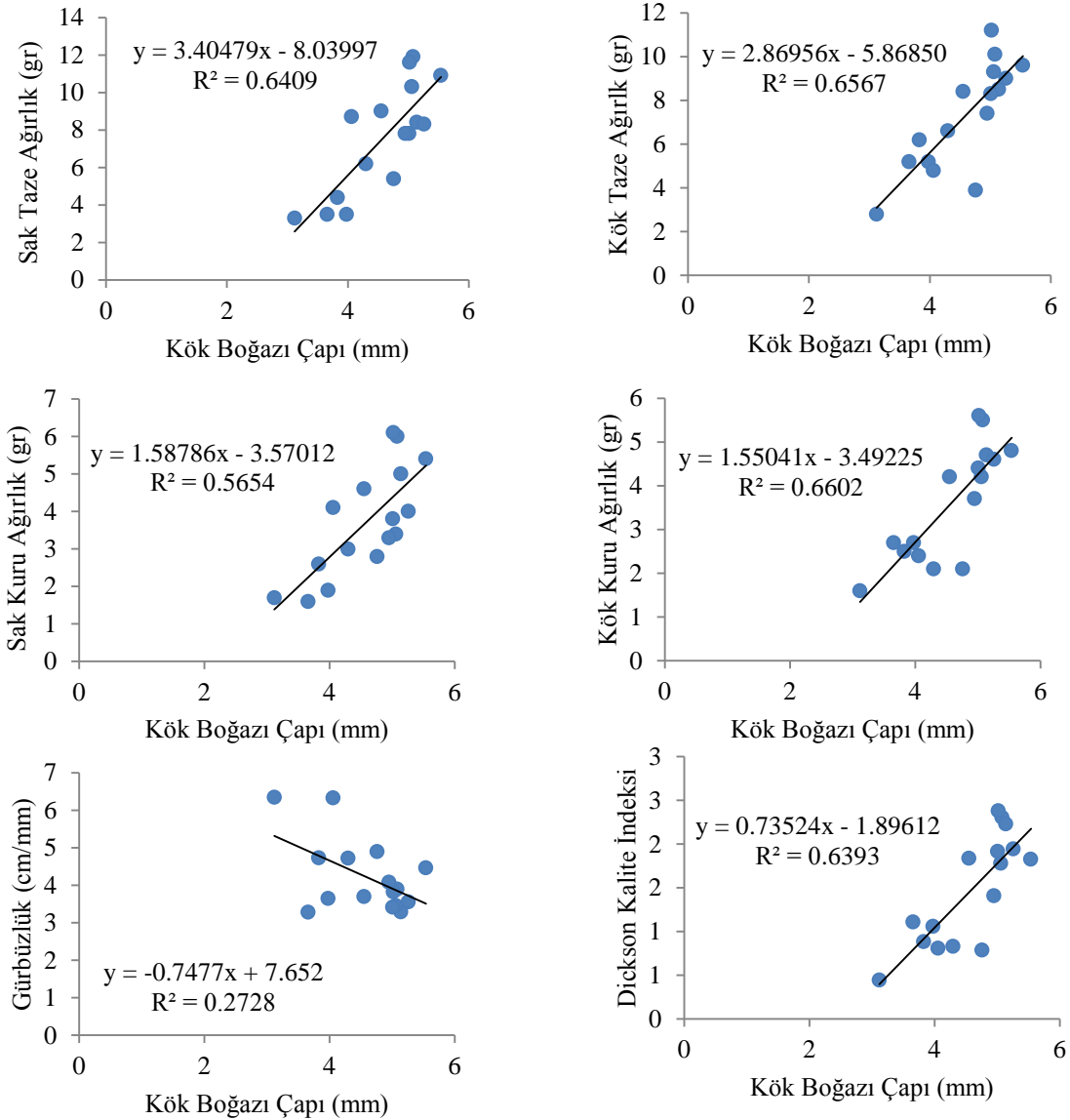
	KBÇ	FB	KU	STA	KTA	SKA	KKA	Gİ	K	DKİ	KKY
KBÇ	1.00000										
FB	0.43404	1.00000									
	0.0341										
KU	0.29629	0.28881	1.00000								
	0.1598	0.1711									
STA	0.67481	0.79983	0.33122	1.00000							
	0.0003	<.0001	0.1139								
KTA	0.73355	0.49985	0.37886	0.70721	1.00000						
	<.0001	0.0129	0.0679	0.0001							
SKA	0.70212	0.77518	0.29851	0.98207	0.74996	1.00000					
	0.0001	<.0001	0.1565	<.0001	<.0001						
KKA	0.72562	0.53019	0.4198	0.76517	0.93364	0.7987	1.00000				
	<.0001	0.0077	0.0411	<.0001	<.0001	<.0001					
Gİ	-0.2104	0.78735	0.11958	0.39187	0.02028	0.34273	0.05794	1.00000			
	0.3238	<.0001	0.5778	0.0583	0.9251	0.1011	0.788				
K	0.18805	0.5535	-0.0583	0.63005	0.02815	0.6261	0.04775	0.46842	1.00000		
	0.3789	0.005	0.7866	0.001	0.8961	0.0011	0.8247	0.021			
DKİ	0.79935	0.12632	0.29544	0.58472	0.81898	0.6292	0.84955	-0.4303	-0.0354	1.00000	
	<.0001	0.5564	0.161	0.0027	<.0001	0.001	<.0001	0.0358	0.8695		
KKY	-0.1933	-0.5432	0.07922	-0.6123	-0.0449	-0.6272	-0.0628	-0.4512	-0.9873	0.0267	1.00000
	0.3655	0.0061	0.7129	0.0015	0.835	0.001	0.7707	0.0269	<.0001	0.9015	

Çizelge 8. Mikorizal işlem görmemiş (kontrol) Toros sediri fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki ilişkiler (İlk satırdaki değerler pearson korelasyon katsayılarını ve ikinci satırdaki rakamlar p-değerlerini ifade etmektedir).

