



ANADOLU ORMAN ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

ANATOLIAN JOURNAL OF
FOREST RESEARCH

ISSN 1309-856X
EISSN 2564-7660



Cilt: 5 No: 1 Haziran 2019

Vol:5 Issue: 1 June 2019



**Anadolu Orman
Araştırmaları
Dergisi**



**Anatolian Journal
of Forest
Research**

**ISSN: 1309-856X
E-ISSN: 2564-7660**

Cilt: 5 No: 1 Haziran 2019 Vol: 5 Issue: 1 June 2019

Sahibi Prof. Dr. Hasan AYRANCI Rektör	Owner Prof. Dr. Hasan AYRANCI Rector
Editör Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN	Editor Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN

Danışma Kurulu / Advisory Board

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

**Anadolu Orman
Araştırmaları
Dergisi**



**Anatolian Journal
of Forest
Research**

**ISSN: 1309-856X
E-ISSN: 2564-7660**

Cilt: 5 No: 1 Haziran 2019

Vol: 5 Issue: 1 June 2019

Alan Editörleri / Field Editors

Prof. Dr. M. Nuri ÖNER
Doç. Dr. Nazan KUTER
Dr. Öğr. Üyesi Meriç ÇAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR

Prof. Dr. Sedat KELEŞ
Dr. Öğr. Üyesi Arda ÖZEN
Dr. Öğr. Üyesi Serhat URSAVAŞ

Doç. Dr. İlker ERCANLI
Dr. Öğr. Üyesi Ender BUĞDAY
Dr. Öğr. Üyesi Üstüner BİRBEN

Dizgi Sorumlusu

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR

Kapak Tasarımı

Dr. Öğr. Üyesi Ender BUĞDAY

Compositor

Assist. Prof. Dr. Yalçın KONDUR

Cover Design

Assist. Prof. Dr. Ender BUĞDAY

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TÜRKİYE
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

Bu dergi yılda iki defa yayınlanır

This journal is published twice a year

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

Indexed and Abstracted in

SOBIAD, DRJI, Google Scholar



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

-
- Çankırı İli Kırsal Kalkınma Yatırımları Kapsamında Basınçlı Sulama Sistemleri Destek Kredilerinin Değerlendirilmesi
 - Assessment of Pressurized Irrigation System Supports by Rural Investment Program in Çankırı Province
Taşkın DOĞAN, Bekir CENGİL 1
-
- Impact of agricultural mechanized rainfed scheme expansion and human intervention on natural forests–case study: Upper Nile State, Southern Sudan 7
 - *Yasir Yousif ABDALLA, Othwo Mayik Awet ANONG*
-
- Ağaçların Çap-Boy Modellemesine İlişkin Otokorelasyon Probleminin Giderilmesinde Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleri ile Otoresif Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması
 - Comparing Mixed Effect Nonlinear Regression and Autoregressive Nonlinear Regression Models to Resolve the Problem of Autocorrelation in the Relationships Between Total Tree Height and Diameter at Breast Height
İlker ERCANLI, Doğa EYÜBOĞLU 17
-
- Yapay Sinir Ağ Modelleri ile Ağaçların Hacim Tahminlerinde Transfer Fonksiyonunun ve Nöron Sayısının Etkisi: Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Örneği
 - Effect of Transfer Function and Number of Neuron on Prediction Performance of Tree Volume by Artificial Neural Network Models: A Case Study of Scots Pine Stands in Başçatak (Akdağmadeni) Forests
İlker ERCANLI, Onur KAYA 28
-
- Belgrad Ormanının Toprak Biyolojik Kalite İndeksinin Mikroeklembacaklılar ile Belirlenmesi
 - Determination of Soil Biological Quality Index of Natural and Plantation Forests by Microarthropods
Meriç ÇAKIR 38
-
- Kızılırmak (Çankırı) Domates Ekim Alanlarında Bulunan Böcek Türlerinin Tespiti ile Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]'nın Populasyon Takibi
 - Detection of the Insect Species at the Tomato Fields in Kızılırmak (Çankırı) and Monitoring the Population of the Cotton Bollworm [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]
Esra GÜNGÖR, Ziya ŞİMŞEK 46
-
- Farklı Orijinli Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Tohumlarında Bazı Ön İşlemlerin Çimlenmeye Olan Etkisi
 - Effect of Some Pretreatments of Seeds on Germination of Different Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) Origins
Akif AYRANCI, Muhammed Nuri ÖNER 61
-



Çankırı İli Kırsal Kalkınma Yatırımları Kapsamında Basınçlı Sulama Sistemleri Destek Kredilerinin Değerlendirilmesi¹

T. Doğan², B. Cengil^{3,*}

² Çankırı Şehit Mehmet Ata Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (Tarım Meslek Lisesi), 18000, ÇANKIRI

³ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, 18000, ÇANKIRI

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 27 Aralık 2018

Kabul Tarihi : 3 Mayıs 2019

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:

bcengil@karatekin.edu.tr

¹ Bu makale sorumlu yazarın danışmanlığında Taşkın Doğan tarafından hazırlanan Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

ÖZ

Ülkemizde hükümetin modern sulama yatırımlarına uyguladığı çeşitli destek kredileri sayesinde sektörün genişlemesi ve üreticilerin konuya olan ilgisi artmış, özellikle damla sulama projelerinde ciddi artışlar meydana gelmiştir. Bu çalışmada, Ülkemiz genelinde değişik kurum ve bankaların desteğiyle gerçekleştirilen basınçlı sulama projesinin uygulama sırasında ve uygulandıktan sonraki dönemde görülen değişimlerin ortaya konması amacıyla, Çankırı ili ve çevresi incelenmiştir. Çankırı ilinde faaliyet gösteren ve kredi kullanarak

basınçlı sulama sistemi tesis ettiren toplam 100 çiftçi ve sistemi kullanan uygulayıcı konumdaki teknik personel ve çalışanlar ile anket yapılmıştır. Ankette genel olarak tarımsal destekten yararlanan çiftçilerin kullandıkları kredi süreçleri, proje uygulama ve sistem kurulumu ile proje uygulama sonrasına ilişkin görüşleri alınmıştır. Uygulanan anket formu frekans analizi ile değerlendirilerek elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Sonuçlar, bazı aksaklıklar görülmesine rağmen, çiftçilerin önemli bir kısmının yapılan uygulamadan memnun kaldığını ve yeni sistem sayesinde verim artışı sağladığını göstermektedir. Basınçlı sulama sistemleri için ileride verilecek desteklerde bu çalışmada tespit edilen sonuçların dikkate alınması verilecek desteklerin etkinliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kırsal kalkınma yatırımları, Basınçlı sulama sistemleri, Çankırı.

Assessment of Pressurized Irrigation System Supports by Rural Investment Program in Çankırı Province

ABSTRACT

Government supports to modern irrigation investments, resulted in expansion of the sector and increased growers' interests in the modern irrigation techniques, especially use of drip irrigation has increased substantially. In this study, impact of irrigation projects, supported by different government institutions and banks, on the pressurized irrigation in Çankırı province and its surroundings was evaluated. In this regard, 100 beneficiary farmers were interviewed. In the survey, the farmer's views on the loan processes, project implementation and system installation, and post-project implementation were assessed. The results of the questionnaire were evaluated by frequency analysis and the results were discussed. The results showed that in spite of some drawbacks occurred in the process; majority of the benefiteres favored the supports as their yield considerably increased. The results obtained in this study may be considered in similar supports to be implemented in the future to increase the efficiency of the projects.

Keywords: Rural development investments, Pressurized irrigation systems, Çankırı.

Bu makaleye atf:

Doğan, T., Cengil, B., 2019. Çankırı İli Kırsal Kalkınma Yatırımları Kapsamında Basınçlı Sulama Sistemleri Destek Kredilerinin Değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 5(1): 1-6.

1. Giriş

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde oluşan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir büyük iklim bölgesinde yer almaktadır. Üç yanı denizlerle çevrili ve ortalama yüksekliği yaklaşık 1100 m olan Türkiye'de, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenmesi beklenmektedir ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından riskli ülkeler arasındadır (Türkeş, 1994).

Ayrıca iklim değişikliği, Türkiye'nin özellikle çölleşme tehdidi altındaki yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde), su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabilir (Türkeş, 1998). Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi kurak ve yarı-kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgeleri daha fazla etkilenmesi beklenmektedir. Muhtemel iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır (Öztürk, 2002).

Dünyada nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı tarımsal ürün taleplerini de arttırmaktadır. 2025 yılında dünya nüfusunun 2000 yılına göre %35 oranında artarak 8.3 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizde de artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretimin ve tarımsal üretimde verimliliğin artırılması gerekmektedir. Üretimi ve verimliliği artırmanın en etkin yollarından biri, birim alandan alınan verimin artırılmasıdır. Bu da tarımda yeni teknolojilerin kullanılması ve sulanan alanların artırılması ile mümkündür (Çakmak ve Aküzüm, 2006).

Ülkemizde coğrafi bölgelerdeki iklim farklılıkları nedeniyle su kaynaklarımızı oluşturan yağışlar, ülke yüzeyinde eşit dağılmadığı gibi, mevsimlere göre de önemli farklılıklar göstermektedir (Ceylan, 2005). Türkiye'nin önemli bir kısmında yıllık toplam yağış 600 mm'nin altındadır. Ayrıca yağışın, yıl içerisindeki dağılımı da dikkate alındığında, bitkilerin vejetasyon dönemi içerisinde su ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmadığı görülmektedir. Bu bölgelerde bitkilerin gelişimi için gerekli olan suyun sulama ile karşılanması verimin önemli oranda artırılmasını sağlayacaktır. Sulamadan beklenen yararın sağlanması su uygulama randımanının artırılması, su uygulama randımanlarının artırılması ise şartlara uygun olarak seçilmiş sulama yöntemi ve tekniğe uygun olarak projelendirilmiş sulama

sistemlerinin kullanımı ile mümkündür. Sulamada, özellikle son yıllarda geliştirilen yeni uygulamalarla önemli düzeyde ilerlemeler kaydedilmiştir. Özellikle plastik endüstrisinde meydana gelen gelişmeler, su ve enerjiden tasarruf sağlayan, daha ekonomik ve daha etkin bir sulamayı gerçekleştiren yeni sulama tekniklerinin geliştirilmesine yardımcı olmuştur (Çakmak vd., 2005).

Yüzey sulama yöntemlerinde, derine sızma, gereğinden fazla su uygulanması gibi nedenlerle hem fazla su sarfiyatı olmakta, hem de yüksek taban suyu nedeniyle tuzluluk sorunları oluşmaktadır. Buna karşılık basınçlı sulama yöntemlerinde yüksek sulama randımanı sayesinde su tasarrufu sağlanmakta ve fazla suyun toprakta yaratacağı olumsuz etkiler engellenmektedir. Son yıllarda sağlanan çeşitli teşviklerle ülkemizde basınçlı sulama sistemlerinin uygulandığı sulama alanları artmaktadır.

Basınçlı sulama yöntemlerinin en önemli ve belki de tek dezavantajı, ilk tesis masraflarının yüksek olması ve sulama sezonu boyunca sürekli enerji kullanılmasıdır. Damla ve ağaçaltı mikro yağmurlama sulama yöntemleri söz konusu olduğunda ilk tesis masrafları daha da yüksektir. Ancak bu yöntemlerde, bitkide verim azalmasına neden olabilecek topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan gerilim yaratmaksızın sulama yapmak ve bitki besin maddelerini sulama suyu ile birlikte bitkinin istediği zamanda ve miktarda etkin bir biçimde uygulamak mümkündür. Sulama suyu, sık aralıklarla ve her defasında az miktarlarda verilir. Alanın tamamı yerine yalnızca kök sisteminin geliştiği ortam ıslatılır. Dolayısı ile birim alana sulama suyu ihtiyacı oldukça azdır. Özellikle, kısıtlı su kaynağı ve topraktaki nem eksikliğine duyarlı pazar değeri yüksek ürün yetiştiriciliğinde, yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerine oranla, damla ya da ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemi daha ekonomik olabilmektedir (Yıldırım, 1993).

Kırsal kalkınma ve tarımsal altyapı yatırımları kapsamında üreticilerimize sulama konusunda sağlanan teşvik kredilerinin daha çok basınçlı sulama sistemlerinde kullanıldığı görülmektedir. Sulama, kırsal kalkınmanın itici gücüdür. Her sulama projesi aynı zamanda bir kırsal kalkınma projesidir. Sulama imkanlarının gelmesi ile araziler her yıl ekilebilmekte, ürün çeşitliliği artmakta, verim 2-5 kat artarken, tarıma dayalı sanayi gelişme imkanı bulmaktadır. Dolayısıyla su kaynağı sorunu yaşanan alanlardaki rehabilitasyona ihtiyaç duyulan sulama tesislerinin modernizasyonu, sulamada tasarruf sağlayacak ve toprağı koruyacak yağmurlama ve damla sulama gibi modern sulama sistemlerine verilen desteklemeler önemlidir (Anonim, 2018).

Ülkemizde kısıtlı olan tatlı su kaynaklarımızın en büyük kullanıcısı durumundaki tarım sektöründe tarımsal sulama etkinliğinin ve verimliliğinin artırılmasını sağlayan doğru projelendirilmiş basınçlı sulama teknolojilerinin uygulanması, tarımsal üretimimizin daha istikrarlı ve sürdürülebilir olması için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada; doğal kaynakların korunarak kırsal alanda gelir düzeyinin artırılması, basınçlı sulama sistemlerinin geliştirilmesi, yürütülmekte olan kırsal kalkınma desteklerinin tanıtılması ve gerekliliğinin ortaya konulması ile etkinliklerinin artırılmasına yönelik Çankırı' da kırsal kalkınma yatırımları kapsamında çeşitli kurum ve kuruluşlar aracılığıyla kredi desteği sağlanan basınçlı sulama sistemleri değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

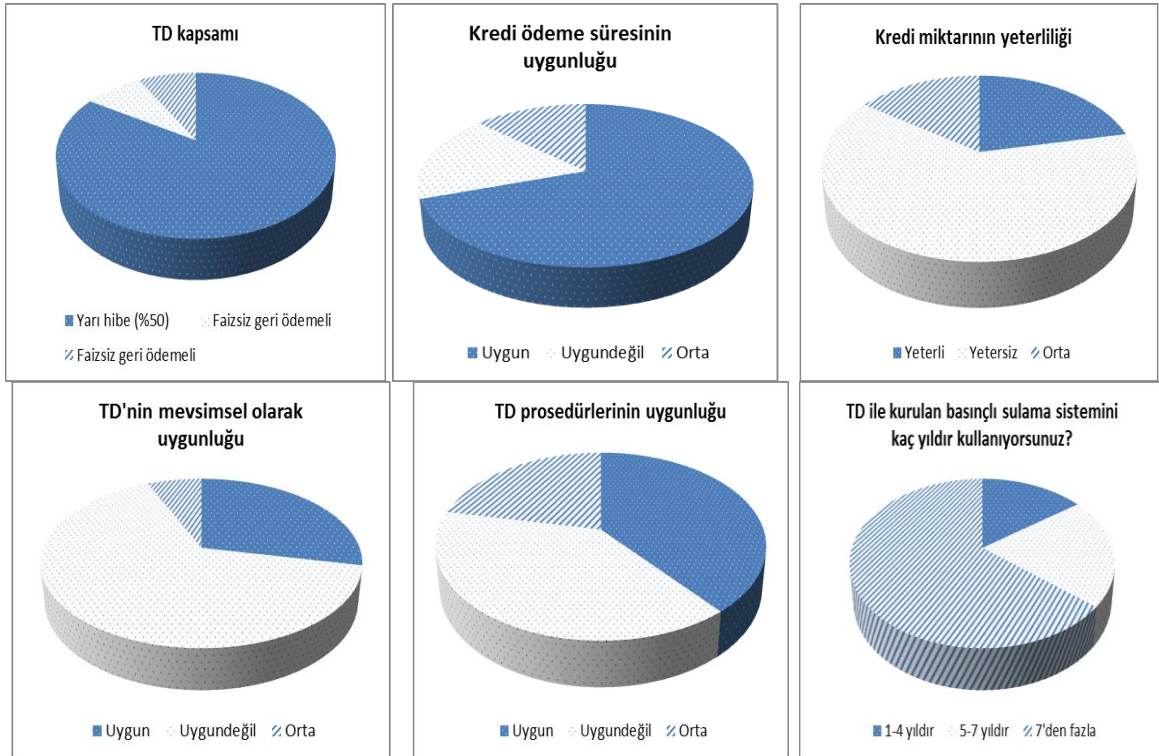
Bu çalışma Çankırı ilinde 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Çankırı, Orta Anadolu'nun kuzeyinde, Kızılırmak ile Batı Karadeniz ana havzaları arasında, 40° 30' ve 41° kuzey enlemleri ile 32° 30' ve 34° doğu boylamları arasında yer almaktadır (Anonim, 2017). Çalışmaya ait veriler Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğünden temin edilmiştir. Ayrıca, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Çankırı İl Koordinatörlüğü ve Bölgesel kalkınma ajansları aracılığıyla kredi alarak basınçlı sulama sistemi tesis ettiren çiftçiler ve

uygulayıcı konumdaki teknik eleman ve çalışanlardan ulaşılabilen 100 kişi ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Ankette, genel olarak çiftçilerin basınçlı sulama sistemlerine kurumların verdiği kredi desteklerinin yeterliliği ve prosedürleri ile basınçlı sulama sisteminin projelendirme ve uygulama sürecine yönelik sorular sorulmuştur. Uygulanan anket formu frekans analizi yapılarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında yapılan ankete katılan çiftçilerden 51 kişi ilköğretim mezunu, 22 kişi ortaokul mezunu, 18 kişi lise mezunu ve 9 kişi üniversite mezunudur, yine ankete katılanlardan proje sahibi %42 ve proje kapsamında işçi ya da çalışanların oranı ise %58 olarak dağılım göstermiştir. Çiftçilerin tarımsal desteği aldıkları kurum; TKDK (Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu) %7, Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü %81, Tarım Kredi Kooperatifleri %2, Esnaf ve Sanatkarlar Odası %2 ve Ziraat Bankası %8 olarak gerçekleşmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan ankete katılan çiftçilerin basınçlı sulama sistemi için kullandıkları tarımsal destek kredisinin süreçleri ile ilgili görüşleri Şekil 1'de verilmiştir.