	KBÇ	FB	KU	STA	KTA	SKA	KKA	Gİ	K	DKİ	KKY
KBÇ	1.00000										
FB	0,32060	1.00000									
	0.22600										
KU	0.38340	0.14519	1.00000								
	0.14270	0.59160									
STA	0.83019	0.51370	0.41653	1.00000							
	<.0001	0.04180	0.10850								
KTA	0.64860	0.18663	0.29020	0.81461	1.00000						
	0.00660	0.48890	0.27560	0.00010							
SKA	0.80314	0.48047	0.36160	0.97052	0.78542	1.00000					
	0.00020	0.05960	0.16880	<.0001	0.00030						
KKA	0.72419	0.23394	0.34695	0.84463	0.93973	0.86614	1.00000				
	0.00150	0.38320	0.18800	<.0001	<.0001	<.0001					
Gİ	-0.58290	0.57348	-0.23389	-0.28468	-0.38894	-0.28814	-0.41443	1.00000			
	0.01780	0.02020	0.38330	0.28520	0.13650	0.27910	0.11050				
K	-0.06501	0.26301	-0.24655	-0.11056	-0.56455	-0.10279	-0.56165	0.25700	1.00000		
	0.81100	0.32500	0.35730	0.68360	0.02270	0.70480	0.02360	0.33660			
DKİ	0.82130	0.06885	0.35919	0.81787	0.89751	0.84214	0.95638	-0.63402	-0.48371	1.00000	
	<.0001	0.80000	0.17180	0.00010	<.0001	<.0001	<.0001	0.00840	0.05770		
KKY	0.03740	-0.32742	0.18882	0.05512	0.53359	0.05316	0.53063	-0.29117	-0.99099	0.46151	1.00000
	0.89060	0.21570	0.48370	0.83930	0.03330	0.84500	0.03450	0.27390	<.0001	0.07190	

3.2. Kök Boğazı Çaplarına Göre Diğer Morfolojik Özelliklerin Değişimi

K1 işlemindeki fidanların KBÇ'si ile STA, KTA, SKA, KKA ve DKİ arasında doğru orantılı ve pozitif ilişkilerin bulunduğu (R^2 değerleri sırasıyla 0.6409, 0.6567, 0.5654, 0.6602, 0.6398) ve elde edilen denklemlerde doğrusal çizgilerin eğimlerinin istatistiki olarak önemli (P -değerleri sırasıyla 0.0002, 0.0001, 0.0008, 0.0001, 0.0002) olduğu tespit edilmiştir. K1 işlemindeki fidanların KBÇ'si ile Gİ arasında ise ters orantılı bir ilişki olduğu (R^2 değeri 0.2728) ve elde edilen denklemde doğrusal çizginin eğiminin istatistiki olarak önemli olduğu (P -değeri 0.0379) belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ekto- ve arbusküler- mikoriza ile işlem gören Toros sediri fidanlarının kök boğazı çapı ile diğer bazı değişkenlerinin ilişkileri

KBÇ'ye bağlı olarak fidanların STA, KTA, SKA, KKA, DKİ ve Gİ tahminine yönelik regresyon modelleri denklem 1, 2, 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

$$STA (g) = -8.03997 + 3.40479 x KBÇ (mm) \quad (1)$$

$$KTA (g) = -5.86850 + 2.86956 x KBÇ (mm) \quad (2)$$

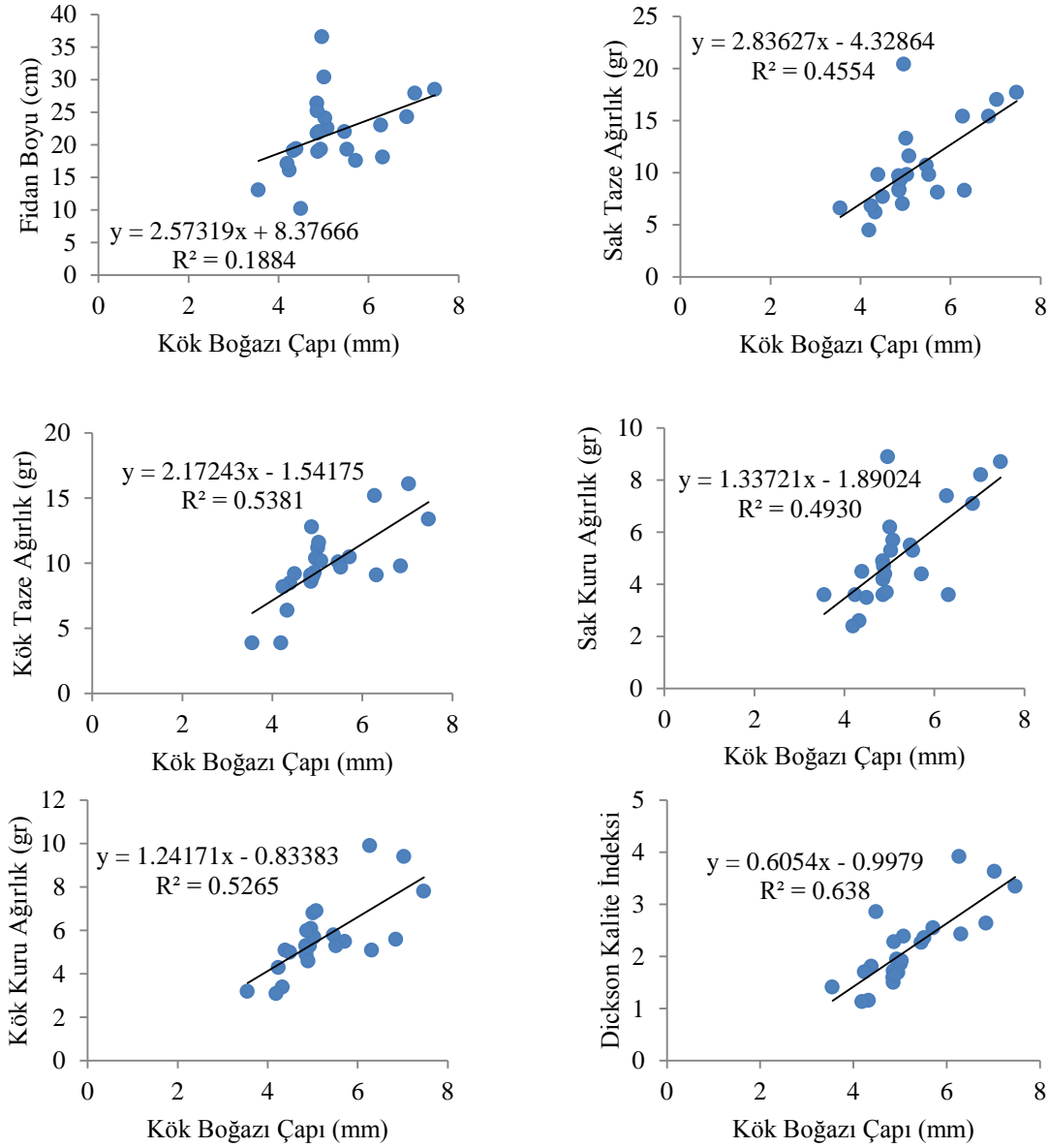
$$SKA (g) = -3.57012 + 1.58786 x KBÇ (mm) \quad (3)$$

$$KKA (g) = -3.49225 + 1.55041 x KBÇ (mm) \quad (4)$$

$$DKİ = -1.89612 + 0.73524 x KBÇ (mm) \quad (5)$$

$$Gİ (cm mm^{-1}) = 7.65501 - 0.74837 x KBÇ (mm) \quad (6)$$

K2 işlemindeki fidanların KBCÇ'si ile FB, STA, KTA, SKA, KKA ve DKİ arasında doğru orantılı ve pozitif ilişkilerin bulunduğu (R^2 değerleri sırasıyla 0.1884, 0.4554, 0.5381, 0.4930, 0.5265, 0.6390) ve elde edilen denklemlerde doğrusal çizgilerin eğimlerinin istatistiki olarak önemli (P -değerleri sırasıyla 0.0341, 0.0003, <0.0001, 0.0001, 0.0001, 0.0001) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Arbusküler mikoriza ile işlem gören Toros sediri fidanlarının kök boğazı çapı ile diğer bazı değişkenlerinin ilişkileri

KBCÇ'ye bağlı olarak fidanların FB, STA, KTA, SKA, KKA ve DKİ tahminine yönelik regresyon modelleri denklem 7, 8, 9, 10, 11 ve 12'de verilmiştir.

$$FB (cm) = 8.37666 + 2.57319 \times KBCÇ (mm) \quad (7)$$

$$STA (g) = -4.32864 + 2.83627 \times KBCÇ (mm) \quad (8)$$

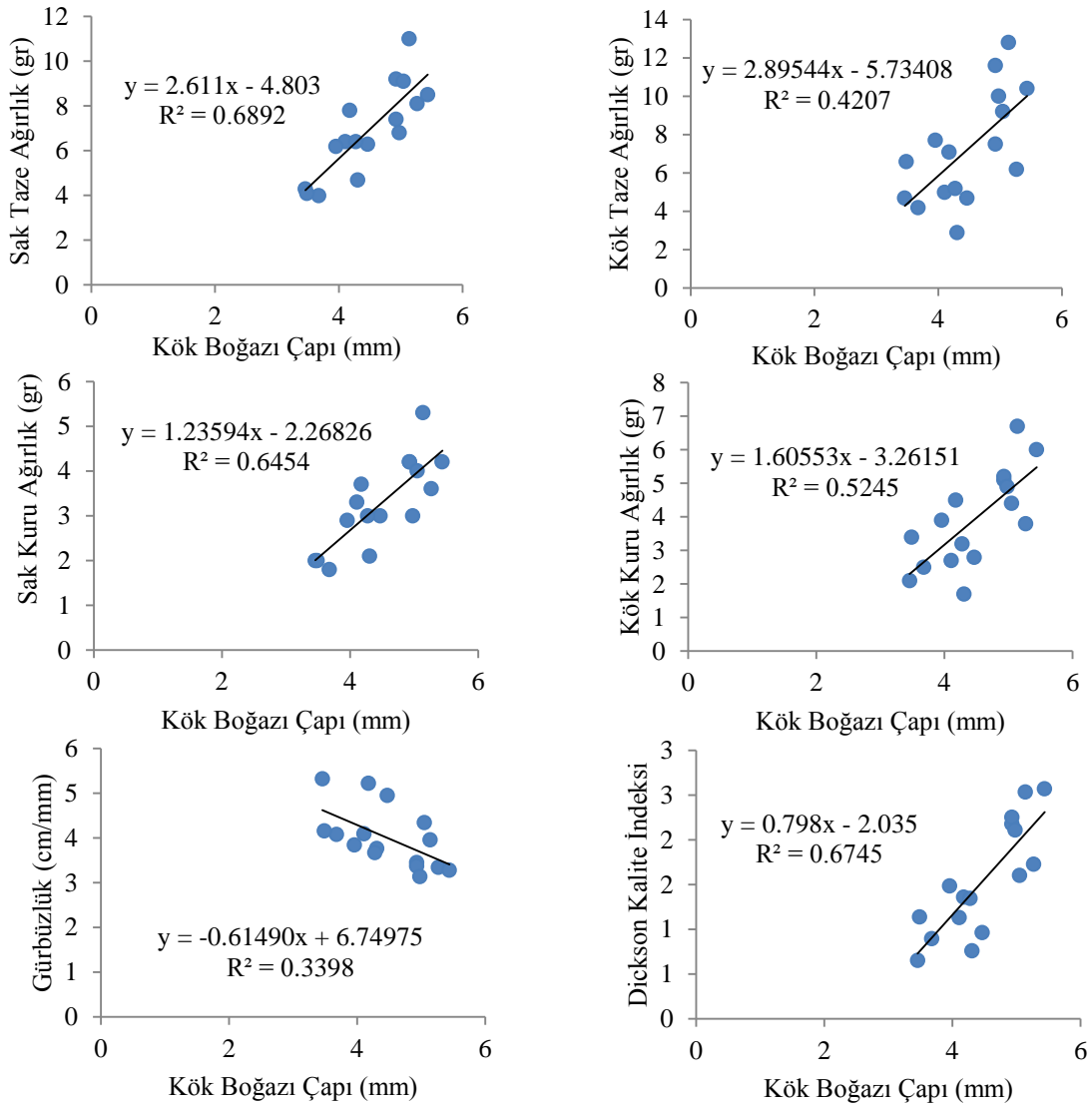
$$KTA (g) = -1.54175 + 2.17243 \times KBCÇ (mm) \quad (9)$$