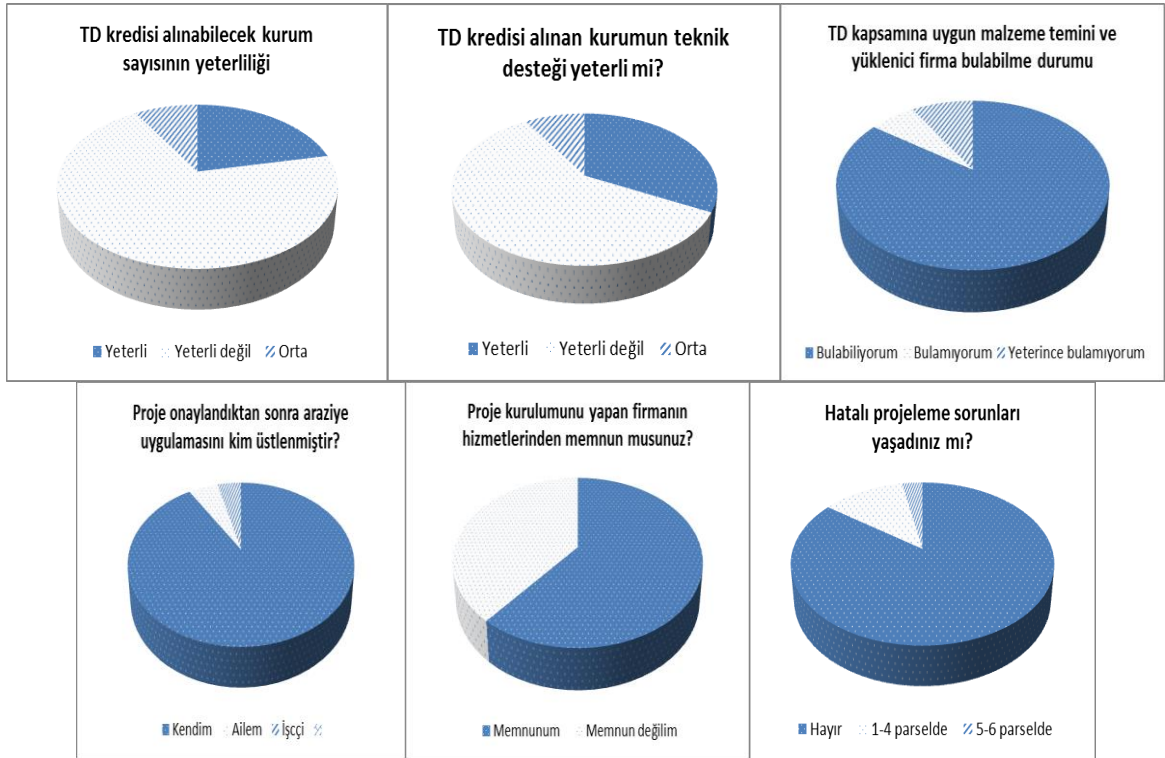
TD: Tarımsal destek

Şekil 1. Çiftçilerin tarımsal destek kredisi kullanma süreçleri ile ilgili görüşleri

Ankete katılan çiftçilerin %84'ü yarı hibe, %8'i faizsiz geri ödemeli ve yine aynı oranda faizli geri ödemeli olarak kredi kullandıkları, kredi geri ödemelerin süresini uygun bulanlar %69.6, uygun bulmayanlar %17.4 ve orta derecede uygun bulanlar %13 olarak tespit edilmiştir. Basınçlı sulama amaçlı tarımsal destek kredisi kullanan çiftçilerin kredi kullandıkları kurum ya da bankanın proje süreci ve mevsimsel olarak kredi zamanlarını uygun bulanlar %28.3, uygun bulmayanlar %65.2 ve orta derecede uygun bulanlar %6.5; kullandırılan kredi miktarının yetersiz bulanlar %63.1, yeterli bulanlar %21.7 ve orta derecede yeterli bulanlar %15.2 olarak tespit edilmiştir. Ankete katılan çiftçiler kredi kullandıkları

kurum ya da bankanın destekleme kredisi prosedürlerini %39.1 oranında uygun bulurken aynı oranda uygun bulmayanlar ve %21.8 oranında da orta derecede uygun bulanlar şeklinde gerçekleşmiştir. Tarımsal destek kredisi kullanarak basınçlı sulama sistemi tesis eden çiftçilerin %15'i 1-4 yıl, %21'i 5-7 yıl ve %64'ü 7 yıldan fazla bu sistemi kullandıkları belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan ankete katılan çiftçilerin basınçlı sulama sistemi için kullandıkları tarımsal destek kredisi sağlayan kurum/kuruluşlar ve proje süreçleri ile ilgili görüşleri Şekil 2'de verilmiştir.



TD: Tarımsal destek

Şekil 2. Çiftçilerin tarımsal destek kredisi sağlayan kurum/kuruluşlar ve proje süreçleri ile ilgili görüşleri

Ankete katılan çiftçilerden basınçlı sulama sistemi tesisi için tarımsal destek kredisi kullandırabilecek kurum sayısını yeterli bulanlar %21.7, yeterli bulmayanlar %69.6 ve orta derecede yeterli bulanlar ise %8.7 olarak belirlenmiştir. Tarımsal destek kredisi kullanan çiftçilerin %58.7'si kredi alınan kurum/kuruluşun teknik desteğini yeterli bulmadığı, %32.6'sı yeterli bulduğu, %8.7'sinin de orta derecede yeterli bulduğu, çiftçilerin destek kredileri onaylandıktan sonra, %84.8'inin projeye uygun malzeme temini ve yüklenici firma bulabilme sorunu yaşamadıkları, %6.5'inin sorun yaşadıkları ve %8.7'sinin de orta derecede sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Ankete katılan çiftçilerin projeleri onaylandıktan sonra sulama sisteminin araziye uygulanmasını %91

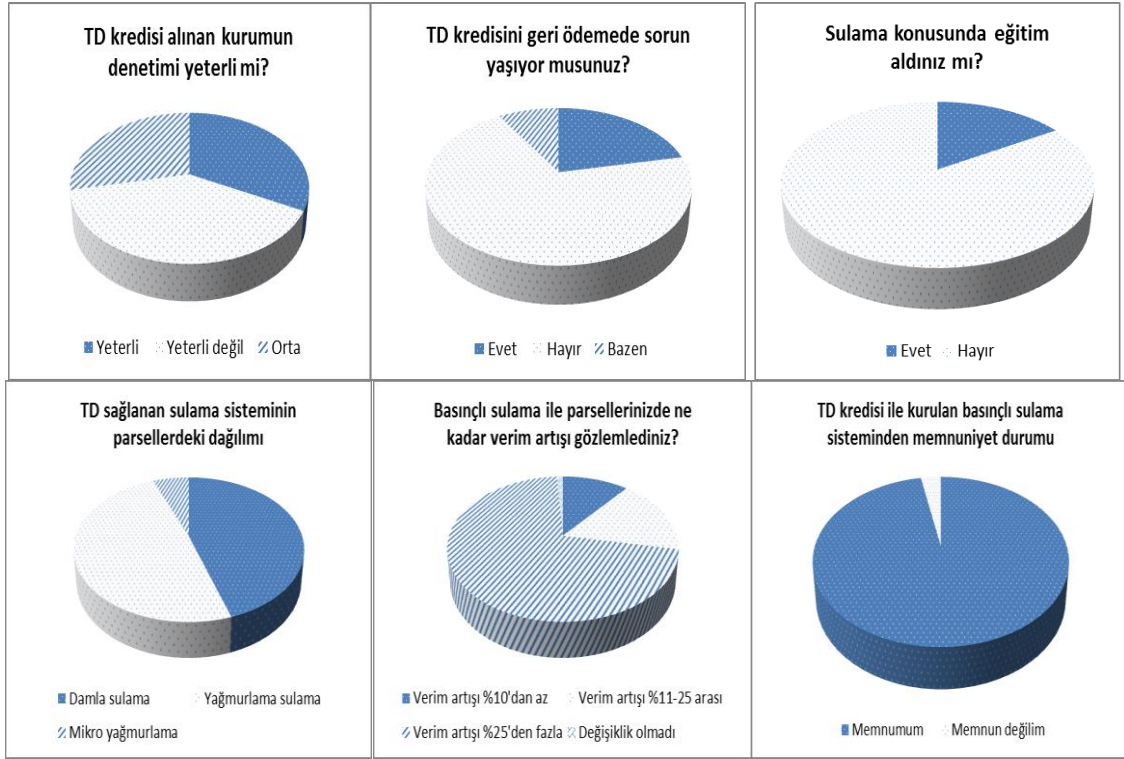
oranında kendileri, %5 oranında aile ile birlikte, %4 oranında ise işçi ve yüklenici firma aracılığı ile yaptıkları, çiftçilerin %61'inin proje yapan firmaların hizmetlerinden memnun olduğu, %39'unun memnun olmadığı görülmektedir. Çiftçilerin %15'inin sisteminin araziye hatalı uygulaması sonrasında değişiklik yaptıkları, %85'inin de hatalı uygulama sonrasında herhangi bir değişiklik yapmadıkları belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında tarımsal destekten yaralanan çiftçilerin basınçlı sulama sisteminin araziye uygulanması ve sonrasına ilişkin görüşleri Şekil 3'de verilmiştir.

Ankete katılan çiftçilerden 6 kişi mikro yağmurlama sulama sistemi, 45 kişi damla sulama sistemi, 49 kişi de yağmurlama sulama sistemi için

tarımsal destek kredisi kullanmışlardır. Çiftçilerin %39.1'i kredi alınan kurum/kuruluşun projenin uygulanması sonrasında denetimi yeterli bulmadığı, %32.6'sı yeterli bulduğu, %28.3'ünün de orta derecede yeterli bulduğu, çiftçilerin destek

kredilerini geri ödeme sırasında %69.6'sının sorun yaşamadıkları, %21.7'sinin sorun yaşadıkları ve %8.7'sinin de orta derecede sorun yaşadıkları tespit edilmiştir.



TD: Tarımsal destek

Şekil 3. Çiftçilerin sistem kurulumu ve proje uygulama sonrasına ilişkin görüşleri

Araştırma kapsamında çiftçilerin %84'ünün basınçlı sulama sistemleri ile ilgili herhangi bir eğitim almadıkları, %16'sının eğitim aldıkları, arazilerinde basınçlı sulama sistemine geçilmesiyle verim artışı sağladığını ifade edenlerin oranı ise %99 olarak belirlenmiştir. Çiftçilerin; %1'i verim artışında herhangi bir değişiklik olmadığını ifade ederken %11'i verim artışı % 10'dan az, %17'si verim artışı % 11-25 arasında, %71'i de %25'in üzerinde verim artışı sağladıklarını, kurulan yeni basınçlı sulama sisteminden %97'sinin memnun olduğu tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Ülkemizde mevcut kullanılan su kaynaklarından en fazla payı alan tarım sektöründe su kullanımı açısından en büyük sorun sulama yönetimi konusunda yaşanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan yüzey sulama yöntemlerinde aşırı su kullanımı ile birlikte toprakta tuzluluk ve drenaj sorunları gibi bazı olumsuzlukların yanında zamanında yapılmayan sulamaların da verim kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Yüzey sulamadan basınçlı sulamaya geçişle verim artışı sağlamanın yanında su

tasarrufu sağlandığı da bilinmektedir. Bu bağlamda doğal kaynaklar ve çevrenin korunması da dikkate alınarak, kırsal alanda çiftçilerin gelir düzeyinin artırılması, alternatif gelir kaynaklarının oluşturulması için basınçlı sulama sistemlerinin geliştirilmesi, yürütülmekte olan kırsal kalkınma desteklerinin gerekliliği üzerinde durularak tanıtılmasının gerekmektedir.

Bu çalışmada; Çankırı' da kırsal kalkınma yatırımları kapsamında çeşitli kurum ve kuruluşlar aracılığıyla kredi desteği sağlanan basınçlı sulama sistemleri değerlendirilmiştir. Çiftçilerin basınçlı sulama sistemi tesisi amacıyla kullanılan kredileri genellikle %50 hibe desteği şeklinde kullandıkları, geri ödeme sürelerini uygun buldukları ancak miktarının yetersiz olduğu, mevsimsel olarak zamanlama ve prosedürler ile ilgili sorunlar yaşadıkları görülmektedir. Ayrıca çiftçilerin tarımsal destek kredisi kullanılan kurum sayısını yetersiz buldukları, mevcut kurumların kredi desteği dışında eğitim ve teknik destek hizmeti vermedikleri, projeler onaylandıktan sonra çiftçilerin sistemi araziye uygulanmasını aileleri ile birlikte kendilerinin yaptıkları ve hatalı projelendirme sorunları yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu durumda özellikle

parsellerde hatalı tesis edilen sulama sistemine ilişkin çiftçilerin herhangi bir değişikliğe gitmedikleri, kurumların da izleme ve denetim yapmadıkları görülmektedir.

Sonuç olarak; basınçlı sulama sistemlerinin yararlı olduğu, üreticilerin tamamına yakın bir çoğunluğu tarafından (%97) kabul görmeye birlikte; yeni açılan baraj ve göletlerle sulanabilir tarım arazilerinin tamamına yakını sulamaya açılacak olan Çankırı'da uygulamada karşılaşılan sorunların çözümüne katkı sağlaması açısından araştırmada belirlenen eksikliklerin giderilmesinde yarar görülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2017. Çankırı İli 2016 Çevre Durum Raporu. Çankırı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Cankiri_icdr2016.pdf) (Erişim Tarihi:04.09.2018)
- Anonim, 2018. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2013-2017 Stratejik Plan, www.tarim.gov.tr/SGB/Belgeler/Stratejik%20Plan%202013-2017.pdf. (Erişim Tarihi:04.09.2018).

Ceylan, A., 2005. Kuraklık Yönetim Planı. İklim Değişikliğinin Su ve Enerji Kaynaklarına Etkisi; s.84-94, İstanbul.

Çakmak, B., Aküzüm, T., Çiftçi N., Zaimoğlu, Z., Acar, B., Şahin, M., Gökalp, Z., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi. Ziraat Mühendisleri Odası Yayını, s.194-211. Ankara.

Çakmak, B., Aküzüm, T., 2006. Türkiye'de Tarımda Su Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB Su Politikaları Kongresi, 21-23 Mart 2006, Kongre Bildiriler Kitabı 2.Cilt; s349-360, Ankara.

Öztürk, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi. Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1):47-65, Ankara.

Türkeş, M., 1994. Artan Sera Etkisinin Türkiye Üzerindeki Etkileri, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321, 71, Ankara.

Türkeş, M., 1998. İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye'de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar. DMI/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Yıldırım, O., 1993. Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayınları No:1281, 214 s., Ankara.



Impact of Agricultural Mechanized Rainfed Scheme Expansion and Human Intervention on Natural Forests–Case Study: Upper Nile State, Southern Sudan

Y. Y. Abdalla^{1,*}, O. M. A. Anong²

¹ Collage of Forestry and Range Science, Sudan University of Science and Tehnology, SUDAN

² Collage of Forestry and Range Science, Upper Nile State, South SUDAN

ARTICLE INFO

Received: March 16, 2018

Accepted: July 22, 2019

*Corresponding author:

yasirabdalla73@hotmail.com

ABSTRACT

This study was carried in northern Upper Nile State. The main objective was to study the impact of Agricultural Mechanized Rainfed Scheme Expansion on Natural Forests and human intervention affecting natural forests in the area; it was focused on vegetation cover,

distribution and density. According to the differences in woody cover, which include quantity, type, density and the differences of the factors affecting them, the area was subdivided into five strata, for ease of study: First stratum includes the areas of agriculture schemes, (Goz Rom, Goz Fami and ElDola schemes); second stratum includes around the villages, (El Gagier, Renk, Shomidi, Gelhak, Palouge and Melut); third stratum comprises charcoal and gum production areas (around Gelhak); fourth stratum comprises Manpyok area in southeast Gelhak; and fifth stratum comprises Palouge and Adar Yale area. The method of simple randomized sampling of vegetation cover was specifically directed to the wood strata. A 100 x 100-m quadrat was laid at random on selected sites. Also, a questionnaire was prepared for data collection and the main target groups were foresters and those who are related to natural forests, such as charcoal makers, fuel wood cutters, nomads, gum producers, farmers, wildlife officers, and stockholders; 72 respondents were interviewed. There were expansion of mechanized rainfed schemes, traditional rainfed (shifting and monocropping), overgrazing (cutting, lobbing and bending) of *Acacia seyal*, illegal cutting of *Acacia seyal* and other species for firewood and charcoal production, overtapping in traditional ways, setting uncontrolled fires in the natural. Also, the study found that there were changes in vegetation cover and tree species. *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca* and *Acacia senegal* disappeared in many areas. They have been replaced by *Acacia mellifera*, which become a dominant species in the study area. The results recommended that to mitigate the impact of these factors and utilize natural forests in a sustainable way, the integration and coordination between sectors should be achieved for better planning, implementing, and evaluating the resources.

Key words: Gelhak, Mechanized rainfed, Natural forests, Renk.

1. Introduction

Forests have an important multifunctional role for society, many people derive their income from various combination of the three form of land use, agriculture, grazing and forest exploitation, but the traditional pattern of land use have been profoundly changed by population growth. They also have a major value for nature conservation and play an important role in preserving the environment (Joseph, 1948). Before separation of South Sudan, 1500 forest trees and shrubs species, subspecies and

varieties are recorded in the country. Of these, over 100 species are exotic, some of which are considered as naturalized. Acacias are the most widespread forest species that comprise more than two thirds of the forest flora. The separation of South Sudan in 2011 has major effect on the forest cover and diversity in Sudan as South Sudan is the richest in forest biodiversity. At present, 62% of the Sudan is desert and semi-desert and 88.1% is classified as drylands. During the last 110 years, the forest cover declined from about 40% to 10% and the tree cover in the humid and sub humid areas also declined from

Cite this article:

Abdalla, Y.Y., Anong, O.M.A., 2019. Impact of Agricultural Mechanized Rainfed Scheme Expansion and Human Intervention on Natural Forests–Case Study: Upper Nile State, Southern Sudan. *Anatolian Journal of Forest Research* 5(1): 7-16.

29.3% to 7.6% during the same period. In addition, the rate of afforestation and reforestation in Sudan is far behind the rate of tree felling, 105000 vs 545414 ha (1,301,970 feddans, 1 feddan = 0.42 ha), (HCENR, 2014). Forest plays an important role for human well-being in many aspects and its multiple uses include non-wood forest products, recreation, soil and watershed protection, hunting, biological conservation and other goods and services. The Natural forests areas have been altered irrevocably by human intervention such as agriculture, grazing, commercial fuel wood harvesting and charcoal-making. The forests make up one of the earth's greatest reservoirs of renewable natural resources. If they are managed properly; they can provide essential products indefinitely and at the same time they can remain a home for wildlife and vital sources of water supplies.

As human population increases, the demand for forest resources will also increase. The challenge to forest managers is to provide a supply of forest resources that meet these projected demands and to increasingly implement the multiple-use concept on lands not restricted to a dominant or single use (FAO, 1993). Wood is the main source of energy used by individual in dry tropical zones as it accounts, in most cases, to over 85% of their energy sources. Population growth has thrown the ecosystems into turmoil. Burning charcoal, gathering fuel wood, rainfed agriculture expansion, over grazing, bush fires, over tapping and extraction of other forest products such as honey and bush meat from natural forest have intensified around large towns and villages, however, it is becoming increasingly difficult to acquire forest products, particularly around large towns and villages, and therefore, it has to be sought further away (Madon, 1999).