$$SKA (g) = -1.89024 + 1.33721 \times KBC\text{Ç} (mm) \quad (10)$$

$$KKA (g) = -0.83383 + 1.24171 \times KBC\text{Ç} (mm) \quad (11)$$

$$DKİ = -1.00634 + 0.60692 \times KBC\text{Ç} (mm) \quad (12)$$

Kn işlemindeki fidanların KBCÇ'si ile STA, KTA, SKA ve KKA arasında doğru orantılı ve pozitif ilişkilerin bulunduğu (R^2 değerleri sırasıyla 0.6892, 0.4207, 0.6450, 0.5245) ve elde edilen denklemlerde doğrusal çizgilerin eğimlerinin istatistiki olarak önemli (P -değerleri sırasıyla <0.0001 , <0.0001 , <0.0001 , 0.0015) olduğu belirlenmiştir. Kn işlemindeki fidanların KBCÇ'si ile Gİ ve DKİ arasında ise ters orantılı bir ilişki olduğu (R^2 değerleri sırasıyla 0.3398, 0.6745) ve elde edilen denklemlerde doğrusal çizgilerin eğimlerinin istatistiki olarak önemli olduğu (P -değerleri sırasıyla 0.0178, <0.0001) tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Mikorizal işlem görmemiş (kontrol) Toros sediri fidanlarının kök boğazı çapı ile diğer bazı değişkenlerinin ilişkileri

KBÇ'ye bağlı olarak fidanların STA, KTA, SKA, KKA ve Gİ tahminine yönelik regresyon modelleri denklem 13, 14, 15, 16, 17 ve 18'de verilmiştir.

$$STA (g) = -4.80363 + 2.61102 x KBÇ (mm) \quad (13)$$

$$KTA (g) = -5.73408 + 2.89544 x KBÇ (mm) \quad (14)$$

$$SKA (g) = -2.26826 + 1.23594 x KBÇ (mm) \quad (15)$$

$$KKA (g) = -3.26151 + 1.60553 x KBÇ (mm) \quad (16)$$

$$Gİ (cm mm^{-1}) = 6.74975 - 0.61490 x KBÇ (mm) \quad (17)$$

$$DKİ = -2.03858 + 0.79963 x KBÇ (mm) \quad (18)$$

4. Sonuçlar

Toros sediri fidanlarının KBÇ'leri ile diğer morfolojik özellikleri arasında genellikle pozitif ilişkiler olduğu saptanmıştır. Her üç ünite de fidanların KBÇ'lerinin kalınlaşmasıyla STA, KTA, SKA, KKA, DKİ değerleri, FB'nin uzamasıyla da Gİ değerleri artmıştır. STA ile KTA, SKA, KKA ve DKİ arasında, KTA ile SKA, KKA ve DKİ arasında, SKA ile KKA ve DKİ değerleri arasında ve KKA ile DKİ arasında tüm ünitelerde pozitif ilişkiler ortaya çıkmıştır. Her üç işlemde de Gİ ile DKİ arasında ve K ile KKY arasında ise negatif ilişki oluşmuştur.

K1 işlemindeki fidanların KBÇ'si ile STA, KTA, SKA, KKA ve DKİ arasında, K2 işlemindeki fidanların KBÇ'si ile FB, STA, KTA, SKA, KKA ve DKİ arasında ve Kn işlemindeki fidanların KBÇ'si ile STA, KTA, SKA ve KKA arasında doğru orantılı ve pozitif ilişkiler meydana gelmekte, ancak K1 işlemindeki fidanların KBÇ'si ile Gİ arasında ve Kn işlemindeki fidanların KBÇ'si ile Gİ ve DKİ arasında ters orantılı ilişkiler oluşmaktadır.

KBÇ ile diğer bazı değişkenler için elde edilen denklemlerde doğrusal çizgilerin eğimleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle uygulamacılar ortaya konulan denklemlerden faydalanıp Toros sediri fidanlarının KBÇ değerlerini kullanarak FB, STA, KTA, SKA, KKA, DKİ ve Gİ değerlerini hesaplayabilirler. Sadece KBÇ değerleri kullanılarak fidan kalitesinin belirlenmesinde gerekli olan diğer morfolojik özelliklerin hesaplanabilir olması uygulamacılar açısından ağaçlandırmalarda kullanacakları fidanların seçimi ve nakliye durumlarını belirlemede büyük kolaylık sağlayabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinden üretilmiş ve Düzce Üniversitesi "BAP-2014.05.01.209" numaralı Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim. (Temmuz 2017). Seedling Quality. [Online].
<http://www.worldagroforestrycentre.org/NurseryManuals/Research/SeedQuality.pdf>
- Bonfante-Fasolo, P., Peretto, R. ve Perotto, S. 1992. Cell surface interactions in endomycorrhizal symbiosis. Perspectives In Plant Cell Recognition, Editörler: Callow J.A., Green J.R., Cambridge University Press, Cambridge, 239-255.
- Cairney, J. W. G. 2000. Evolution of mycorrhiza systems. *Naturwissenschaften*, 87: 467–475.
- Cázares, E. ve Smith, J. E. 1996. Occurrence of vesicular–arbuscular mycorrhizae in *Pseudotsuga menziesii* and *Tsuga heterophylla* seedlings grown in Oregon coast range soils. *Mycorrhiza*, 6: 65–67.
- Cázares, E. ve Trappe, J. M. 1993. Vesicular endophytes in roots of the Pinaceae. *Mycorrhiza*, 2: 153–156.
- Demirci, A. ve Bilir, N. 2001. Yaşı 3-0 olan Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında orijinler arası farklılıklar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(4), 217-223.
- Frank, B. 2005. On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of A.B. Frank’s classic paper of 1885). *Mycorrhiza*, 15: 267-275.
- Guner, S. T., Sahin, U., Guner, D., Karatas, R. ve Erkan, N. 2016. Effects of seedbed density on some morphological properties and nutrient status of two-year old Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(6): 2121-2130.
- Haase, D. L. 2008. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes*, 52 (2): 24-30.
- Horton, T. R., Cázares, E. ve Bruns, T. D. 1998. Ectomycorrhiza, vesicular–arbuscular and dark septate fungal colonization of bishop pine (*Pinus muricata*) seedlings in the first 5 months of growth after wildfire. *Mycorrhiza*, 8, 11-18.
- SAS Institute, Inc. 1996. SAS/STAT users guide, Version 6.12. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Semerci, A. 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu’daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten*, 279, 140.

- Smith, J. E., Johnson, K. A. ve Cázares, E. 1998. Vesicular mycorrhizal colonization of seedlings of Pineaceae and Betulaceae after spore inoculation with *Glomus intraradices*. *Mycorrhiza*, 7: 279-285.
- Smith, S. E. ve Read, D. J., 2008. *Mycorrhizal symbiosis*, Academic Press, San Diego, USA.
- Thornthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate, *Geographical Review*, 38 (1): 55-94.
- Toprak, B. 2016. Ekto- ve arbusküler mikoriza aşılansız karaçam (*Pinus nigra*), toros sediri (*Cedrus libani*) ve saçlı meşe (*Qercus cerris*) fidanlarının İç Anadolu'nun yarı kurak sahalarındaki ağaçlandırma başarısı. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Toprak, B., Yıldız, O., Sargıncı, M., Güner, Ş. T., Pekşen, A. ve Çakır, E. A. 2016. Mikoriza Uygulamasının Karaçam (*Pinus nigra*) Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine Etkisi. *Ormancılık Dergisi*, 12(2), 258-269.
- Tüfekçi, S. 2007. Doğal populasyonlardaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) mikorizasının izole edilmesi ve çoğaltılıp fidan üretiminde kullanılması. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tsakalimi, M., Ganatsas, P. ve Jacobs, D. F. 2012. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, DOI 10.1007/s11056-012-9339-3.
- Vardavakis, E. 1992. Mycorrhizal endogonaceae and their seasonal variations in a Greek sand dune. *Pedobiologia*, 36, 373–382.
- Wagg, C., Pautler, M., Massicotte, H. B. ve Peterson R.L. 2008. The co-occurrence of ectomycorrhizal, arbuscular mycorrhizal and dark septate fungi in seedlings of four members of the Pinaceae. *Mycorrhiza*, 18(2), 103-110.
- Yaltırık, F. ve Efe, A. 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae – Angiospermae (Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencileri için), G.Ü. Yayın No: 4265, Orman Fakültesi Yayın No: 465, ISBN: 975-404-594-1, 382 sayfa, II. Baskı

Isıl İşlemin Yongalevhalarındaki Formaldehit Emisyonuna Etkisi**Effect of Heat Treatment on Formaldehyde Emission in Particleboard****Hasan Öztürk¹, Aydın DEMİR², Gürsel ÇOLAKOĞLU²****Öz**

Emprenye işlemine alternatif olarak düşünülen, insan ve çevre sağlığına zararlı kimyasallar ilave edilmeksizin uygulanan ısıl işlemin odun esaslı levha ürünleri için birçok avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Bu ürünlerinin üretiminde çeşitli avantajları nedeniyle önemli ölçüde kullanılan formaldehit esaslı reçineler üretim esnasında ve sonrasında insan sağlığı ve çevre için zararlı olan formaldehit ayrışmasına neden olmaktadır. Formaldehit emisyonunun azaltılması için birçok çalışma uygulanmaktadır. Isıl işlemin farklı amaçlarla uygulanmasından dolayı bu çalışmalarda rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, ısıl işlemin kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) odunundan üretilen 3 tabakalı yongalevhaların yüzeylerinden açığa çıkan formaldehit emisyonu oranlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaç için, farklı ısıl işlem sıcaklığı ve süresine göre üç grup oluşturulmuştur. Isıl işlem uygulandıktan sonra, gruplardaki levhaların, alt, orta ve üst tabakaları birbirlerinden ayrılmış ve her bir tabakanın formaldehit emisyonu oranı ısıl işlem uygulanmayan kontrol gruplarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, ısıl işlem ile yongalevhanın formaldehit emisyonunun üst, orta ve alt tabakalarda değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 150°C ısı ile muamele edilmiş üst tabakalardaki formaldehit molekülleri sıcak taraftan soğuk tarafa doğru akmıştır. Isı ile muamele edilmiş tabakalardaki formaldehit emisyonu, işlem zamanı arttıkça azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Formaldehit emisyonu, Yongalevha, Isıl işlem, Moleküler iletim

Abstract

Heat treatment was applied without addition of chemicals harmful to human and environmental health, which are considered as an alternative to the impregnation process has many advantages and disadvantages for the wood based panel products. Formaldehyde has been linked to human health and environmental problems during and after manufacturing. Many studies are applied to reduce the formaldehyde emission. Because of the different applications of heat treatment, it has not been found in these studies. In this study, the effects of heat treatment on the formaldehyde emission rate released on the surfaces of beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) three-layer particleboard were investigated. For this purpose, three groups were formed according to different time and temperature of heat treatment. After heat treatment, the lower, upper and middle layers of panels in the groups were separated then the formaldehyde emission rates from these layers were determined and compared with the control groups were not applied heat treatment. Consequently, the formaldehyde emission rates from the particleboard varied by layer (the lower, upper and middle) with heat treatment. The formaldehyde molecules in the upper layers treated at 150°C flowed from the hot side to the cold side. The formaldehyde emission rates in the heat-treated layers decreased with the time of treatment.