Modern rainfed agriculture of using tractors and disc harrows and sometimes mechanical harvesters is found in this semi-arid part of the clay plain. The drastic impacts of clearance of woodlands for field crop production, overexploitation of natural woodlands for charcoal and fire wood production, rangelands degradation due to increase of livestock population within the area, were the main reasons for the choice of selecting the study area. Understanding of deforestation and its impacts on plants composition, density, tree cover and its influences on micro-climate (rain, temperature, relative humidity, radiation and wind), field crop yields and woodlands productivity is essential. In the tropical forests of the world, the clearing of land for agriculture and livestock are the primary activities resulting in deforestation (Anderson, 1990).

The cutting of woods by pastoralists and cultivation are also major causes of deforestation in Sudan. Vegetation is harvested for feed, to build homes and enclosures for animals and for fuel. In the absence of the forests, the micro-climate is invariably more arid and the dry season more accelerated with a probable reduction in the total rainfall. Overgrazing occurred in Sudan for centuries, but it is assumed a wide scale and acute intensity only during the past few decades (Khairalseed, 2015). The natural forests in Northern Upper Nile state were subjected to heavy damage and these are the same factors affecting them: intensive charcoal production and gathering of fuel wood, petroleum mining and construction activities (roads, pipe line, wells etc.), agricultural rainfed schemes expansion, over grazing, fire setting, and over tapping.

Rainfed agriculture started in 1952 as slash and burn on small scales around the villages, from 1952 to 1969, Umm Dolieb agriculture scheme was established as the first mechanized rainfed schemes, it was an experimental scheme owned and administrated by the government with cooperation of local people (Ajawin, 2006).

From 1960 to 1970, private sector agriculture schemes started when more than 50400 ha (120,000 feddans) were demarcated and distributed to some pioneer farmers who administered the schemes. In 1970 Renk Mechanized Farming Corporation and El Doula Schemes was established as a branch administration of Mechanized Farming General Corporation, which was under umbrella of the rainfed agriculture administration in Sudan. Between 1960 and 1970, the productivity of agricultural rainfed crops extended into undemarcated surveyed lands. Currently there are 10 schemes in Eastern area namely, Goz Rom, Goz Rom extension, Akon, Umm Dullwis, Ataham, south Shomidi, El Dola and East Umm Dullwis. More than 1416666 ha forest lands were cleared without replanted, presently a total of 655293 ha are under cultivation, (MFC El Renk, 2007). There is no crop rotation and fertilizers applied, also there is no shelterbelt and windbreak around schemes. The area is completely clear felled particularly northward, which lead to land degradation, reduction in crop yield and declining of some trees species in the area (Adam, 2007).

The objectives of this study are to: 1) assess the impact of mechanized agricultural rainfed scheme expansion on natural forests, 2) study the cumulative effects of multiple human activities on ecosystem function, and 3) evaluate the extend and side effect of these impacts on the natives and ecosystems.

1.1 Forest in South Sudan

In South Sudan, forests and woodlands cover approximately 29% of the total land area and comprise mainly of tropical forests of mahogany and teaks in the south and acacia woodlands in the north (Omoro, 2012).

Upper Nile State have up to sixteen forest reserves totaling to 22518 ha as economic activity expands in many areas as a result of clamp in security situation, these forest resources are under threat of being inefficiently managed and exploited, **threats include**; expansion of agricultural schemes areas, most of which livelihood depend on commercial **forest** exploitation (Mohamed, 2016), and **demand for construction materials, fuel wood and charcoal**. Biodiversity had decreased due to these human activities, both in terms of vegetation and wildlife in turn lead to transformation of an area from forest to terrain with little vegetation (Hamel, 2019). Degradation of soil quality was a threat also to farmers because of erosion, and possible soil compaction caused by mechanized farming.

Forestry activities are still dominated by exploitive utilization under low management intensity combined with no annual work plans. The commercial selling and domestic utilizing of forest products are now the last resort of income for many local households when agricultural and livestock income-generating opportunities are declining. The damaging forest income-generating activities include charcoal burning, firewood collection, wrongly conducted gum Arabic tapping and collection, fodder, hunting, pod collection, and collection of leaves and fruits.

Table 1 explains the number of sacks of charcoal produced and transported outside the area, 1997-2006. The charcoal production within this period was very intensive due to return of the native to the area after war. This policy played a negative role as environmental element. Furthermore, traditional charcoal burners are not aware of the impact of their activities on the natural environment; they cut trees in traditional ways, which prevent trees to regenerate or recopied. Also, there is shortage of trained staff to manage the resources sustainably. There is also a

lack of means of transportation and supervision of vehicles.

Table 1. The number of sacks of charcoal (50-70 kg) produced and transported outside the area, 1997-2006.

Year	Number of charcoal/sacks
1997-1998	398,175
1998-1999	186,474
1999-2000	298,114
2000-2001	254,246
2001-2002	120,687
2002-2003	No records
2003-2004	302,600
2004-2005	725,250
2005-2006	4,235

2. Materials and Methods

2.1. Study Area

The study was conducted at Northern Upper Nile State at Southern Sudan, which covers a total area of 648051 km² about one quarter of Sudan's total area. It lies between latitudes 3° 5' N and 12°45' N and longitudes 23° 5' and 36' E. It is a large basin, gently sloping down northwards, through which the Nile flows from Uganda (Odara et al., 2004). The Northern Upper Nile State area lies between latitude 10°27' N and 12°45' N and longitude 28° 5' and 35° E at an elevation of 380 m above the sea level. Its area is approximately 165078883 ha. It borders Blue Nile to the northeast, southern Kordofan to the west and northwest, and the White Nile state to the North. Generally, the area extends from the Joda (Wanthaw and Kuak) in the north to Melut and Kaka in the south (Garang, 1991). Northern Upper Nile State area situated in the semi-arid zone of the Sudan with two distinct seasons: rainy season (wet) May-October and dry season November-April. The area varies in temperature, relative humidity, rainfall and solar radiation due to season (dry or humid) and wind directions. Winds prevail from different directions at different times of the year. The northeast or northerly and northwest trade winds of moderate velocity prevail during winter, whereas the south and southeast winds prevail during fall.

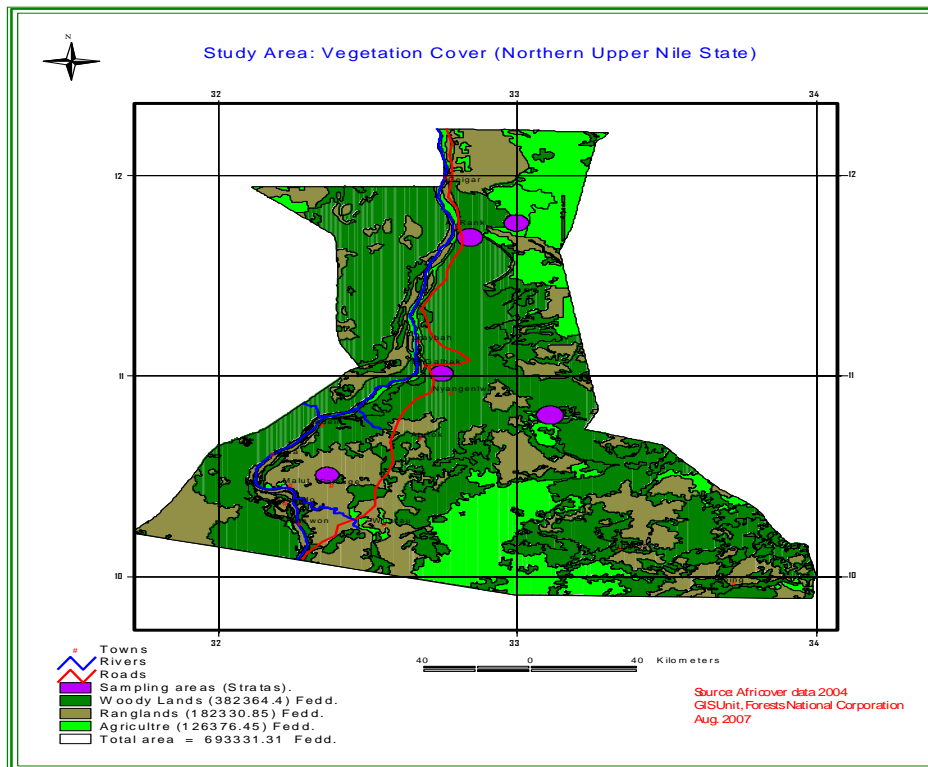


Figure 1. Vegetation cover in the study area

2.2. Methods

2.2.1. Measurements

The method of simple randomized sampling of vegetation cover was specifically directed to the wood strata. 100 x 100 m quadrates were laid at random on selected sites. The total area was divided into five strata according to vegetation cover and factors affecting the natural forests, see Figure 1. These strata are:

- Northern area, which includes areas of mechanized agricultural rainfed schemes (North East Renk town).
- Around villages strata.
- Area of charcoal, fuel wood, gum tapping, grazing animals (Gelhak).
- Undisturbed area. Manapyok.
- Petroleum wells area (Palouge and Adar Yale).

Forty 100x100-m quadrates were used in four strata, 10 quadrates, each to present the vegetation cover in each area. Tables 1, 2, and 8 illustrate sample of data collected in the 100 x 100-m quadrates.

2.2.2. Questionnaire

A questionnaire was prepared for data collection. The main target groups were foresters and those who are related to natural forests, such as charcoal makers, fuel wood cutters, nomads, gum producers, farmers, wildlife officers and stockholders. These sectors usually use forest and rangeland for cutting trees for many purposes, such as charcoal and fuel wood, cultivation, grazing, lobbing, and bending trees for domestic animals. And the questionnaire was aim to answer the following questions.

- What is the most useful species in the area?
- What were the conditions of natural forest in the last thirty years?
- What is the condition of natural forest at the present?
- What are the causes of natural forest degradation?

A total of 72 respondents were interviewed, representing (0.15%) of the entire estimated population of Northern Upper Nile State (Renk, Gelhak) ($72/49.000 \times 100 = 0.15\%$), 72 = respondents, 49.000 = population.

The questionnaire forms were used for the impacts of some factors affecting natural forests and

socio-economic assessment amongst the professional staff from forestry, agriculture, wildlife, veterinary department, and the forest dealers. The Potential respondents were as follows:

- Natural resources managers and local administrators (44%), which include foresters, wildlife officers, agriculturists, and the local government officials.
- Forest products makers (50%), which includes charcoal burners, gum producers, fuel wood gathers and other forest products dealers.
- Farmers and nomads (6%), which includes traditional farmers. semi and mechanize farmers and nomads.

2.2.3. Interviewees

Interviews were carried out by the staff of natural resources departments of forestry, agriculture, wildlife, veterinary, and fishery.

2.2.4. Observations

Observations were obtained during field visits, which were carried out between May and June.

2.2.5. Literatures

Secondary data were obtained from archives, Internet, and report of the previous study. These secondary data were used as a source for comparing the changes in vegetation covers.

2.2.6. Data Analysis

The data were analyzed with statistical package of social sciences (SPSS) software, the analysis of data were on land vegetation cover, main factors affecting natural forest, cropped areas and their

yield. The statistics obtained were used for finding extent of degradation, the statistic of normalization data, descriptive data, charts, graphs were drawn using the same statistical software. Also, frequency and percentage of variable was calculated.

3. Results and Discussions

3.1. The Impact of Rainfed Agriculture on Natural Forest

Measurements and field observations revealed that there were environmental problems in the area, because the large areas of woodlands were clear-cut for agricultural crop production and selective cutting of trees for charcoal burning, and fodder looping for domestic animals, there is no protection of reserve areas from outside aggression. Accelerated population increase in agricultural areas combined with appropriate farming systems impacted the ecosystem. The pastoral land was converted to agricultural scheme, these results agreed with (Madon.1999). Some of the native trees and wildlife species disappeared from the area, especially around the towns like Renk. The dominant species in this stratum is *Acacia mellifera* made up to 66%, associated with other species in and around water courses. *Acacia seyal*, which found in this stratum are in small sizes and wild fruits species such *Balanites aegyptiaca* disappeared in the area. In general, there was a change in vegetation cover (Table 2 and Figure 3). Therefore, agricultural scheme now are completely clear-cut and all the tree cover removed especially in the northern parts of the area. The remaining tree species are found in small patches around water courses and lowlands, which are not suitable for agriculture schemes. These species are dominated by *Acacia mellifera* (40%)(Table 2 and Figure 2).

Table 2. Number of trees and shrubs of 100x100 m Quadrata agricultural schemes areas, Doula and southern Atahm

Species	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total	%
<i>Acacia seyal</i> var. <i>seyal</i>	1	0	2	0	0	20	8	19	23	26	97	14
<i>Acacia senegal</i>	0	0	0	0	0	6	3	8	5	3	25	3.6
<i>Acacia mellifera</i>	7	3	0	0	0	56	84	97	11	15	273	40
<i>Acacia nilotica</i>	1	0	0	1	0	27	17	21	0	0	67	9.7
<i>Anogesissus leocarpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	13	1.9
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0	0	0	0	0	18	23	27	17	9	94	14
<i>Combretum glutinosm</i>	0	0	0	0	0	0	11	7	10	9	37	5.4
<i>Ziziphus spina-christi</i>	0	0	0	0	0	3	11	15	0	5	34	4.9
<i>Grewia tenax</i>	0	0	0	4	0	11	5	4	0	0	24	3.5
<i>Cordia sinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	7	11	23	3.3
<i>Tamarindos indica</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	0.4
Total	9	3	2	5	0	141	162	205	76	89	690	100

Q1-Q10=quadrata 100 x 100 m for trees and shrubs measurement

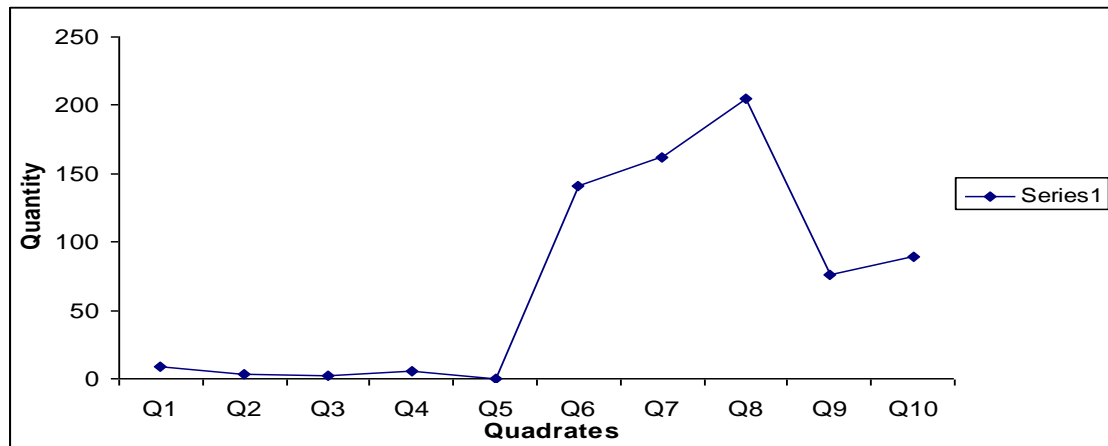


Figure 2. Amount of trees and shrubs in 10 Quadrates of Agricultural Area

The horizontal expansion of mechanized farming exhausts the soil very rapidly, particularly in the areas where tree cover were clear-cut (Adam. 2015). Such as EL Dola and Goz Rom, where the land is depleted within 3-4 years by this large scale of monocropping and shifting cultivation, so the yields of sorghum, sesame and millet decreased in degraded land (1-3 sacks instead of 6-8 sacks per feddan (0.42 ha)). This reduction in production led the farmers to move southwards. The respondents answered that the mechanized rainfed agriculture was the second cause of natural forests degradation in the area, but in the northern parts of the area mechanized rainfed agriculture was the main cause of degradation followed by illegal cutting for charcoal burning. The expansion in mechanized farming had been changed in acquiring of land. This agreed with Anderson (1990) who stated that the clearing of land for agriculture and livestock are the primary activities resulting in deforestation. The number of trees is decreasing in northern quadrates (agriculture schemes areas) and petroleum mining influenced areas, and is increasing in southern parts (utilized areas).

3.2. Impacts of Illegal Cutting on Natural Forests

Charcoal burning and firewood business have become a dominant commercial activity in the study area, because these commodities have currently fetches high prices locally and outside States, especially in the Northern States such as Khartoum and Gezeira. This led to the attraction of traditional charcoal burners from other states such as Darfur into this area for charcoal production, therefore, the figures were continuously on rise due to new settlers in the area. Charcoal burners and firewood gatherers start their activities in November immediately after rainy season and continue till beginning of the next rainy season; number of producers (burners) increased and competition became higher. Some of the charcoal burners start spending the rainy season inside the forests; they just cut trees, store them till the beginning of dry season.

Table 3. Trees and shrubs of 100 x 100 m quadrates, undisturbed area (Manopyok)

Species	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total	%
<i>Acacia seyal var. seyal</i>	159	226	242	183	197	150	201	193	210	156	1917	88
<i>Acacia Senegal</i>	1	0	0	2	7	0	0	3	12	7	32	1
<i>Acacia mellifera</i>	6	3	11	9	5	11	7	4	8	3	67	3
<i>Balanites aegyptiaca</i>	19	6	0	8	9	20	7	25	19	8	121	6
<i>Ziziphus spina-chriti</i>	11	0	5	10	0	4	4	6	0	2	42	2
Total	196	235	258	212	218	185	219	231	249	176	2179	1000

Q1-Q10 =quadrates 100 x 100 m for trees and shrubs measurement

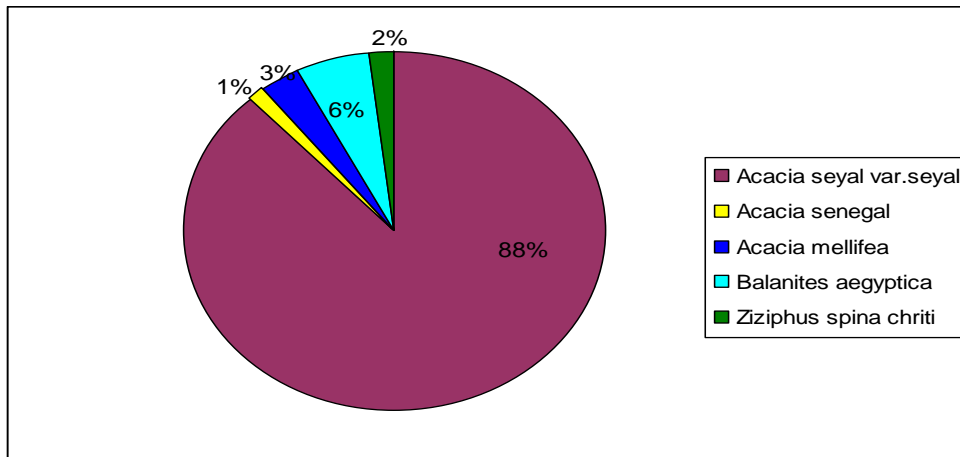


Figure 3. Trees and shrubs of 100 x 100m quadrat, undisturbed area (Manopyok)

The consumption is very high in this area because the majority of the inhabitants use charcoal as the main source of domestic energy, but most of production is exported to the northern states such as White Nile, Gazira, and Khartoum for generating income. Inhabitants practice charcoal production as source of income to improve livelihood standard. They start selecting big size of *Acacia seyal* nearby, but due to scarcity and declining of the usually used trees species for charcoal production, burners have now started to cut the important trees species such as *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal* and *Anogissus leocarpus* even the remain small size in diameter of *Acacia seyal* are clear-fallen. Therefore, *Acacia seyal* and *Balanites aegyptica* declined around the settled areas, compared with the undisturbed area (Manpyok), in which *Acacia seyal* is the dominant tree species (88 %) (Table 3).