Keywords: Formaldehyde emission, Particleboard, Heat treatment, Molecular conductivity

Received: 10.03.2017, Revised: 13.02.2018, Accepted: 21.02.2018

Address: 1Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi, Mobilya ve Dekorasyon Programı, 61900, Trabzon hasanozturk@ktu.edu.tr 2Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon aydindemir@ktu.edu.tr, gursel@ktu.edu.tr

1. Introduction

The importance of wood composite products has increased due to the increasing demand for wood products and the reduction in the quantity and quality of the raw material. The production of particleboards in 2015 were 21 million m³ for China, 16 million m³ for U.S.A., 7 million m³ for Germany and 4 million m³ for Turkey (FAO, 2016). The increased production of these materials have in turn increased use of adhesives in the wood products industry (Wälinder, 2000; Aydin et al., 2010). Formaldehyde-based resins are significantly used in the wood-based panel industry because of various advantages and excellent performance (Colak, 2002; Marutzky, 1994). Urea formaldehyde resins are the most widely used adhesives in the wood-based panels such as particleboards, medium density fiberboards and plywood due to provide high reactivity, low cost and excellent adhesion to wood (Costa et al., 2013). However, formaldehyde released from the panels manufactured with formaldehyde-based adhesives such as urea formaldehyde resins poses significant environmental health risks and this release can take years (Colak, 2002; Marutzky, 1994). Exposing to formaldehyde for short and long terms causes problems in human health such as eye, nose, and throat irritation and cancer (Salem et al., 2011). It is stated that the formaldehyde emission decreased with the increase in pressing temperature of particleboards (Brinkman, 1978; Roffael, 1982). The content of formaldehyde emission depends on various factors. These factors are mole ratio of F/U, resin level, catalyst level and composition, moisture content and distribution prior to pressing, board post-treatment, and duration of storage before use (Petersen, 1973; Meyer et al., 1980; Roffael, 1975; Sundin and Hanetho, 1978; Wang and Gardner, 1999; Park et al., 2006; Que et al., 2007). Myers (1984) stated that the variables such as resin synthesis details, cure catalyst, press time and temperature, moisture content, board conditioning or aging can strongly influence formaldehyde emission and the mechanical properties of particleboard. Formaldehyde emissions are also significantly affected by pressing conditions (Jiang et al., 2002). Wolcott et al. (1996) studied the effects of pressing variables on formaldehyde and methanol emissions from UF-bonded particleboard with a mixture of Douglas-fir and southern pine furnish. As a result of their study, formaldehyde emissions increased with increasing pressing time, moisture content, platen temperature, resin level, and formaldehyde-to-urea (F/U) mole ratio. Moreover, the additional high-frequency heating during pressing significantly decreased the formaldehyde emissions in the particleboards (Roffael, 1982).

Petinarakis and Kavvouras (2006) studied that effects of the production variables on formaldehyde emission from particleboards. They found that the release of formaldehyde from particleboards of low formaldehyde emission type, glued with urea-formaldehyde glues, can be further significantly decreased through the optimization and monitoring of the production process variables such as the pressing temperature, the panel density and the moisture content of the wood-glue mixture before the hot pressing.

Many studies are applied to reduce the formaldehyde emission in literature. However, due to the different applications of heat treatment, it has not been found in these studies. In this study, the effects of heat treatment on the formaldehyde emission rate released on the surfaces of beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) three-layer particleboard were investigated.

2. Materials and Methods

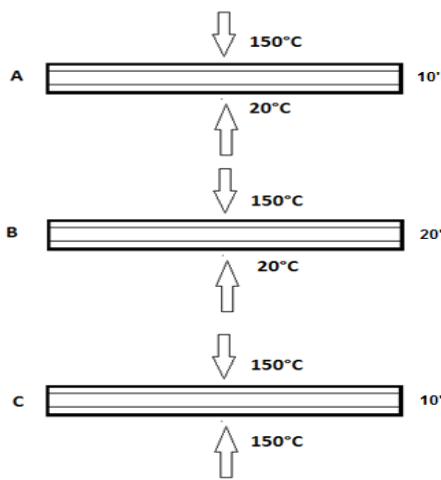
Eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood particles were used in the manufacture of particleboards. They were chipped using a hacker chipper before the chips were reduced into smaller particles using a knife ring flaker. First, the wood particles were screened using a horizontal screen shaker. The chips that pass through a 3 mm mesh screen and leave on a 1.5 mm mesh screen are classified in the middle layer and the chips that pass through a 1.5 mm mesh screen and leave on a 0.5 mm mesh screen are classified in the outer layer for use. After these processes, particles were dried using a lab-customized hot air-dryer at 110°C to 3% moisture content. It was used urea formaldehyde resin with a solid content of 55%. Based on oven-dry particle weight, 8% and 10% resin were applied using an atomizing spray gun for the core and face layers, respectively.. The ratio of the face thickness to the total thickness of a panel known as the shelling ratio was 0.40 for all samples. 25% solution of ammonium chloride (NH₄Cl) as a hardener was added at 1% in oven-dry-weight basis to resin.

Boards were manufactured at a pressure of 23-25 kg cm² at 150°C for 9 min. The dimensions and target density of particleboards were 43 cm × 43 cm × 1.8 cm, and 0.70 g cm³, respectively. After pressing, panels were conditioned at a temperature of 20°C and 65% relative humidity for three weeks. Then, three groups were formed according to different time and temperature of heat treatment. Details related to the control group was not applied heat treatment and three groups were given in Table 1. The particleboard panels were heat-treated with conduction mechanism.

Table 1. Form of the groups according to time and temperature of heat treatment

Groups	Time of Heat Treatment (min)	Temperature (°C)	
		Lower Layer	Upper Layer
Control	-	-	-
A	10	20	150
B	20	20	150
C	10	150	150

The hydraulic press was used for heat treatment (Figure 1). Then, the lower, upper and middle layers were separated for each panel group, and the formaldehyde emission and moisture content values of these layers were separately determined. Then, the samples were conditioned prior to testing at 20°C and 65% relative humidity for two weeks.

**Figure 1.** Application of heat treatment on the particleboard panels in the press

Formaldehyde emission contents of particleboard panels were determined according to flask method described in EN 717-3 (1996) standard. This is a simple and inexpensive method for testing formaldehyde release and suitable for testing of uncoated boards (Aydin et al., 2006). This method is suitable only for internal production control of wood-based panels and no official limit values published. For testing, it was taken test pieces of 25 mm x 25 mm x board thickness. For each flask, 15-17 gr weight samples are prepared (Figure 2). The test temperature and time used were 40°C and 3 h, respectively. Formaldehyde emission determined in test samples with two repetitions for each groups. The moisture contents of particleboard panels were determined according to EN 322 (1993) standard.