In 2004, the traditional charcoal burners were located at distances over 80 km from Renk town to southward (Onak, 2004). Now they are located in Manpyok area, which is located in about 150 km from Renk, in South Eastern Gelhak, or in the area between Karrow and Paloch. In spite of directions from authority, even local governments are neglecting the conservation of natural forests and need more revenue. Charcoal and firewood was a source of financing, which is province divided as follows: 20% for FNC, 20% for County, 20% for FNC Headquarter in Khartoum for forest conservation and 40% for the Ministry of Finance of

Upper Nile State. Therefore, state governors approved the entrance of charcoal burners and continuous burning charcoal.

3.3. The Condition of Natural Forests in the Past

Concerning the condition of natural forests during the last 30 years and present, 72 persons were questioned and 94.4% of the responded that the natural forests was vigorous in the area and extremely covered with *Acacia seyal* stand associated with *Balanties aegyptica*, *Acacia senegal* and *Anogesissus leocarpus*. But 5.6% of them answered that the natural forests were moderately vigorous (Table 4). This agreed with the study of (MFC Renk. 2007). More than 1416666 ha (3.500.000 feddans) of forest lands were cleared but not reforested, while a total of 655293 ha were under cultivation, presently

Table 4. Conditions of natural forest in the last thirty years

S/No	Condition	Frequency	Percent
1	Vigorous	68	94.4
2	Moderately vigorous	4	5.6
3	Weakly vigorous	0	0
Total		72	100

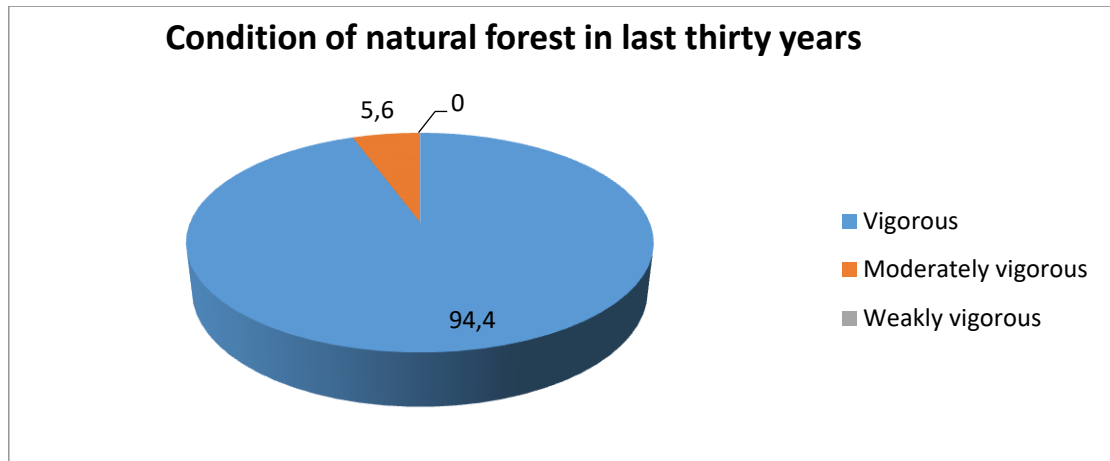


Figure 4. Condition of natural forest in last thirty years

3.4. The Present Condition of Natural Forests

Concerning the condition of natural forests at present, 72.2% of respondents answered that forest is decreasing and it dominated by *Acacia millifera*, which agreed with what was found in measurement that the percentage of *Acacia millifera* is very high. While 18% respondents answered that forests were moderate and 7% of them reported that natural forests disappeared. But 2.8% respondents responded that forests were vigorous (Table 5). This is consistent to that stated by Adam (2007).

Table 5. Condition of natural forests at the present

S/No	Condition	Frequency	Percent
1	Vigorous	2	2.8
2	Moderate	13	18.0
3	Less than before	52	72.2
4	Disappeared	5	7.0
Total		72	100

3.5. The Most Important Species in the Area

Concerning the most important tree species, which is in danger, 59.7% of the respondents answered that the *Acacia seyal* is the most important tree in the area and its major uses are charcoal making, firewood, smoking bath, fodder for livestock, building poles, gum, social and environmental benefit such as shelter and watershed protection. *Balanites aegyptiaca* and *Anogissus leocarpus* (9.7%) are used for charcoal making, building poles, and preventing soil erosion (Table 6).

Table 6. The most useful species in the area

S/No	Condition	Frequency	Percent
1	<i>Acacia seyal</i>	43	59.7
2	<i>Acacia senegal</i>	15	20.8
3	<i>Balanites aegyptiaca</i>	7	9.7
4	<i>Anogissus leocarpus</i>	7	9.7
	Total	72	100

3.6. Causes of Forests Degradation

Concerning the causes of forest degradation, 54.2% of the respondents answered that the deterioration of natural forests in the area were caused by multi-practices of human, especially illegal cutting for charcoal making and firewood, followed by setting fires 16.7%, which destroyed seeds and young generation. But in the northern parts of the area, it is affected by rain fed scheme expansion (Table 7). This agreed with the study done by Anderson (1990) and Khairalseed (2015). The clearing of land for agriculture and livestock are the primary activities resulting in deforestation. Also, as the habitat deteriorated, most of wild animals migrated to undisturbed southward habitats, therefore, most of them disappeared in the north. Similar results were obtain by Adam (2015) and Kak (2017) and Omoro (2017).

Table 7. Causes of natural forests deterioration

S/No	Condition	Frequency	Percent
1	Agricultural Rainfed	9	12.5
2	Illegal Cutting	39	54.2
3	Over-grazing	7	9.7
4	Fire	12	16.7
5	Tapping	5	6.9
	Total	72	100

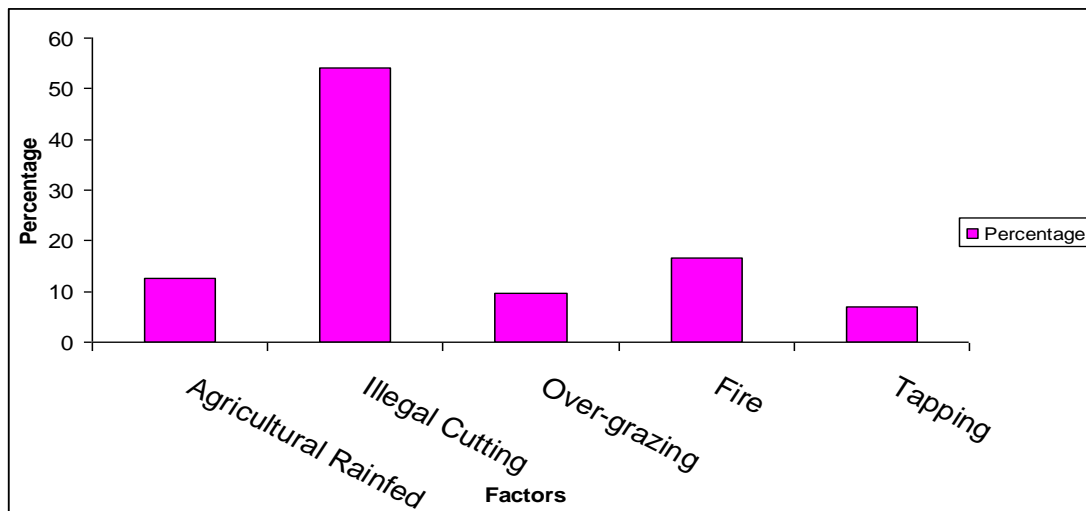


Figure 3.6 Causes of forests degradation in the study area

3.7. Field Observations and Predicted Changes and Impacts

During field visit many observations were recorded. These included that number of trees species declined in agricultural schemes area, wild fruits trees such as *Balanites aegyptiaca* and *Ziziphus sabin christi* disappeared and replaced by *Acacia millifera* in the area. There are no wild animals observed in area except small ones like rabbits, snakes and some birds. Extensive extraction and exportation of forest products, mainly charcoal, were observed. If the present trend of forest exploitation continues, the natural forest in this area will be degraded irreversibly in few years. The continued loss of productive tree species (*Acacia seyal*, *Acacia Senegal*, *Balanties aegyptica*) or forest resources, in general, may also lead to desertification and resources scarcity, thus leading to conflict between various groups, families, villages, payams, and counties. As resources diminish, every group can be expected to defend their rights more vigorously. In addition to the specific impact on various social groups in northern Upper Nile area, the recommendations are expected to produce a model for agroforestry business enterprises promotion and turn the area into a strategic place with regards to agroforestry activities (gum-woods, crops, animals) in different ways.

4. Conclusions

Expansion of mechanized rainfed schemes, the degradation of natural forests in the area caused by multi-practices of human, especially illegal cutting of *Acacia seyal* for charcoal making and firewood, over-tapping in traditional ways and setting uncontrolled fires in the natural forests were the main causes of deforestation in the region. Also, it

was found that there were changes in vegetation cover and tree species such as that *Acacia seya*, *Balanites aegyptiaca* and *Acacia senegal* disappeared and replaced by *Acacia mellifera*, which became a dominant species in the study area. Following measures may be suggested to mitigate further degradation and rehabilitation of the degraded areas:

- Local people should be involved in natural resources management.
- Laws and legislations supports should be implemented to cope with illegal intervention and environmental issues.
- Government and NGOs should provide funding for technical and logistic support to forestry departments in the study area.
- Charcoal production activities should be organized, specifying the areas and quantity of production yearly and introducing improved cooking stoves that use fuel-wood
- Human pressure on natural forest in this area should be lowered through generating alternative income.
- Forest policy and forest law should be enforced to ensure 10% of all rainfed schemes and 5% of all irrigated schemes to be under tree cover in form of shelterbelts.

References

- Adam, A.M., 2007. Assessment of Some Environmental Dimensions of Rainfed Agriculture in Upper Nile State – Sudan. A case Study of Goz Rour Area. (Renk). M.Sc. Thesis – College of Forestry and Range Science. Sudan University of Science and Technology.
- Adam, A.M., Hatim S., Abbas A., Mohamed A.I.D., Fangama, M., 2015. Impact of Mechanized Rain-fed Agriculture on Some Physical Properties of Clay Soil.

Ajawin, O. A., 2006. Soil degradation in Goz Rom Mechanized crop production Scheme in Northern Upper Nile Province (Renk). M.Sc. Thesis. Department of Geography. University of Khartoum.

Anderson, A., 1990. Alternatives to Deforestation Steps toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest. New York.

FAO, 1993. The challenge of sustainable forest management. What future for the world's forest. Rome.

Garang, G. D., 1991. Upper Nile State at Present and Future.

Joseph, K., 1948. Forest Influences the effects of woody vegetation on climate, Water, soil. USA.

Hamel G, 2019. The Effects of Cutting down Trees on the Ecosystem.

HCENR., 2014. Sudan Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity. Republic of Sudan. Ministry of Environment. Forestry and Physical Development .The Higher Council for Environment and Natural Resources.

Khairalseed, A.R., 2015. Desertification in Sudan. Concept. Causes and Control. Journal of Science and Technology. Vol 5.No 2.

Kak, K. H. D., 2017. Land Evaluation. A Dissertation Submitted to the University of Gezira in Partial Fulfillment of the Requirements for the Award of the Degree of Master of Science in Soil Sciences.

Madon, G., 1999. An Assessment of Tropical Dry-land Forest Management in Africa: What Are Its Lessons? France.

MFC El Renk, 2007. Reports of Agricultural rainfed schemes in the area.

Mohamed, N. N., 2016. Productivity of Rainfed Agriculture of the Upper Nile River. Springer International Publishing, Switzerland, 2016.

Odara, J., Deng, I., Band, N., 2004. Framework for Rehabilitation and Development of Post War South Sudan. University of Bahr El Gazal. pp.143.

Omoro, L.M., Edinam, A., Glover K., 2012. Strengthening Capacities of Communities for Sustainable Forest Management: The Case of Renk County. South Sudan.

Ağaçların Çap-Boy Modellemesine İlişkin Otokorelasyon Probleminin Giderilmesinde Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleri ile Otoregresif Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması

İ. Ercanlı¹, D. Eyüboğlu^{2,*}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, ÇANKIRI

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 18200, ÇANKIRI

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 30 Mart 2019

Kabul Tarihi : 22 Temmuz 2019

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:
ilkerercanlı@karatekin.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada, ağaçların çap-boy ilişkilerinin modellenmesine ilişkin farklı yapıdaki meşcerelerden elde edilen hiyerarşik verilerin kullanımıyla oluşan otokorelasyon sorununun giderilmesinde, Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon modeli ile AR(1), AR(2), MA(1),

MA(2), ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) modellerinin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Bursa Orman İşletme Müdürlüğü, Kestel Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan eşityaşlı ve saf Gökmar meşcerelerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Doğrusal Olmayan Regresyon Analizine ilişkin başarı ölçütlerine göre (RMSE=1.761, RMSE% =12.450, R²=0.838, AIC=316.167 ve BIC=912.207), gerek Otoregresif modelleme gerekse Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modellemesinin kullanımı ile önemli oranda iyileşmeler elde edilmiştir. En başarılı olarak belirlenen a parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modelinde, RMSE değeri; 1.174, RMSE% değeri; 8.300, R² değeri; 0.928, AIC değeri; 93.959 ve BIC değeri ise; 689.999 olarak hesaplanmış ve bu bakımdan da RMSE değerinde %33.33, RMSE% değerinde %33.33, R² değerinde % 10.74, AIC değerinde %70.28 ve BIC değerinde %24.36 iyileşme elde edilmiştir. Tahmin başarı ölçütlerindeki iyileşmeler yanında Karışık Etkili Regresyon Modeli ile çeşitli Otoregresif modellere ilişkin Durbin-Watson katsayısı 2'ye yakın olarak elde edilmiş ve test sonucu olarak da herhangi bir Otokorelasyon saptanmamıştır. Bu bakımdan, gerek Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon modeli, gerekse Otoregresif modelleme ile otokorelasyon probleminin çözümünde önemli iyileşmeler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çap-Boy tahmini, Otokorelasyon, Karışık etkili regresyon modeli, Otoregresyon modeli.

Comparing Mixed Effect Nonlinear Regression and Autoregressive Nonlinear Regression Models to Resolve the Problem of Autocorrelation in the Relationships Between Total Tree Height and Diameter at Breast Height

ABSTRACT

In this study, we evaluated performance of the Nonlinear Mixed Effect models and the Autoregressive Models with AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA (1,1) and ARMA modeling the relationships between tree total height and diameter (2,2) to provide solutions to the problem of autocorrelation, originating from hierarchical data obtained from different types of stands. For this purpose, the data sampled from even-aged and pure fir stands located in Kestel Planning Unit, Bursa Forest Enterprise, Bursa Forest District Directorate were used. Important improvements have been achieved with the use of either the Autoregressive Models or the Nonlinear Mixed Effect models compared as the success criteria of the Nonlinear Regression model (RMSE=1.761, RMSE% =12.450, R²=0.838, AIC=316.167 ve BIC=912.207). The Nonlinear Mixed Effect model with parameter "a" as random parameter, which is determined as the best predictive model have 1.174 of the RMSE, 8.300 of RMSE%, 0.928 of R², 93.959 of AIC value and 689.999 of BIC values, and so the improvements of 33.33% in RMSE, 33.33% in RMSE, 10.74% in R² and 24.36% in BIC value of 70.28% in AIC were obtained by the this Nonlinear Mixed Effect model. Besides the improvements in the predictive

Bu makaleye atf:

Ercanlı, İ., Eyüboğlu, D., 2019. Ağaçların Çap-Boy Modellemesine İlişkin Otokorelasyon Probleminin Giderilmesinde Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleri ile Otoregresif Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 5(1): 17-27.

criteria, the Durbin-Watson coefficient calculated for the various Autoregressive models with the Nonlinear Mixed Effect model was close to 2 and thus no autocorrelation was found as a test result of Durbin-Watson. In this regard, both the Mixed-Effect Non-Linear Regression model and the Autoregressive modeling have resulted in significant improvements in the solution of the autocorrelation problem.

Keywords: Height and Diameter Prediction, Autocorrelation, Nonlinear Mixed Effect model, Autoregressive Models.

1. Giriş

Orman amenajman planlarının, özellikle de ekosistem tabanlı fonksiyonel planlamanın önemli temel altlıklarından birisi de, artım ve büyüme modelleridir (Vanclay, 1994; Laar and Akça, 1997; Davis vd., 2011). Bu modeller, gerek farklı meşcere koşullarındaki artım ve büyüme değerlerini tahmin ederken, ayrıca başta silvikülterel uygulamalar olmak üzere farklı ormancılık faaliyetlerinin, artım ve büyüme üzerindeki etkisini de ortaya koyarlar (Gadow ve Hui, 1999). Ormancılıkta önemli bir araç olan artım ve büyüme modellerinde, ağaçların boy değerleri önemli bir değişken olarak yer almaktadır (Avery ve Burkhart, 1983). Ayrıca ormanların ana ürünü olan ağaç servetinin tahmininde, ağaçların çapları ile birlikte ağaç boy değerlerinin kullanımı, ağaç hacim tahmin başarısını artırmaktadır (Laar and Akça, 1997).

Ağaçların boylarının ölçümü, göğüs çapı ve diğer tek ağaç özelliklerine göre daha zor ve zaman alıcı olup (Martin and Flewelling, 1998; Huang et al., 1992), bu bakımdan orman envanterinde bir örnek alandaki tüm ağaçların boyları ölçülmemektedir (Kalıpsız, 1984). Diğer taraftan, orman envanter çalışmalarında boyları ölçülmeyen bu ağaçların boy değerleri, meşceredeki ağaçların göğüs çapları ile boyları arasındaki istatistiksel ilişkileri gösteren meşcere boy eğrileri ile tahmin edilmektedir (Avery ve Burkhart, 1983; van Laar ve Akça, 2007). Meşcere boy eğrileri, ağaçların göğüs çapları ile boyları arasındaki ampirik ilişkileri, istatistiksel denklemleri temel alarak modellemektedir. Ağaçların çap-boy ilişkilerinin gelişimi, genellikle sigmoid ya da "S" biçimli bir trend göstermesinden dolayı, meşcere boy eğrilerinin geliştirilmesinde, genellikle Doğrusal Olmayan Regresyon denklemleri (Nonlinear Regression Equations) kullanılmaktadır (Wykoff vd., 1982; Huang vd., 1992; Robinson and Wykoff, 2004).

Ağaçların çap-boy ilişkilerinin doğrusal olmayan denklemler ile modellenmesi yanında, bu ilişkilerin tahmin edilmesinde diğer bir önemli konu da; çeşitli meşcere koşullarının ağaçların çap-boy ilişkilerinde önemli etkilere sahip olması ve böylece sadece göğüs çapını bağımsız değişken olarak içeren denklemlerin, farklı sıklık, verim gücü ve yaştaki meşcerelerin çap-boy ilişkilerini temsil etmede ve

modellemede yetersiz olmalarıdır. Bu bakımdan, farklı meşcere yapılarına ilişkin çap-boy ilişkilerinin modellenmesinde, farklı yaklaşımlar ve metotlar önerilmiş ve kullanılmıştır. Ferguson and Leech (1978); Krumland and Wensel (1978); Larsen and Hann (1987) and Parresol (1992), ilk aşamada farklı meşcere yapıları için ayrı ayrı olmak üzere çap-boy denklemlerinin parametre değerlerini tahmin edip, ikinci aşamada ise, bu denklem parametreleri ile çeşitli meşcere özellikleri arasındaki ilişkileri modelledikleri bir yaklaşımı önermişlerdir. Daha yaygın bir yaklaşım olarak ise; göğüs çapı yanında, meşcere özelliklerinin de içeren doğrusal olmayan denklemler, çeşitli çalışmalarda önerilmiş ve kullanılmıştır (Fulton 1999; Huang et al. 2000; Schöeder and Álvarez González, 2001; López Sánchez et al. 2003; Sharma and Zhang 2004; Temesgen and Gadow 2004; Castedo Dorado et al. 2005; Trincado et al., 2007; Adame et al., 2008; Paulo et al., 2011). Ağaçların göğüs çapları yanında, çeşitli meşcere özellikleri bağımsız değişken olarak içeren bu denklemler, özellikle "genelleştirilmiş boy denklemleri (*generalized height-diameter models*) olarak da adlandırılmaktadır. Nanos et. al. (2004), çap-boy ilişkilerinin konumsal değişkenliğini analiz etmiş ve "geostatistical" modellemeyi önermiştir.

Ormancılık literatüründe, çap-boy ilişkilerinin modellenmesinde yaygın kullanılan diğer bir modelleme tekniği de; Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Modelleme (Nonlinear Mixed Effect Regression Models) tekniğine dayanan regresyon modelleridir. Bu yöntemde, farklı yapıdaki meşcerelerden elde edilen verilerin bir veri havuzunda bir araya getirilmesi ile hiyerarşik veri yapılarının ve verilerin birbirine bağımlılığının olduğu ifade edilmektedir. Böylece regresyon modellerinin geliştirilmesinde temel varsayımlardan biri olan verilerin bağımsızlığı varsayımının ihlal edildiği "otokorelasyon" veya "seri korelasyon" sorununa bir çözüm getirilmeye çalışılmaktadır. Regresyon modellerinin geliştirilmesinde temel varsayımlardan biri olan verilerin bağımsızlığı varsayımının ihlal edildiği bu gibi bir veri yapılarının modellenmesinde, doğrusal olmayan regresyon modellerinin kullanılması, regresyon modellerinin parametrelerine ilişkin güven aralıklarının sistematik bir hata ile tahmin edilmesine neden olabilmektedir (İyit vd., 2006). Bu durumda da, regresyon modellerinin sonuçlarının

güvenirliğini olumsuz yönde etkilemekte ve hatalı tahminler elde edilebilmektedir (Ye, 2005). Özellikle son yıllardaki çap-boy denklemlerinin geliştirilmesinde, Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Modelleri (Nonlinear Mixed Effect Regression Models) sıklıkla kullanılmıştır (Mehtatalo, 2004; Lynch vd., 2005; Calama ve Montero, 2004; Castedo Dorado vd, 2006; Sharma ve Parton, 2007; Trincado vd. 2007; Saunders ve Wagner, 2008; Budhathoki vd., 2008; Adame vd., 2008; Crecente-Campo vd., 2010).

Karışık etkili regresyon analizi tekniğinin yanında, Otokorelasyon probleminin regresyon denklemlerinin parametre değerlerinde ve dolayısıyla tahmin değerlerindeki olumsuz etkisini gidermek üzere "Oto regresif modelleme" yaklaşımı da bir çözüm olarak kullanılabilir (Monserud, 1984; Gregoire vd., 1995; Parresol ve Vissage, 1998). Söz konusu oto regresif modeller; Oto regresif (Auto-Regressive, AR(1) veya AR (2)), hareketli ortalama (Moving Average, MA(1) veya MA(2)) ve AR ve MA modellerinin karışımı olan Oto regresif hareketli ortalama (Auto Regressive Moving Average, ARMA (1, 1) ya da ARMA(2, 2)) yapılarında olabilmektedir. Özellikle, son yıllarda birçok bonitet endeks modelinin geliştirilmesinde Oto regresif modellerin yaygın bir biçimde kullanımı söz konusu iken (Diéguez Aranda vd., 2005, 2006; Nord-Larsen, 2006; Adame vd., 2006; Bravo-Oviedo vd., 2007; Cieszewski vd., 2007; Cieszewski ve Strub, 2008), ağaçların çap-boy modellemesinde söz konusu olabilecek hiyerarşik veri yapılarının modellemesinde Oto regresif modellerinin kullanımı sınırlı kalmıştır. Bu bakımdan, bu çalışmada, Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleri ile Oto regresif Regresyon Modellerinin, Ülkemizin

Marmara bölgesinde yer alan Bursa-Kestel ormanları eşit yaşlı ve saf Gök nar meşcerelerindeki ağaçların çap-boy ilişkilerinin modellenmesinde söz konusu olabilecek otokorelasyon probleminin giderilmesindeki etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan araştırma materyali, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Bursa Orman İşletme Müdürlüğü, Kestel Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan eşityaşlı ve saf Gök nar meşcerelerinden elde edilmiştir. Bu meşcerelerin orman amenajman planlarının geliştirilmesinde gerçekleştirilen orman envanterine alınmış 60 adet örnek alandan elde edilen veriler kullanılmıştır. Örnek alanlar daire biçiminde olup, büyüklükleri meşcere yapısı ve kapalılık durumuna göre 400 m² ile 800 m² arasında değişmektedir. Çalışma kapsamında alınan örnek alanlarda; göğüs çapları 8 cm ve daha büyük tüm ağaçlarda göğüs çapı ($d_{1.30}$) ve çap basamaklarında dengeli bir şekilde dağıtılan 8-10 ağaçta boy ölçülmüştür. Ölçülen bu boy değerlerinin ayrıca hektarda 100 ağaç yöntemine göre belirlenmiş sayıda en boylu ağaçları içermesine de özen gösterilmiştir. Çap ölçümleri, çap ölçer ile mm hassasiyetinde, boy ölçümleri ise; Vertex Haglöf boyölçer ile cm hassasiyetinde gerçekleştirilmiştir. Örnek alanlarda yapılan bu ölçümler ile toplam 548 çap-boy verisi elde edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma materyali Gök nar ağaçlarına ilişkin bazı istatistiksel bilgiler

Değişkenler	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Çap	8,00	80,00	25,98	11,09
Boy	4,00	28,00	14,15	4,36
D_0^a	9,00	120,00	36,64	13,99
H_0^a	4,50	28,00	16,38	4,05

^a D_0 ve H_0 değişkenleri; örnek alanda hektarda 100 ağaç yöntemine göre belirlenmiş en kalın çaplı ağaçların ortalama çapı ve boyunu ifade etmektedir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Doğrusal olmayan regresyon analizi

Farklı yapıdaki meşcerelerden elde edilen verilere ilişkin çap-boy ilişkilerini modellemek üzere, özellikle göğüs çapına ek olarak çeşitli meşcere özelliklerini de içeren birçok farklı genelleştirilmiş regresyon denklemi önerilmiş ve kullanılmıştır (Huang vd., 1992; Fang ve Baily, 1998; Peng, 1999; Gadov vd., 2001; Soares ve

Tomé, 2002; Temesgen ve Gadov, 2004). Lei ve Paresol (2001) ve Peng (2001), modellerin parametre sayısı, biyolojik açıklanabilirliği ve model tahminlerinin geçerliliği gibi özellikleri ile birlikte çap-boy ilişkisini modellemek üzere seçilen modelin; (i) monotonik artış (ii) büküm noktası (inflection point) ve (iii) yatay asimptot gibi matematiksel özellikleri taşıması gerektiğini ifade etmiştir.

Bu denklemlerden, balık popülasyonlarının modellenmesi için ilk olarak geliştirilen Schnute (1981) denklemi, yatay asimptota sahip olup,

Sigmoid trend gösterebilmekte ve farklı çap-boy ilişkilerini modellemekte oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Ayrıca doğrusal olmayan modelleme ile de Schnute (1981) denklemi için kolaylıkla çözüm (convergence) elde edilebilmektedir (Lei ve Paresol, 2001). Schnute (1981)'un denklemi;

$$h = \left(h_1^{b_1} + (h_2^{b_1} - h_1^{b_1}) \frac{1 - e^{-b_2(d-d_1)}}{1 - e^{-b_2(d_2-d_1)}} \right)^{1/b_1} + \varepsilon \quad (1)$$

biçiminde olup, bu eşitlikte; h , tahmin edilecek ağaç boyunu (m), d , göğüs çapını (cm), d_1 , örnek alandaki minimum göğüs çapını (cm), d_2 , örnek alandaki maksimum göğüs çapını (cm), h_1 , örnek alanda d_1 çapına karşılık gelen ağaç boyunu (m), h_2 , örnek alanda d_2 çapına karşılık gelen ağaç boyunu (m), b_1 ve b_2 model parametreleri ve ε ise model hatalarını ifade etmektedir. Ormancılıkta çap-boy ilişkilerini modellemek üzere, özellikle çap-boy tahminlerinde, göğüs çapının 0 ($d = 0$) olduğu durumda boyu 1.3 m ($h = 1.3$) olarak tahmin edecek şekilde düzenlendiğinde (Castedo-Dorado vd., 2006), Schnute (1981)'un denklemi;

$$h = \left(1.3^{b_1} + (H_0^{b_1} - 1.3^{b_1}) \frac{1 - e^{-b_2 d}}{1 - e^{-b_2 D_0}} \right)^{1/b_1} + \varepsilon \quad (2)$$

biçiminde elde edilir. Bu denklemde, D_0 ve H_0 değişkenleri; örnek alanda hektarda 100 ağaç yöntemine göre belirlenmiş en kalın çaplı ağaçların ortalama çapı ve boyunu ifade etmektedir. Bu çalışmada, ağaçların çap-boy ilişkilerini modellemek üzere sahip olduğu model yapısı ile yatay asimptota sahip olan ve Sigmoid trend gösterebilen ve ayrıca parametre tahmininde kolay çözüm verebilen Schnute (1981)'un denklemi seçilmiştir.

2.2.2. Doğrusal olmayan karışık etkili modelleme

Ağaçların çap-boy ilişkilerini modellemek üzere yaygın bir kullanımı olan genelleştirilmiş çap-boy denklemleri yanında, çap-boy ilişkilerini tahmin etmede diğer bir kapsamlı kullanımı olan modelleme yaklaşım da; Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Modelledir. Karışık etkili modellemede, doğrusal olmayan modellerinden farklı olarak parametreler, sabit ve rasgele etkilere ilişkin parametreler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sabit etkili parametre, meşcerelerin geneli için geçerli olan ortalama gelişimi ortaya koyarken, rasgele etkili parametre ise meşcereler arasındaki farklılığı temsil eder ve bu meşcereler arasındaki çap-boy ilişkilerinin değişkenliğini sayısallaştırır. Bu bakımdan, sabit etkilere ilişkin parametre, meşcerelerin geneli için hesaplanırken, rasgele etkilere ilişkin parametre ise,

meşcereler arasındaki farklılığı temsil edecek şekilde elde edilir (Calama and Montero, 2004; Castedo Dorado vd., 2006; Crecente-Campo vd., 2010). Karışık modelleme yaklaşımında, sabit etkili parametreler, modellerin tahmin edilmesi sürecinde elde edilirken, rasgele parametreler, daha sonraki süreçte farklı örnek alanlar ve meşcereler için tahmin edilebilmektedir. Rasgele etkili parametrelerin bu özelliği, özellikle karışık etkili modellerin farklı meşcerelerin sahip olduğu büyüme değişkenliğini (varyasyonu) temsil etmesine olanak sağlamaktadır. Doğrusal olmayan karışık etkili modelleme yaklaşımının rasgele ve sabit etkili parametre özelliği dikkate alındığında, Schnute (1981)'un denkleminin karışık etkili model yapısı;

$$h = \left(1.3^{b_1+v} + (H_0^{b_1+v} - 1.3^{b_1+v}) \frac{1 - e^{-(b_2+u)d}}{1 - e^{-(b_2+u)D_0}} \right)^{1/b_1+v} + \varepsilon \quad (3)$$

biçiminde düzenlenebilir. b_1 ve b_2 modelin sabit etkili parametreleri olup, u ve v parametreleri ise rasgele etkili parametreleri ifade etmektedir. Ağaçların çap-boy ilişkilerinin modelleyen Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Schnute (1981)'un regresyon modelinin parametre tahminlerinin elde edilmesinde, Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemini esas alan SAS İstatistik Paket Programındaki NLMIXED prosedürü kullanılmıştır (SAS Institute Inc., 2004). Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Modelleme sürecinin işletilmesinde, Schnute (1981)'un denkleminin sabit etkili ve rasgele etkili parametre seçenekleri için ayrı ayrı olmak üzere tahminler elde edilmiştir.

2.2.3. Otoregresif modelleme

Ormancılık literatüründe otokorelasyon probleminin giderilmesinde, Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Modelleme tekniği yanında, Otoregresif modelleme metotları da kullanılmıştır. Bu çalışmada, Doğrusal olmayan Schnute (1981)'un regresyon denkleminin parametreleri, çeşitli Otoregresif modelleme teknikleri ile elde edilmiştir. Parametreleri farklı Otoregresif teknikler ile elde edilen Schnute (1981)'un denklemleri kullanılarak örnek ağaçlara ilişkin boylar tahmin edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan otoregresif modeller; AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) olmak üzere çeşitli modelleme yapılarındadır. Bu otoregresif modellere ilişkin parametre tahmin süreçleri ile her bir örnek ağaca ilişkin boy tahminleri, SAS İstatistik Paket Programındaki PROC MODEL prosedürü ile elde edilmiştir (SAS Institute Inc., 2004). PROC MODEL prosedüründe, %ar(h, 1), %ar(h, 2), %ma(h, 1) ve %ma(h, 2)

parametreleri ile AR(1), AR(2), MA(1), MA(2) modelleri; %ar(h, 1) ve %ma(h, 1) parametrelerini birlikte kullanarak da, ARMA (1,1) modellerine ilişkin parametre değerleri ile örnek ağaçlara ilişkin boy tahminleri elde edilmiştir. Özellikle, “proc print data=output1” parametresi ile de, ilgili otoregresif modelleme ile örnek ağaçlara ilişkin tahminler elde edilmiştir. SAS PROC MODEL prosedürünün kodlarına ilişkin ayrıntılar, SAS programına ilişkin çeşitli kaynaklardan elde edilebilir.

2.2.4. Karşılaştırma ölçütleri

Bu çalışmada, Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi, Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ve Otoregresif modeller ile örnek ağaçlara ilişkin boy tahminleri elde edildikten sonra, farklı tahmin teknikleri ile elde edilen tahminlerin başarı durumlarının karşılaştırılmasında ise, çeşitli istatistikî başarı ölçüt değerleri kullanılmıştır. Bu başarı ölçütleri ise; Düzeltilmiş Belirtme Katsayısı (R^2), Akaike Bilgi Ölçütü (AIC), Bayesian Bilgi Ölçütü (BIC), Hataların Ortalama Kare Kökü (the root mean square error, RMSE) ve Hataların Ortalama Kare Kökünün Yüzdesi (RMSE%) değeri olmak üzere beş adettir. Kullanılan bu ölçütlere ilişkin formüller aşağıda verilmiştir.

$$HOKK = \sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2 / (n - k)} \quad (4)$$

$$HKOK\% = \left(\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i - \hat{h}_i)^2 / (n - k)} \right] / \bar{h}_i \right) \cdot 100 \quad (5)$$

$$R^2 = 1 - \sum_{i=1}^n (h_i - \hat{h}_i)^2 / \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2$$

$$AIC = n \cdot \ln(RMSE) + 2 \cdot k \quad (7)$$

$$BIC = n \cdot \ln(RMSE) + n \cdot \ln(k) \quad (8)$$

Bu formüllerde, h_i ; arazide ölçülen boy değerleri (gözlem değeri), \bar{h}_i : gözlem değerlerinin ortalaması, \hat{h}_i : çeşitli tahmin yöntemleri tahmini boy değerleri, k : tahmin yöntemlerinin girdi ya da bağımsız değişken sayısı olarak hesaplanmıştır. Bu ölçüt değerlerinden, 0 ile 1 arasında değer alan belirtme katsayısının, mümkün olduğunca 1'e yakın bir değer alması istenilmektedir. Diğer ölçüt değerlerinin küçük değerler alması, daha başarılı tahminlerin elde edildiğini göstermektedir.

2.2.5. Otokorelasyon probleminin testi: Durbin-Watson katsayısı ve analizi

Bu çalışmada, Doğrusal Olmayan Regresyon Modeli yanında çeşitli rasgele ve sabit etkili parametreleri içeren Karışık Etkili Doğrusal

Olmayan Regresyon Modelleri ile AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) yapısına sahip çeşitli otoregresif modeller kullanılarak Otokorelasyon probleminin ağaçların boy tahminlerdeki olumsuz etkisi giderilmeye çalışılmıştır. Özellikle, kullanılan bu tahmin yöntemleri ile otokorelasyon probleminin giderilip giderilmediği ise, hatalara ilişkin “Lag-1” grafikleri ile değerlendirilmiş ve “Durbin-Watson” katsayısı ile test edilmiştir. “Lag-1” grafiği elde edilirken, ilk önce çeşitli tahmin yöntemlerine ilişkin hatalar, ağaçların göğüs çapına göre küçükten büyüğe doğru sıralanmış, daha sonra X ekseninde; sıralanmış hataların, Y ekseninde ise; sıralanmış hataların bir veri aşağı kaydırıldığı sütun seçilerek, nokta dağılım grafikleri Excell programı ile çizdirilmiştir. Çeşitli tahmin yöntemlerine göre elde edilen “Lag-1” grafiğinde, hatalara ilişkin noktaların orijin noktasında (0, 0) toplanması durumunda, otokorelasyon probleminin kullanılan tahmin yöntemi ile belirli ölçüde giderildiği sonucuna varılabilmektedir. Otokorelasyon probleminin varlığının test edilmesinde, “Durbin-Watson” test istatistiği de kullanılmıştır. Durbin-Watson test istatistiğine ilişkin eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^n e_i^2} \quad (9)$$

Bu eşitlikte, e_i ; i. veriye ilişkin hata değerini, n; veri sayısını ifade etmekte olup, durbin-watson katsayısı ise, 0 ile 4 arasında değer almaktadır. Özellikle 2'ye yakın durbin-watson katsayısı değerleri, seri-korelasyon (otokorelasyon) sorunun olmadığını göstermektedir (Fox, 1997). Diğer taraftan, durbin-watson katsayısına ilişkin üst ve alt sınırlar, veri sayısına ve değişken sayısına göre durbin-watson kritik değerler tablolarından elde edilmiştir.