Multifactor analysis of variance was performed for statistical evaluation of the changes in formaldehyde emission depending on layers in the particleboard panels. After ANOVA, Student–Newman–Keuls test with 95% confidence level was used to compare the mean values of variance sources.

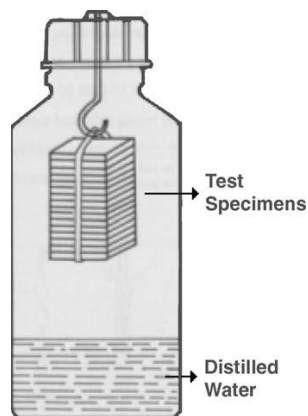


Figure 2. Test apparatus used for the determination of formaldehyde emission content of particleboard panels.

The amount of formaldehyde absorbed in a 10 ml of solution from the containers is determined spectrophotometrically. The flask value (Fv) in milligrams per kilogram of oven-dry board is calculated by the following equation:

$$F_v = \frac{(A_S - A_B) \times f \times 50 \times 10(100 + H)}{m} \quad (1)$$

where:

A_S is the absorbance of the analyzed solution from the containers;

A_B is the absorbance of an analysis with distilled water;

f is the slope of the calibration curve, in milligrams per milliliter;

H is the moisture content of the test pieces, in percent;

m is the mass of the test pieces, in grams.

3. Results and Discussion

Formaldehyde emission values of the particleboard panels and homogenous groups are given in Table 2. The mean formaldehyde emission rate of the middle layer for the control group was significantly higher than those of the outer layers and the complete test samples (Table 2). No significant differences were found among the upper and lower layers and complete panel in the control groups.

Table 2. Results of Student–Newman–Keuls test at 95% confidence level for formaldehyde emission values (mg/100g oven dry panel).

Test Groups	Control		A		B		C	
Complete Panel ¹	11.3	a ²	12.8	ab	14.0	b	10.2	a
Lower Layer	11.6	a	13.2	b	16.8	c	9.7	a
Upper Layer	11.7	a	11.7	a	10.0	a	9.8	a
Middle Layer	14.3	b	14.5	c	14.1	b	12.5	b

¹ Complete Panel; Samples of panel thickness without departing from layers; ² The means with different letter are statistically different ($p \leq 0.05$).

Assessing groups A and B, which were applied heat treatment from the upper layer, the lowest formaldehyde emission rates were found in the upper layers. While the highest values were found in the middle layer for A, the highest rates occurred in the lower layer for B. This could be explained by the longer heat treatment in group B. Also, the formaldehyde emission rates of the complete group was lower than those of the middle layer for A and the lower layer for B while they were higher than the upper layer which received the heat treatment. The highest formaldehyde emission rates for C were found in the middle layer. The formaldehyde emission rates in the complete panel, lower and upper layers were not significantly different.

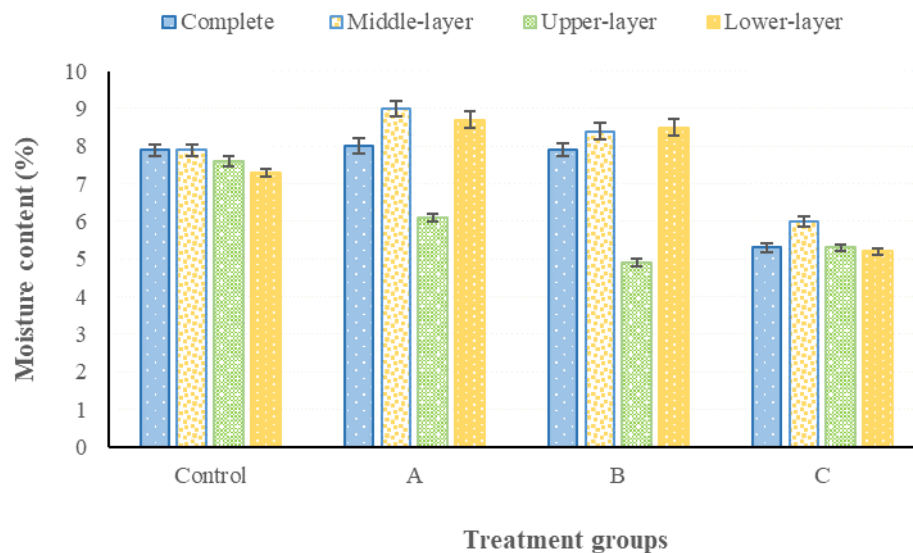


Figure 3. Mean moisture content of panel layers (bars indicate std deviation)

In terms of the moisture content of the control group, the average moisture content rates were found very similar for the all of the layers (Figure 3). The lowest moisture content for A and B were found in the upper layer which was received the heat treatment. The moisture content reduction in the upper layer of B was greater than that of the upper

layer of A. The highest moisture content for C which received the heat treatment for both layers in press was found in the middle layer.

It is stated that no significant differences in moisture content of particleboards do not have an effect on results of formaldehyde emission with flask method (Roffael, 1982). Therefore, it should be considered that the differences in moisture content do not have a significant effect on the formaldehyde emission rates in this study. Also, it is possible that the moisture content with a part of formaldehyde gas molecules in the cell cavities releases because of the effect of heat treatment applied during the evaporation moisture content from surface layers.

According to the results, the formaldehyde emission rates in the surfaces that received heat treatment were lower. It is reported in several studies that press temperature had a great effect on formaldehyde emission from particleboards (Brinkman, 1978; Myers, 1984; Petinarakis and Kavvouras, 2006; Tekin and Keskin, 2015), and it significantly decreased formaldehyde emission. Likewise, formaldehyde emission decreases with longer pressing time (Kollman et al., 1975).

The reason for the high formaldehyde emission in the middle layers is not only formaldehyde molecules released from the surfaces by the effect of the moisture evaporating with temperature. It is well-known that heat energy is transferred through the movement of molecules (Philip and De Vries, 1957). With an increase in temperature of a material, the movement of molecules is accelerated, and heat flows to the colder side. The velocity of the gas molecules in a mixture form of air and moisture in wood pores is directly proportional to the absolute temperature. As temperature increases, velocity of molecules increases (Philip and De Vries, 1957). Therefore, as a result of the high formaldehyde emission in the middle layer that is not significantly affected by the applied heat treatment should be considered a part of the gas mixture of formaldehyde and moisture in the wood pores flows into the middle layers during the flow of heat to the cold side.