3. Bulgular

Çizelge 2'de, bu çalışmada kullanılan Doğrusal Olmayan Regresyon modeli ile AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) Otoregresif modelleri ve çeşitli parametreleri rasgele içeren Karışık Etkili Regresyon Modellerine ilişkin başarı ölçütleri görülmektedir. Bu ölçüt değerlerinden RMSE; 1.174 ile 1.761, RMSE%; 8.300 ile 12.450, R^2 ; 0.838 ile 0.928, AIC; 316.167 ile 93.959 ve BIC; 912.207 ile 689.999 arasında değişmektedir. Bu başarı ölçütleri değerlendirildiğinde; ağaçların boy değerlerini tahmin etmede en başarılı model olarak; a parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modelin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Regresyon tekniklerinden belirgin tahmin başarısı ile öne çıkan bu karışık Etkili Modelinin RMSE değeri; 1.174, RMSE% değeri; 8.300, R² değeri; 0.928, AIC değeri; 93.959 ve BIC değeri ise; 689.999 olarak hesaplanmıştır. Çizelge 2 incelendiğinde, Karışık

Etkili modelleme ile rasgele parametrelerin modellerde içermeleri ile birlikte tahmin başarısında belirli oranda bir iyileşme olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Doğrusal Olmayan Regresyon modeli, AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) gibi Otoregresif modeller ve çeşitli parametreleri rasgele içeren Karışık Etkili Regresyon Modellerine ilişkin başarı ölçütleri

Regresyon Modelleri	RMSE	RMSE%	R ²	AIC	BIC
Doğrusal Olmayan Regresyon modeli	1,761	12,450	0,838	316,167	912,207
AR(1)	1,728	12,214	0,844	305,691	901,730
AR(2)	1,719	12,151	0,846	302,827	898,866
MA(1)	1,734	12,259	0,843	307,695	903,734
MA(2)	1,719	12,151	0,846	302,853	898,893
ARMA(1, 1)	1,721	12,165	0,845	303,473	899,513
ARMA(2, 2)	1,718	12,142	0,846	302,431	898,470
a parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli	1,174	8,300	0,928	93,959	689,999
b parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli	1,176	8,317	0,928	95,061	691,100
a ve b parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli	1,341	9,478	0,906	166,719	762,758

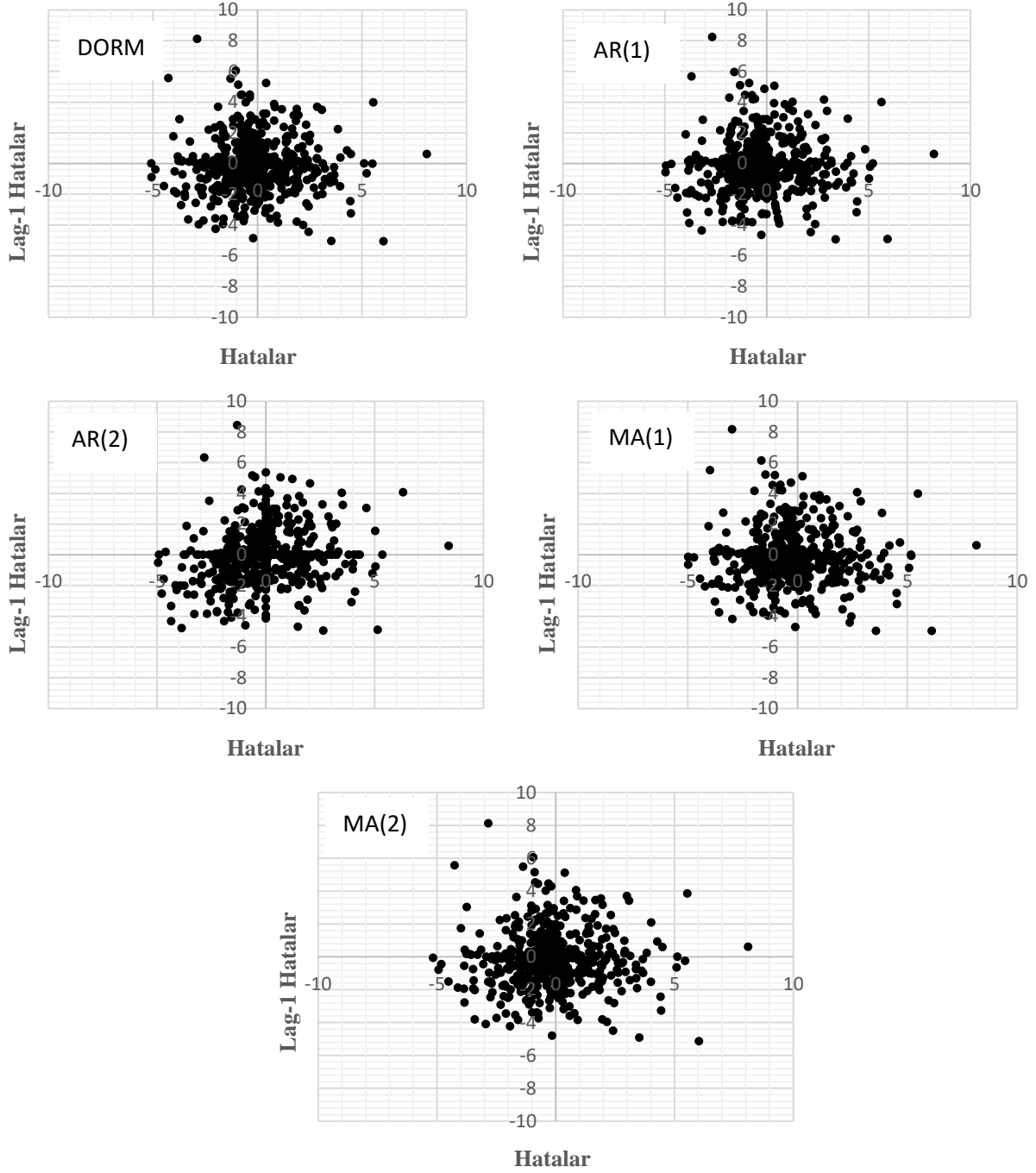
Şekil 1’de, Doğrusal Olmayan Regresyon Modeli (DORM) ile AR(1), AR(2), MA(1), MA(2) otoregresif modelleri için elde edilen Lag-1 grafikleri verilmiştir. Şekil 2’de, ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) gibi Otoregresif modeller ile a, b ve a ile b ikisi birlikte rasgele parametre olarak içeren Karışık Etkili Regresyon Modelleri (KERM) için elde edilen Lag-1 grafikleri verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde, özellikle hataların merkez (0,0) noktasına toplanması ile otokorelasyon probleminde iyileşmeyi gösteren durumun, en iyi biçimde a parametresini rasgele parametre olarak içeren Karışık Etkili Regresyon Modeli ile elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 3’te ise, farklı tahmin yöntemlerine ilişkin Durbin-Watson değerleri ile d_L ve d_U olmak üzere alt ve üst Durbin-Watson sınırları verilmiştir.

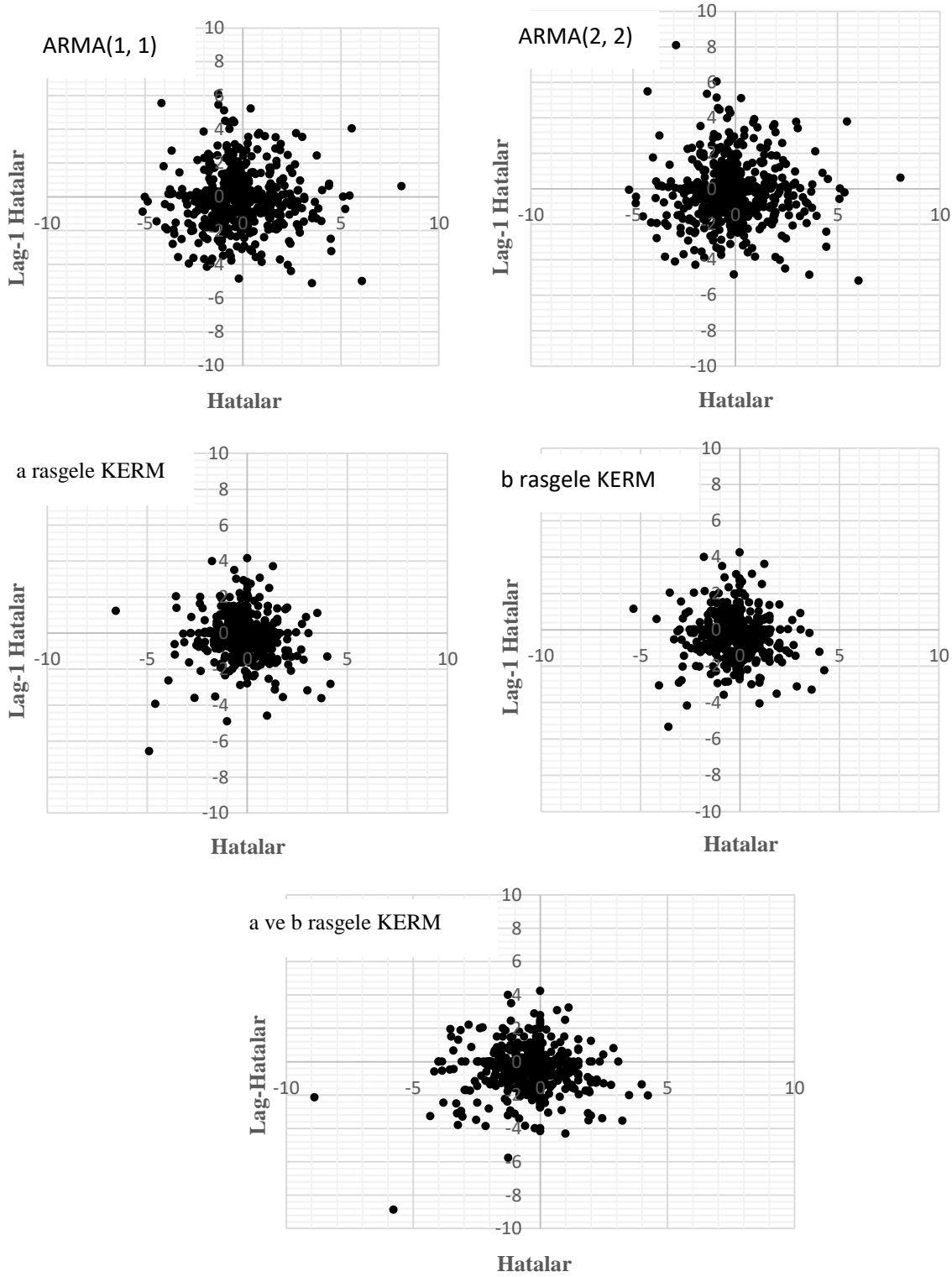
Bu değerlerden, Doğrusal Olmayan Regresyon modeli ile a ve b parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeline ilişkin Durbin-Watson değerleri, alt ve üst sınırlar dışında olduğundan, bu iki tahmin yöntemi ile elde edilen tahminlerde, otokorelasyon problemi söz konusudur. Diğer taraftan, özellikle otoregresif modelleme ve tek parametrelili karışık etkili modelleme ile elde edilen tahminlerde, durbin-watson değerlerinin 2’ye olukça yakın olması ve ayrıca alt ve üst sınırlar içinde kalmaları ile otokorelasyon probleminin, bu yöntemlerin kullanımı ile önemli oranda giderildiği anlaşılmaktadır. Bu bakımdan, farklı tahmin yöntemlerine ilişkin durbin-watson testinin sonuçları (Çizelge 2) ile Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilen “Lag-1” grafiklerine ilişkin sonuçların birbiri ile uyumlu olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3. Çeşitli tahmin yöntemlerine ilişkin Durbin-Watson test sonuçları

Regresyon Modelleri	D.W.	d_L	d_U	KARAR
Doğrusal Olmayan Regresyon modeli	1,6181	1,86727	2,13273	Otokoresyan var.
AR(1)	2,0398	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
AR(2)	1,9991	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
MA(1)	1,9612	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
MA(2)	1,9889	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
ARMA(1, 1)	2,0185	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
ARMA(2, 2)	1,9942	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
a parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli	2,0759	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
b parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli	2,0456	1,86727	2,13273	Otokoresyan yok.
a ve b parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli	1,7753	1,86727	2,13273	Otokoresyan var.



Şekil 1. Doğrusal Olmayan Regresyon Modeli (DORM) ile AR(1), AR(2), MA(1), MA(2) otoregresif modelleri için elde edilen Lag-1 grafikleri



Şekil 2. ARMA (1,1) ve ARMA (2,2) gibi Otoresif modeller ile a, b ve a ile b ikisi birlikte rasgele parametre olarak içeren Karışık Etkili Regresyon Modelleri (KERM) için elde edilen Lag-1 grafikleri

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, ağaçların çap-boy ilişkilerinin modellenmesinde söz konusu olan Otokorelasyon probleminin giderilmesinde, Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleri ile Otoresif Modellerin etkinliğinin ve başarı durumlarının

karşılaştırılması amaçlanmıştır. Doğrusal Olmayan Regresyon Modeline ait başarı ölçütlerinde (RMSE=1.761, RMSE%=12.450, $R^2=0.838$, AIC=316.167 ve BIC=912.207), gerek Otoresif modellerin gerekse Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modellerinin kullanım ile önemli oranda iyileşmeler elde edilmiştir. En başarılı olarak

belirlenen a parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli ile RMSE değeri; 1.174, RMSE% değeri; 8.300, R² değeri; 0.928, AIC değeri; 93.959 ve BIC değeri ise; 689.999 olarak elde edilmiştir. Bu bakımdan, a parametresi rasgele olan Karışık Etkili Regresyon Modeli ile Doğrusal Olmayan Regresyon Modeline ait başarı ölçütlerine göre, RMSE değerinde %33.33, RMSE% değerinde %33.33, R² değerinde %10.74, AIC değerinde %70.28 ve BIC değerinde %24.36 iyileşme elde edilmiştir.

Tahmin başarısındaki bu artışların temel nedeni; farklı yapıdaki meşcerelerden elde edilen verilerin bir veri havuzunda bir araya getirilmesi ile oluşan hiyerarşik veri yapıları ve bu veriler ile geliştirilen modellerdeki otokorelasyon sorununun, Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modellemesi ile ve Otoregresif Modelleme ile önemli ölçüde giderilmesi olduğu değerlendirilebilir. Tahmin başarı ölçütlerindeki iyileşmeler ile paralel olarak çeşitli tahmin yöntemleri için hesaplanan Durbin-Watson katsayısı ve bu katsayıya ilişkin test sonuçlarında önemli oranda iyileşmeler elde edilmiştir. Özellikle, a ve b parametrelerini ayrı ayrı olmak üzere rasgele parametre içeren Karışık Etkili Regresyon Modeli ile çeşitli otoregresif modellere ilişkin hesaplanan Durbin-Watson katsayısı 2'ye yakın olarak elde edilmiş ve test sonucu olarak da herhangi bir otokorelasyon sorunu saptanmamıştır. Bu bakımdan, bazı parametreleri rasgele parametre içeren Karışık Etkili Regresyon Modelleri ile çeşitli Otoregresif modellerinin, hiyerarşik veri yapıları ile geliştirilen modellere ilişkin Otokorelasyon probleminin giderilmesinde etkin olduğu sonucuna varılabilir. Ancak, a ve b parametrelerini birlikte rasgele parametre olarak içeren Karışık Etkili Regresyon Modelleri ile hem tahmin başarısı hem de otokorelasyon problemine çözüm noktasında beklenen sonuçlar elde edilememiştir. Bu sonucun temel nedeni olarak; özellikle iki parametreyi rasgele içeren Karışık Etkili Regresyon Modelinin, örnek alanlar arasındaki hiyerarşik yapıyı tam olarak temsil edememesi ve iki parametrenin rasgele olması ile oluşan karmaşık model yapısının boy tahminlerini elde etmede belirli ölçüde başarısız olması ile açıklanabilir.

Bu çalışmada ağaçların çap-boy modellemesinde başarılı sonuçlar veren Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modellemesi ile Otoregresif Modellemenin gövde çapı ve gövde profili verileri ile tek ağaç çap artımı, hacmi ve hacim artımı gibi özelliklerin modellemesinde, gerek tahmin başarıları gerekse Otokorelasyon problemini gidermekteki başarı durumları da araştırılması gerekmektedir. Bu bakımdan, Klasik regresyon yöntemleri olarak Doğrusal Regresyon modellerinin geliştirilmesinde En Küçük Kareler Yöntemi

(Ordinary Least Squares, OLS) ve Doğrusal Olmayan Regresyon Modellerinde çeşitli Sayısal Çözümleme Yöntemleri ile parametre tahmini tekniklerine bir alternatif olarak Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modellemesi ile Otoregresif Modellemenin kullanımına ilişkin farklı çalışmaların gerçekleştirilmesine önemli bir ihtiyaç vardır. Diğer taraftan Karışık Etkili Doğrusal Olmayan Regresyon Modellemesi ile ve Otoregresif Modelleme ile elde edilecek tahminlerin, belirli ölçüt değerlerine göre başarı durumları yanında, ormancılık uygulamalarında önemli olan büyüme kanuniyetleri bakımından değerlendirilmesi de gerekmektedir.

Kaynaklar

- Adame, P., Cañellas, I., Roig, S., del Río, M., 2006. Modeling dominant height growth and site index curves for Rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.). *Annals of Forest Science*, 63, 929–940.
- Adame, P., del Río, M., Cañellas, I., 2008. A mixed nonlinear height–diameter model for pyrenean oak (*Quercus pyrenaica* Willd.). *Forest Ecology and Management*, 256, 88–98
- Avery, T. E., Burkhart, H. E., 1983. *Forest Measurements*. McGraw-Hill Series in Forest Resources, McGraw-Hill Book Company, New York, 331 p.
- Bravo-Oviedo, A., del Río, M., Montero, G., 2007. Geographic variation and parameter assessment in generalized algebraic difference site index modeling. *Forest Ecology and Management*, 247, 107–119.
- Budhathoki, C. B., Lynch, T. B., Guldin, J. M., 2008. A mixed-effects model for dbh–height relationship of shortleaf pine (*Pinus echinata* Mill.). *Southern Journal of Applied Forestry*, 32, 5–11.
- Calama, R., Montero, G., 2004. Interregional nonlinear height–diameter model with random coefficients for stone pine in Spain. *Canadian Journal of Forest Research*, 34, 150–163.
- Castedo-Dorado, F., Diéguez-Aranda, U., Barrio, M., Sánchez, M. and von Gadow, K., 2006. A generalized height-diameter model including random components for radiata pine plantations in northeastern Spain. *Forest Ecology and Management*, 229, 202 – 213.
- Cieszewski, C. J., Strub, M. ve Zasada, M. J., 2007. New dynamic site equation that fits best the schwappach for Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 23, 83–93.
- Cieszewski, C. J., Strub, M., 2008. Generalized algebraic difference approach derivation of dynamic site equations with polymorphism and variable asymptotes from exponential and logarithmic functions. *Forest Science* 54: 303–315.
- Crecente-Campo, F., Tomé, M., Soares, P., Diéguez-Aranda, U., 2010. A generalized nonlinear mixed-effects height-diameter model for *Eucalyptus globulus* L. in northwestern Spain. *Forest Ecology and Management*, 259, 943–952.

- Davis, S. L., Johnson, K. N., Bettinger, P. S., Howard, T. E., 2001. Forest Management, McGraw-Hill, New York, 804 s.
- Diéguez-Aranda, U., Burkhart, H. E., Rodríguez-Soalleiro, R., 2005. Modeling dominant height growth of radiata pine (*Pinus radiata* D. Don) plantations in north-western Spain. *Forest Ecology and Management*, 215, 271–284.
- Diéguez-Aranda, U., Grandas-Arias, J. A., Álvarez-González, J. G., Gadow, K.V., 2006. Site quality curves for birch stands in North-Western Spain, *Silva Fennica*, 40, 4, 631-644.
- Ferguson, I. S., Leech, J. W., 1978. Generalized least squares estimation of yield functions. *Forest Science*, 24, 27–42.
- Fulton, M. R., 1999. Patterns in height–diameter relationship for selected tree species and sites in eastern Texas. *Canadian Journal of Forest Research*, 29, 1445–1448.
- Gadow, K. V., Hui, G.Y., 1999. Modelling Forest Development, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 213 p.
- Gadow K., Real P, Álvarez González J. G. 2001. Modelización del Crecimiento y la Evolución de los Bosques. IUFRO World Series, Vol. 12, Vienna.
- Gregoire, T., Schabenberger, O., Barret, J., 1995. Linear modelling of irregularly spaced, unbalanced, longitudinal data from permanent-plot measurements. *Canadian Journal of Forest Research*, 25, 137-156.
- Fang, Z., Bailey, R. L., 1998. Height– diameter models for tropical forests on Hainan Island in southern China. *Forest Ecology and Management*, 110, 315-327.
- Fox, J., 1997. Applied Regression Analysis, Linear Models, and Related Methods. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Huang, S., Titus, S. J., Wiens, D. P., 1992. Comparison of nonlinear heightdiameter functions for major Alberta tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 22, 1297–1304.
- Huang, S., Price, D., Titus, S. J., 2000. Development of ecoregion-based height– diameter models for white spruce in boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 129, 125–141.
- Iyit, N., Genç, A., Arslan, F., 2006. Analysis of repeated measures for continuous response data using General Linear Model and Mixed Models, Proceedings of the international conference on modeling and simulation, Konya, TURKEY, 937-942.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları , İstanbul.
- Krumland, B. E., Wensel, L. C., 1978. A generalized height– diameter equation for coastal California species. *Western Journal of Applied Forestry*, 3, 113–115.
- Larsen, D. R., Hann, D. W. 1987. Height–diameter equations for seventeen tree species in southwest Oregon. Research paper 49. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Corvallis, OR.
- Lei Y., Parresol B. R., 2001. Remarks on height-diameter modeling (Res Note SRS-10), USDA For Service, Southern Research Station, Asheville, NC.
- Lopez-Sanchez, C. A., Varela, J. G., Dorado, F. C., Alboreca, A. R., Soalleiro, R.R., Alvarez Gonzalez, J. G., Rodriguez, F. S., 2003. A height–diameter model for *Pinus radiata* D. Don in Galicia (Northwest Spain). *Annals of Forest Science*, 60, 237–245.
- Lynch, T. B., Holley A. G., Stevenson, D. J., 2005. A random-parameter height-dbh model for cherrybark oak., *Southern Journal of Applied Forestry*, 29, 22–26.
- Martin, F. C., Flewelling, J. W. 1998. Evaluation of tree height prediction models for stand inventory. *Western Journal of Applied Forestry*, 13, 109–119.
- Mehtätalo, L., 2004. A longitudinal height–diameter model for Norway spruce in Finland., *Canadian Journal of Forest Research*, 34,131–140.
- Monserud, R.A., 1984. Height Growth and Site Index Curves for Inland Douglas-Fir Based on Stem Analysis Data and Forest Habitat Type, *Forest Science*, 30, 943–965.
- Nanos, N., Calama, R., Montero, G., Gil, L., 2004. Geostatistical prediction of height/diameter models. *Forest Ecology and Management*, 195, 221–235.
- Nord-Larsen, T. 2006., Developing dynamic site index curves for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Denmark. *Forest Science*, 52, 173-181.
- Paulo, J. A., Tomé, J., Tomé, M. 2011. Nonlinear fixed and random generalized height–diameter models for Portuguese cork oak stands, *Annals of Forest Science*, 68, 295-309
- Parresol, B. R., 1992. Baldcypress height–diameter equations and their prediction confidence interval. *Canadian Journal of Forest Research*, 22, 1429– 1434.
- Parresol, B. R., Vissage, J. S., 1998. White pine site index for the southern forest survey, USDA For. Serv. Res. Pap. SRS-10.
- Peng, C., 1999. Nonlinear height- diameter models for nine boreal forest tree species in Ontario (OFRI-Rep 155), Ministry of Natural Resources Institutes.
- Peng, C., Zhang, L., Liu, J., 2001. Developing and validating nonlinear height– diameter models for major tree species of Ontario’s boreal forests. *Northern Journal of Applied Forestry*, 18, 87–94.
- Robinson, A. P., Wykoff, W. R., 2004. Imputing missing height measures using a mixed-effects modeling strategy. *Canadian Journal of Forest Research*, 34, 2492–2500.
- SAS Institute Inc., 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide: statistics, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC., 816p.
- Saunders, M. R., Wagner, R. G., 2008. Long-term spatial and structural dynamics in Acadian mixedwood stands managed under various silvicultural systems. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 498–517.
- Schröder J., Álvarez-González J. G., 2001. Comparing the performance of generalized diameter-height equations for Maritime pine in Northwestern Spain. *Forstwissenschaftliches Centralblatt vereinigt mit Tharandter forstliches Jahrbuch*, 120, 18–23.
- Sharma, M., Zhang, S. Y., 2004. Height–diameter models using stand characteristics for *Pinus banksiana* and *Picea mariana*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19, 442–451.
- Sharma, M., Parton, J. 2007. Height-diameter equations for boreal tree species in Ontario using a mixed-effects modeling approach. *Forest Ecology and Management*, 249, 187–198.

Schnute, J., 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*, 38, 1128-1140.

Soares, P., Tomé, M., 2002. Height–diameter equation for first rotation eucalypt plantations in Portugal. *Forest Ecology and Management*, 166, 99–109.

Temesgen, H., Gadow, K. V., 2004. Generalized height–diameter models—an application for major tree species in complex stands of interior British Columbia. *European Journal of Forest Research*, 123, 45–51.

Trincado, G., VanderSchaaf, C. L., Burkhart, H. E., 2007. Regional mixed-effects height-diameter models for loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations. *European Journal of Forest Research*, 126, 253 – 262.

Vanclay, J. K., 1994. *Modelling Forest Growth: Applications to Mixed Tropical Forests*, CAB International, Department of Economics and Natural Resource, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, Wallingford, UK, 312 p.

van Laar, A., Akça, A., 2007. Forest mensuration: in *Managing Forest Ecosystems*, Dordrecht, The Netherlands, Springer. 383 p.

Ye, S., 2005. Covariance structure selection in linear mixed models for longitudinal data, M. Sc. Thesis, department of Bioinformatics and Biostatistics, University of Louisville, Kentucky, USA.

Wykoff, W. R., Crookston, N. L., Stage, A.R., 1982. User's guide to the stand prognosis model. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-133.



Yapay Sinir Ağ Modelleri ile Ağaçların Hacim Tahminlerinde Transfer Fonksiyonunun ve Nöron Sayısının Etkisi: Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Örneği

İ. Ercanlı¹, O. Kaya^{2*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, ÇANKIRI

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 18200, ÇANKIRI

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 30 Mart 2019

Kabul Tarihi : 23 Temmuz 2019

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:
ilkerercanlı@karatekin.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada, Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü, Başçatak İşletme Şefliği sınırları içinde yayılış gösteren Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden elde edilmiş 222 adet ağacın hacim tahminlerinin başarısına, Yapay Sinir Ağlarına

(YSA) ilişkin farklı Transfer Fonksiyonu ve Nöron sayılarının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, beş farklı Transfer Fonksiyonu ve 100 farklı Nöron sayısı alternatifini içeren 500 farklı YSA modeli için veri eğitimleri gerçekleştirilmiş ve ağaç tahminleri elde edilmiştir. Çeşitli başarı ölçütlerine göre yapılan karşılaştırmada, gerek tek girişli gerekse çift girişli hacim tahminlerinde, Linear (Pure-Lin) Transfer Fonksiyonun giriş katman ile ara katmanı bağlantı noktasında ve Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig) Transfer Fonksiyonun da ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu Transfer Fonksiyonu alternatifinin en başarılı hacim tahminlerini verdiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, Nöron sayısının artışı ile belirgin bir hacim tahmin başarısı iyileşmesi elde edilememiştir. En başarılı tek girişli YSA modeli için HKT değeri; 3.0084, RMSE değeri; 0.1262, $R^2_{düz.}$ değeri; 0.9720, AIC değeri; -785.6687 ve SBC değeri; -777.1746, THY değeri; %0.0889 ve OMHY değeri ise %9.2617 olarak hesaplanmıştır. En başarılı çift girişli YSA modeli için HKT değeri; 1.4510, RMSE değeri; 0.0879, $R^2_{düz.}$ değeri; 0.9864, AIC değeri; -924.2006 ve SBC değeri; -905.2125, THY değeri; % -0.51682 ve OMHY değeri ise % 5.8764 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmanın temel araştırma konusu olan Transfer Fonksiyonunun ve Nöron sayılarının YSA modelleri ile elde edilecek hacim tahminlerin başarısına etkisi belirlenmesinde, Nöron sayısının artırılması yerine, giriş, gizli ve çıktı katmanları arasında geçişi sağlayan uygun Transfer Fonksiyonun seçiminin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hacim tahmini, Yapay Sinir Ağları, Transfer Fonksiyonu, Nöron Sayısı.

Effect of Transfer Function and Number of Neuron on Prediction Performance of Tree Volume by Artificial Neural Network Models: A Case Study of Scots Pine Stands in Başçatak (Akdağmadeni) Forests

ABSTRACT

In this study, effect of different transfer function and number of neurons on volume prediction performance of Artificial Neural Network using single-input, diameter at breast height, and double-entry, diameter at breast height and total height was investigated by using 222 sample trees felled in Başçatak Planning Unit, Akdağmadeni Forest Enterprise, Kayseri Forest District Directorate. For this purpose, data training was performed with 500 different ANN model variants, including five different transfer functions and 100 different neuron number alternatives, and the volume predictions were obtained by using Artificial Neural Network Models. Both of single-entry and double-entry volume estimates, the transfer function alternatives including linear (pure-lin) at the connection point between input layer and the intermediate layer and the hyperbolic tangent sigmoid (intermediate-layer) at the connection point between the intermediate layer and the output layer provided the greatest performance. On the other hand, increase in the number of

Bu makaleye atf:

Ercanlı, İ., Kaya, O., 2019. Yapay Sinir Ağ Modelleri ile Ağaçların Hacim Tahminlerinde Transfer Fonksiyonunun ve Nöron Sayısının Etkisi: Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 5(1): 28-37.

neurons showed no significant improvement at success of the volume predictions. Sum of squared error (SSE) was 3.0084, Root Mean Squared Error (RMSE) was 0.1262, R^2_{adj} was 0.9720, AIC was -785.6687, was -777.1746, percentage of sum of error (PSE) was 0.0889% and percentage of mean absolute error (PMAE) was 9.2617% for the best predictive single entry ANN model; and SSE was 1.4510, RMSE was 0.0879, R^2_{adj} was 0.9864, AIC was -924.2006, SBC of -905.2125, PSE was -0.51682% and PMAE was 5.8764% for the best predictive double entry ANN model,. The effect of the transfer function and the number of neurons, which are the main research subject of this study, on the prediction performance to be obtained by the ANN models is more dependent on use of appropriate transfer function, which allows the transition between the input, hidden, and output layers, rather than number of neurons.

Keywords: Volume Predictions, Artificial Neural Network, Transfer Function, Number of neuron.

1. Giriş

Asli meşcere hacmi, ormanların ana ürünü olan ve bu bakımdan da orman işletmelerinin sahip olduğu servetin büyük bir kısmını oluşturan temel meşcere büyüme ögesidir (Yavuz, 1999; Kapucu, 2004). Orman işletmeleri, gelirlerinin büyük bir kısmını, ormanın dikili ağaç servetini, işletme planları kapsamında hacim veya ağırlık birimi ile ölçüp, üretime konu ederek elde etmektedirler (Asan, 2000). Böylece, ormanların dikili ağaç servetini oluşturan meşcere asli hacmi, orman envanterinde en önemli ölçüm özelliği olarak esas alınmaktadır. Asli meşcere özelliğinin bu önemi ile birlikte ormancılık literatüründe, meşcere hacminin belirlenmesine ilişkin çeşitli yöntemler önerilmiş ve kullanılmıştır. Bu yöntemler içinde, “Ağaç Hacim Tabloları” yöntemi sıklıkla kullanılmıştır (Yavuz ve Sakıcı 2002).

Ağaç Hacim Tabloları, ağaçların göğüs çapları ya da boyları gibi özellikleri ile hacimleri arasındaki ampirik ilişkilerini modelleyen ve istatistik bilimin bir konusu olan Regresyon Analizi ile elde edilen regresyon denklemlerine dayanmaktadır (Firat, 1973; Loetsch et al. 1973). Ağaçların göğüs çapını içermeleri ile “Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ile birlikte ağaç boyunu da içermeleri ile de “Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları” olarak adlandırılmaktadır. Ağaç hacim denklemleri, kısmen ölçümü kolay olan göğüs çapı ve ağaç boyu özellikleri yardımıyla doğrudan ölçümü zor olan ağaç hacmini tahmin etmektedirler.

Ormancılıkta, bilgisayar biliminin gelişimine bağlı olarak çeşitli istatistik yazılımlarının kullanımının yaygınlaşması ile ağaçlar üzerindeki ölçümlerden sağlanan hacim verilerinin dengelenmesinde, ‘Regresyon Analizi’ yöntemlerinin kullanımı öne çıkmıştır (Yavuz 1995; Şentürk 1997). Özellikle günümüzde ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesinde, kompleks istatistiksel regresyon denklemleri de kullanılabilir. Söz konusu bu regresyon denklemlere ilişkin hataların normal dağılımı, tahmin değerinin değişimine bağlı olarak hata varyanslarının homojenliği, hatalar arasında önemli

bir korelasyonun olmaması, bağımsız değişkenler arasında bir korelasyonun olmaması gibi çeşitli istatistiksel varsayımların sağlanması durumunda, bu denklemler ile başarılı, etkin ve doğru tahminlerin elde edilmesi mümkün olabilmektedir (Orhunbilge, 2002). Ormancılık literatüründe, istatistik biliminin bir konusu olan regresyon modelleri yanında, farklı istatistiksel varsayımlarının sağlanmasını gerektirmeyen Yapay Sinir Ağları (YSA)’nın kullanımı öne çıkmakta ve her geçen gün çeşitli tek ağaç ve meşcere özelliklerinin tahmininde YSA modellerinin kullanımına ilişkin farklı çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Dünyada, farklı tek ağaç ve meşcere özelliklerinin tahmin edilmesinde YSA modellerinin kullanımına ilişkin çok sayıda çalışma geliştirilmesine karşın, ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı sayıda kalmıştır. Ülkemizde, Diamantopoulou and Özçelik (2012), Özçelik et. al. (2013) ve Bolat (2015), ağaç boyunu; Özçelik et. al. (2008) ve Ercanlı vd. (2018a), ağaç hacmini; Ercanlı vd. (2016a) ve Günlü ve Ercanlı (2017), uzaktan algılama verileri ile meşcere karbonunu, Ercanlı vd. (2016b) çap artımını; Özçelik et. al. (2014), gövde çaplarını, Diamantopoulou et. al. (2015), Bolat ve Ercanlı (2016) ve Ercanlı ve Bolat (2017), çap dağılımlarını; Ercanlı vd. (2015), ağaçların yaş-boy ilişkilerini; Şenyurt vd. (2015), çeşitli meşcere özelliklerini; Ercanlı vd. (2018b), yaprak alan indeksini YSA modelleri ile tahmin etmişlerdir. Ercanlı vd. (2018c), Doğu Ladini-Sarıçam Karışık Meşcerelerinin çap dağılımlarının modellenmesinde farklı katman sayılarını içeren Yapay Zekanın diğer bir uygulaması olan Derin öğrenme Algoritmaları ile 3 parametrelili Weibull fonksiyonu ile elde edilen çap dağılımına ilişkin tahmin başarılarını karşılaştırmış, DÖA Derin öğrenme Algoritmaları ($R^2=0.9184$) ile Weibull fonksiyonuna ($R^2=0.6121$) göre tahmin başarısında belirgin bir iyileşme elde etmiştir.