4. Conclusions

The formaldehyde emission rates in the middle layer (forming 60% of panels) were higher than the upper and lower layers (forming 40% of panels) in the control group. Formaldehyde emission values were not found significantly differences between upper and lower layers. It was found that the formaldehyde emission of the particleboard changed at the lower, upper and middle layers with heat treatment.

The lowest formaldehyde emission values were found in the upper layers for A and B groups. It was determined that molecules of formaldehyde in the both groups flowed to cold side from hot side with heat treatment. The formaldehyde emission in the heat treated layers decreased as the processing time increased.

Among formaldehyde emission values of the upper and lower layers were treated equal heat in C group were not found clearly. While the highest formaldehyde emission values were obtained from the middle layers for A and C groups, they were obtained from the lower layer for B.

In generally, free formaldehyde molecules are more concentrated in the middle layer at non-heat treated panels and two surfaces with equal temperature applied panels. If the heat treatment is applied only from the upper layer, the free formaldehyde is collected in the lower layer and the amount of formaldehyde increases as the heat treatment time increases.

References

- Aydin, I., Demirkir, C., Colak, S. and Colakoglu, G. 2010. Evaluation of flours of different wood barks as filler in plywood panels. III. National Karadeniz Forestry Congress, Artvin, 5: 1825-1833.
- Aydin, I., Colakoglu, G., Colak, S. and Demirkir, C. 2006. Effects of moisture content on formaldehyde emission and mechanical properties of plywood. *Building and Environment*, 41: 1311–1316.
- Brinkmann, E. 1978. Herstellung von Harnstoffharz-gebundenen Holzspanplatten mit niedrigem formaldehyd Gehalt auf ein-etagen-anlagen. *Holz Roh-Werkstoff*, 36: 296-298.
- Colak, S. 2002. The effects of impregnation procedure at plywood on technological properties, formaldehyde and acid emission of plywood. PhD Thesis, Karadeniz Technical University.
- Costa, N., Pereira, J., Ferra, J., Cruz, P., Martins, J., Magalhães, F., Mendes, A. and Carvalho, L. 2013. Scavengers for achieving zero formaldehyde emission on wood-based panels. *Wood and Science Technology*, 47:1261–1272.
- EN 322, 1993. Wood-based panels – Determination of moisture content, Brussels, Belgium.
- EN 717-3, 1996. Wood-based panels, determination of formaldehyde release, formaldehyde release by flask method. Brussels, Belgium.

- FAO 2016. FAOSTAT-FAO Statics Division - Production Quantity/Plywood.
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO/visualize>.
- Jiang, T., Gardner, D. J. and Baumann, M. G. D. 2002. Volatile organic compound emission arising from the hot-pressing of mixed-hardwood particleboard. *Forest Products Journal*, 52.11/12: 66.
- Kollman, F., Kuenzi, E. W. and Stam, A. S. 1975. Principles of wood science and technology. Springer Verlag. Berlin. New York.
- Marutzky, R. 1994. Release of formaldehyde by wood products. Forest Product Society, Report No: 94RS100R.
- Meyer, B., Johns, W. E. and Woo, J. K. 1980. Formaldehyde release from sulfur modified urea-formaldehyde resin systems. *Forest Products Journal*, 30(3): 24–31.
- Myers, G. E. 1984. How mole ratio of UF resin affects formaldehyde emission and other properties: literature critique. *Forest Products Journal*, 34(5): 35-41.
- Park, B. D., Chang, K. E. and Yong, P. J. 2006. Effects of formaldehyde to urea mole ratio on thermal curing behavior of urea–formaldehyde resin and properties of particleboard. *Journal of Applied Polymer Science*, 101(3): 1787-1792.
- Petersen, H. 1973. Zur formaldehyde absplattung bei der spanplattenerzeugung mit Harnstoff-formaldehyde-bindemitteln. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 32(10): 402–10.
- Petinarakis, J. H. and Kavvouras, P. K. 2006. Technological factors affecting the emission of formaldehyde from particleboards. *Wood Research*, 51(1): 31-40.
- Philip, J. R. and De Vries, D. A. 1957. Moisture movement in porous materials under temperature gradients. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(2), 222-232.
- Que, Z., Furuno, T., Katoh, S. and Nishino, Y. 2007. Effects of urea–formaldehyde resin mole ratio on the properties of particleboard. *Building and Environment*, 42(3): 1257-1263.
- Roffael, E. 1975. Messung der formaldehyde hydabgabe. *Holz-zentralblatt*, 100(96): 1461-2.
- Roffael, E. 1982. The formaldehyde emission of particleboard and other materials. DRW – Verlag. Stuttgart. p, 154.
- Salem, M. Z. M., Böhm, M., Beránková, J. and Srba, J. 2011. Effect of some manufacturing variables on formaldehyde release from particleboard: relationship between different test methods. *Building and Environment*, 46: 1946- 1953.

- Sundin, B. and Hanetho, P. 1978. Formaldehyde emission from particleboard and other building materials. In: Maloey TM, editor. Proceedings of the 12th International Particleboard Symposium. Washington State University: Pullman, WA: 251–86.
- Tekin, A. and Keskin, H. 2015. Effects of temperature and humidity on formaldehyde emission from composite furniture components. Proceedings of the 27th International Conference Research for Furniture Industry, Ankara, Turkey: 126-136.
- Wålinder, M. 2000. Wetting phenomena on wood – Factors influencing measurements of wood wettability, PhD, KTH-Royal Institute of Technology, Dept. of Manufacturing Systems, Wood Technology and Processing, SE-100 44, Stocholm.
- Wang, W. and Gardner, D. J. 1999. Investigation of volatile organic compound press emissions during particleboard production. Part 1. UF-bonded southern pine. Forest Products Journal, 49(3): 65.
- Wolcott, J. J., Motter, W. K., Daisy, N. K., Tenhaeff, S. C. and Detlefsen, W. D. 1996. Investigation of variables affecting hot-press formaldehyde and methanol emissions during laboratory production of urea-formaldehyde-bonded particleboard. Forest Products Journal, 46(9): 62.