YSA modellemesi konusunda, özellikle çeşitli tek ağaç ve meşcere özelliklerini tahmin eden başarılı YSA model yapılarının belirlenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle, bugüne kadar yapılan YSA konusundaki çeşitli çalışmalarda, genellikle YSA modellerinin regresyon modelleri ile tahmin başarılarının karşılaştırılması yapılmış, farklı

YSA model yapılarının karşılaştırıldığı ve optimal YSA model yapısının belirlendiği çalışmalar oldukça sınırlı sayıda kalmıştır. Bu bakımdan, YSA konusunda çözülmesi ve açıklığa kavuşturulması gereken önemli bir konu, tek ağaç ve meşcere özelliklerini tahmin etmede başarılı ve etkin YSA model yapılarının belirlenmesidir. Bu konuda, YSA model yapısı tanımlayan önemli YSA yapı parametreleri ise; temel YSA modelini oluşturan giriş (input), gizli (hidden) ve çıktı (output) katmanları arasındaki Transfer Fonksiyon tipleri ve Nöron sayılarıdır (Esteban et al., 2009; Atkinson and Tatnall 1997; Ashraf et al., 2013). Bu çalışmada, Başçatak (Akdağmadeni) Yöresinde yayılış gösteren Sarıçam ağaçlarının hacimlerinin tahmin edilmesinde, farklı Transfer Fonksiyon tipleri ile çeşitli Nöron sayılarına ilişkin YSA model yapısı alternatiflerini içeren çeşitli YSA modellerinin karşılaştırması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Akdağmadeni Orman işletme Müdürlüğü, Başçatak

Çizelge 1. Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler

		Min.	Max.	Ortalama	Standart Sapma
d _{1.30} (cm)	Eğitim	8.00	59.00	29.87	13.02
	Denetim	8.10	57.50	31.51	11.96
h (m)	Eğitim	5.80	30.90	17.56	6.18
	Denetim	7.50	31.70	18.60	7.26
V (m ³)	Eğitim	0.0211	2.9313	0.8513	0.7542
	Denetim	0.0221	2.9256	0.9362	0.8105

2.1. Ağaç Hacim Hesapları

Bu çalışmada, örnek ağaçların hacimleri; dip kütük, seksiyonlar ve uç parça olmak üzere üç ayrı bölümde hesaplanmış, bu kısımlara ilişkin hacimlerin toplanması ile de toplam gövde hacmi elde edilmiştir. Örnek ağaçlarda, dip kütüğün silindirik, uç parçanın ise koni biçiminde olduğu varsayımı ile hacimler hesaplanmıştır. Örnek ağaçların seksiyon bölüm hacimleri de, seksiyon uzunlukları eşit olduğundan "Huber" formülü ile hesaplanmıştır. Örnek ağaçların hacimlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir;

$$\text{Dip kısım için; } V_{\text{dip}} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.3}^2 \cdot 0.3 \quad (1)$$

$$\text{Uç kısmı için; } V_{\text{uç}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{uç}}^2 \cdot l_{\text{uç}} \quad (2)$$

$$\text{Seksiyon hacimleri için Huber formülü; } V_{\text{seksiyon}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{1.3}^2 + \dots + d_n^2) \cdot 2 \quad (3)$$

İşletme Şefliği sınırları içinde yayılış gösteren Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden kesilerek elde edilen 222 adet ağaca ilişkin ölçüm verileri kullanılmıştır. Bu örnek ağaçlar, çalışma alanındaki farklı çap ve boylarda olmak üzere hacim gelişimindeki değişkenliği temsil etmek üzere seçilmiştir. Örnek ağaçlar, dip kütük yüksekliğinden (0.3 m) kestirilerek, ilk olarak 0.3 metrede dip çap ölçülmüş daha sonra, çelik şerit metre yardımıyla 1'er metre ara ile 1.3, 2.3, 3.3 metrelerde gövde çapları ölçülmüştür. Örnek ağaçların toplam boyları ise çelik şerit metre ile ölçülerek belirlenmiştir. Bu çalışmada, kesilen 222 adet örnek ağaçta, toplam 2169 adet gövde çap ölçümü yapılmıştır. Çizelge 1'de, örnek ağaçlara ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. YSA modellerinin eğitiminde (Training data), toplam verinin yaklaşık %85'i (n=190 ağaç); YSA modelleri ile elde edilen tahminlerin çalışmaya konu meşcerelere uygunluğunun denetiminde ise toplam verinin yaklaşık %15'i (n=32 ağaç) kullanılmıştır (Çizelge 1).

Bu formüllerde, V_{dip} : ağaçların toprak seviyesi ile 0.3 metre arasındaki kısmını, $d_{0.3}$: ağaçların 0.3 metre yüksekliğindeki çapını, $V_{\text{uç}}$: en son ölçülen seksiyon kısmı ile uç kısım arasında kalan kısmın hacmini, $d_{\text{uç}}$: uç kısmın dip çapını, $l_{\text{uç}}$: uç kısmın uzunluğunu, V_{seksiyon} : 2 metrelik seksiyon hacimlerini, $d_{1.30}$ ve d_n : ağaç gövdelerinin 1.3 metre ve n. metre yüksekliklerde ölçülen çapları ifade etmektedir.

2.2. Yapay Sinir Ağ Modelleri

Temel bir YSA modeli, giriş katmanı (Input layer), gizli ya da ara katman (Hidden layer) ve çıktı katmanı (Output layer) olmak üzere üç katmandan oluşur. Bu katmanlar arasındaki bağlantılar ise, hiperbolik tanjant sigmoid (tan-sig), lojistik sigmoid (log-sig) ve lineer (pure-lin) fonksiyon olmak üzere üç farklı fonksiyon ile sağlanır. YSA modellerinde önemli bir konu da, özellikle ara katmanda bulunacak Nöron sayısının belirlenmesidir. Temelde, Transfer Fonksiyon tipi ve Nöron sayısı

parametreleri, YSA modelinin tahmin başarısını etkileyen önemli parametrelerdir. YSA modellerinin yapay Nöronlar içeren çok katmanlı ve paralel olarak çalışan yapısı, doğrusal olmayan ilişkilerin modellemesine ve tahminlerin başarıyla elde edilmesine imkan sağlar (Nasr et al., 2003).

YSA modellemesinde, önemli bir konu da; verilerin ağa sunulmadan önce aşırı salınımları engellemek ve sistem performansını arttırmak için normalizasyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Modelleme çalışmalarında, genellikle verilerin [0,1] aralığında ölçeklendirilmesi önerilmektedir. Bu çalışmada da, veriler [0,1] aralığına ölçeklendirilerek normalize edilmiştir. Verilerin normalize edilmesinde kullanılmış formül aşağıda verilmiştir.

$$X_{norm} = \frac{(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})}$$

YSA ile elde edilen tahminlere ilişkin geri dönüşüm işlemine ilişkin formül de aşağıda verilmiştir.

$$X_{denorm} = X_{tahmin} \cdot (X_{max} - X_{min}) + X_{min} \quad (5)$$

YSA modelinin oluşturulmasında; ağaçların dendrometrik formüller ile hesaplanan toplam hacmi, çıktı değişkeni (target variable); tek girişli tahminler için göğüs çapı, çift girişli tahminler için de göğüs çapı ile birlikte ağaç boyu giriş (input) değişkeni olarak alınmıştır. YSA modellerinin eğitiminde, transfer fonksiyonu olarak; Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig), Lojistik Sigmoid (Log-Sig) ve Linear (Pure-Lin) fonksiyonu olmak üzere üç farklı Transfer Fonksiyon kullanılmıştır. Bu çalışmada, YSA modellerinin üç katmanlı yapısında, giriş katmanı ile ara katman ve ara katman ile çıkış katmanı arasında bağlantı noktalarında farklı

Transfer Fonksiyon seçenekleri için eğitimler gerçekleştirilmiştir. YSA modellerinin üç katmanlı yapısında, katmanlar arası bağlantı noktalarına ilişkin transfer fonksiyon seçenekleri, Tablo 2’de verilmiştir. Yapılan ön analizlerde, Lojistik Sigmoid (Log-Sig)’in ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Linear (Pure-Lin)’in giriş katmanı ile ara katman ve ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktalarında olduğu alternatiflerin (A1, A4, A7 ve A9) anlamlı ve başarılı sonuçlar vermediği belirlenmiş olup, bu nedenle bu alternatiflerin değerlendirilmesi çalışmadan çıkarılmıştır. Böylece beş Transfer Fonksiyonu alternatifi için eğitimler gerçekleştirilmiş ve tahminler elde edilmiştir.

YSA modellerinde, tahmin başarısını etkileyen diğer bir önemli parametre de, ağ yapısının ara katmanında kullanılacak Nöron sayısıdır. Bu çalışmada, 1’den 100’e kadar Nöron sayısı olmak üzere, 100 farklı Nöron sayısı seçeneği için veri eğitimi gerçekleştirilmiş ve tahminler elde edilmiştir. Böylece, beş farklı transfer fonksiyonu ve 100 farklı Nöron sayısı alternatifi olmak üzere toplam 500 farklı YSA alternatifi için veri eğitimi gerçekleştirilmiş ve tahminler elde edilmiştir. Bu farklı YSA modellerinin eğitim sürecinde, en çok tercih edilen İleri Beslemeli-Geri Yayımlı (Feed-Forward Backprop Artificial Neural Network) Yapay Sinir Ağ yapısı kullanılmıştır. Bu çalışmada, farklı YSA alternatiflerini içeren İleri Beslemeli-Geri Yayımlı YSA modellerinin eğitim süreçlerinin gerçekleştirilmesinde ve hacim tahminlerinin elde edilmesinde, “the Mathworks MATLAB” yazılımının R2015 versiyonu içindeki Neural Network Toolbox (NNTOOL) modülü kullanılmıştır (The MathWorks Inc., 2015).

Tablo 2. Transfer fonksiyon alternatifleri

Alternatifler	Giriş Katman - Ara Katman Fonksiyonu	Ara Katman - Giriş Katman Fonksiyonu
A1	Lojistik Sigmoid (Log-Sig)	Lojistik sigmoid (Log-Sig)
A2	Lojistik Sigmoid (Log-Sig)	Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig)
A3	Lojistik Sigmoid (Log-Sig)	Linear (Pure-Lin)
A4	Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig)	Lojistik Sigmoid (Log-Sig)
A5	Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig)	Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig)
A6	Hiperbolik tanjant sigmoid (Tan-Sig)	Linear (Pure-Lin)
A7	Linear (Pure-Lin)	Lojistik Sigmoid (Log-Sig)
A8	Linear (Pure-Lin)	Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig)
A9	Linear (Pure-Lin)	Linear (Pure-Lin)

2.3. YSA Modellerinin Tahminlerinin Karşılaştırılması ve Denetlemesi

500 farklı YSA modelinden hacim tahminlerinde en başarılı olan YSA yapısının belirlenmesinde,

çeşitli istatistikî ölçüt değerleri kullanılmıştır. Bu başarı ölçütleri ise; Düzeltilmiş Belirtme Katsayısı (R^2_{adi}), Akaike Bilgi Ölçütü (AIC), Schwarz’ın Bayesian Bilgi Ölçütü (SBC), Hataların Ortalama Kare Kökü (the root mean square error, RMSE) değeri, Toplam Hata Yüzdesi (THY) ve Ortalama

Mutlak Hata Yüzdesi (OMHY) olmak üzere altı adettir. Kullanılan bu ölçütlere ilişkin formüller aşağıda verilmiştir.

$$\text{Düzeltilmiş Belirtme Katsayısı (R}_{\text{düz.}}^2) = 1 - \frac{HKT \cdot (n-1)}{YAKT \cdot (n-p)} \quad (6)$$

$$\text{Akaike Bilgi Ölçütü (AIC)} = n \cdot \ln\left(\frac{HKT}{n}\right) + 2k \quad (7)$$

$$\text{Schwarz'ın Bayesian Bilgi Ölçütü (SBC)} = n \cdot \ln\left(\frac{HKT}{n}\right) + k \cdot \ln(n) \quad (8)$$

$$\text{Hataların Ortalama Kare Kökü (RMSE)} = \sqrt{\frac{HKT}{n-k}} \quad (9)$$

$$\text{Toplam Hata Yüzdesi (TH)} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{V}_i - \sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (10)$$

$$\text{Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (OMHY)} = \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{V}_i - V_i|}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (11)$$

Bu formüllerde, HKT; regresyon dışı kareler toplamı olup, gözlem değerinden farklı yöntemler ile elde edilen tahmin değerlerinin çıkarılması ile elde edilen model hatalarının karesi olarak hesaplanmıştır. YAKT ise; Y ayrılış kareler toplamı olup, gözlem değerinden gözlem değerlerine ilişkin ortalama değerinin çıkarılması elde edilen farkın karesi alınarak hesaplanmıştır. Formüllerdeki k değeri; tahminlerde kullanılan girdi değişken sayısını, n; veri sayısını göstermektedir. \hat{V} ; hacim denklemleri ve YSA modelleri ile tahmin edilen hacim değerlerini, V; arazide ölçülen çap değerleri ve boy değerleri ile hesaplanan hacim değerlerini göstermektedir. Bu ölçüt değerlerinden, 0 ile 1 arasında değer alan belirtme katsayısının, mümkün olduğunca 1'e yakın bir değer alması istenilmektedir. Diğer ölçüt değerlerinin küçük değerler alması, daha başarılı tahminlerin elde edildiğini göstermektedir.

En başarılı olan YSA modeli belirlendikten sonra YSA modelleri ile elde edilen tahminlerin denetleme süreci (validation), modellerinin eğitiminde kullanılmamış 32 ağaçtan oluşan veriler ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için YSA modellerinin eğitiminde kullanılmamış olan 32 adet ağacın hacmi, en başarılı olarak belirlenen YSA modeli ile tahmin edilmiş (simülasyonlar), bu tahmin değerleri ile gözlem değerleri arasındaki fark da, "Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired t test)" ile test edilmiştir. Denetleme süreci için ayrılan ağaçların bölümlene yöntemi ile elde edilen hacim değerleri ile en başarılı olarak belirlenen YSA modeli kullanılarak tahmin edilen ağaç hacim değerleri arasında, istatistiksel olarak bir farklılık olması durumunda ($p < 0.05$); geliştirilen bu YSA modellerinin çalışma alanındaki ağaçların hacim tahmininde kullanılmaya uygun olmadığı sonucuna varılır. Bununla birlikte gözlemlenen ve YSA modelleri tarafından tahmin edilen hacim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaması durumunda ise ($p > 0.05$);

YSA modelinin çalışma alanındaki hacim tahminleri için uygun olduğu sonucuna varılabilir.

3. Bulgular

Çizelge 2'de, bu çalışmada tek girişli ve göğüs çapına bağlı olarak hacim tahminlerini sunan YSA modellerinin farklı transfer fonksiyon seçenekleri için ortalama başarı ölçüt değerleri verilmiştir. Bu seçeneklerden en başarılı sonuçlar, Linear (Pure-Lin) fonksiyonun giriş katman ile ara katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig) fonksiyonun in ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu (A8) YSA modeli ile elde edilmiştir. Bu transfer fonksiyonu seçeneği için (A8) ortalama HKT değeri; 5.1129, RMSE değeri; 0.1644, $R^2_{\text{düz.}}$ değeri; 0.9524, AIC değeri; -685.0331 ve SBC değeri ise; -676.5391 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 1 ve 2'de, bu çalışmada tek girişli hacim tahminlerini sunan YSA modellerinin farklı Nöron sayısı seçenekleri için $R^2_{\text{düz.}}$ ve RMSE değerlerinin değişimi verilmiştir. Tek girişli hacim tahminleri için transfer fonksiyonu ile Nöron sayısı birlikte değerlendirildiğinde, en başarılı hacim tahminleri transfer fonksiyonu; Lojistik Sigmoid (Log-Sig) fonksiyonun giriş katman ile ara katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig) fonksiyonun da ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu ve 74 Nöron sayısına sahip YSA modeli olmuştur. Bu en başarılı tek girişli YSA modeli için HKT değeri; 3.0084, RMSE değeri; 0.1262, $R^2_{\text{düz.}}$ değeri; 0.9720, AIC değeri; -785.6687 ve SBC değeri ise; -777.1746 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu YSA modeli için hesaplanan THY değeri; %0.0889 ve OMHY değeri ise %9.2617'dir.

Çizelge 2. Tek girişli hacim tahminleri için transfer fonksiyon seçeneklerine ilişkin ortalama başarı ölçüt değerleri

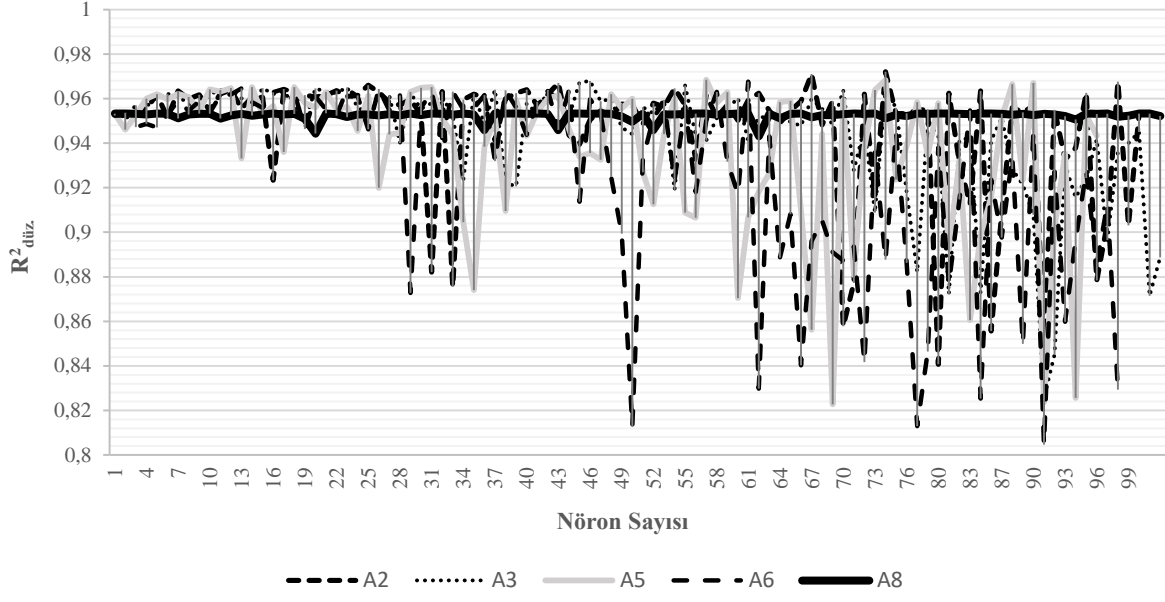
Transfer Fonksiyon seçenekleri	HKT	$R^2_{düz.}$	RMSE	AIC	SBC
A2	6.2812	0.9416	0.1751	-672.7444	-664.2504
A3	6.0500	0.9437	0.1752	-667.8994	-659.4054
A5	8.5499	0.9205	0.1986	-632.8056	-624.3116
A6	8.5495	0.9205	0.2036	-619.1113	-610.6173
A8	5.1129	0.9524	0.1644	-685.0331	-676.5391

Çizelge 3’de, çift girişli, göğüs çapı ile birlikte ağaç boyuna göre, hacim tahminlerini sunan YSA modellerinin farklı transfer fonksiyon seçenekleri için ortalama başarı ölçüt değerleri verilmiştir. Bu seçeneklerden en başarılı sonuçlar, tek girişli tahminlere benzer olarak Linear (Pure-Lin) fonksiyonun giriş katman ile ara katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig) fonksiyonun da ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu (A8) YSA modeli vermiştir. Bu transfer fonksiyonu seçeneği için (A8) ortalama HKT değeri; 2.4661, RMSE değeri; 0.1145, $R^2_{düz.}$ değeri; 0.9769, AIC değeri; -823.7076 ve SBC değeri ise; -804.7195 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3 ve 4’de ise, çift girişli hacim tahminlerini sunan YSA modellerinin farklı Nöron

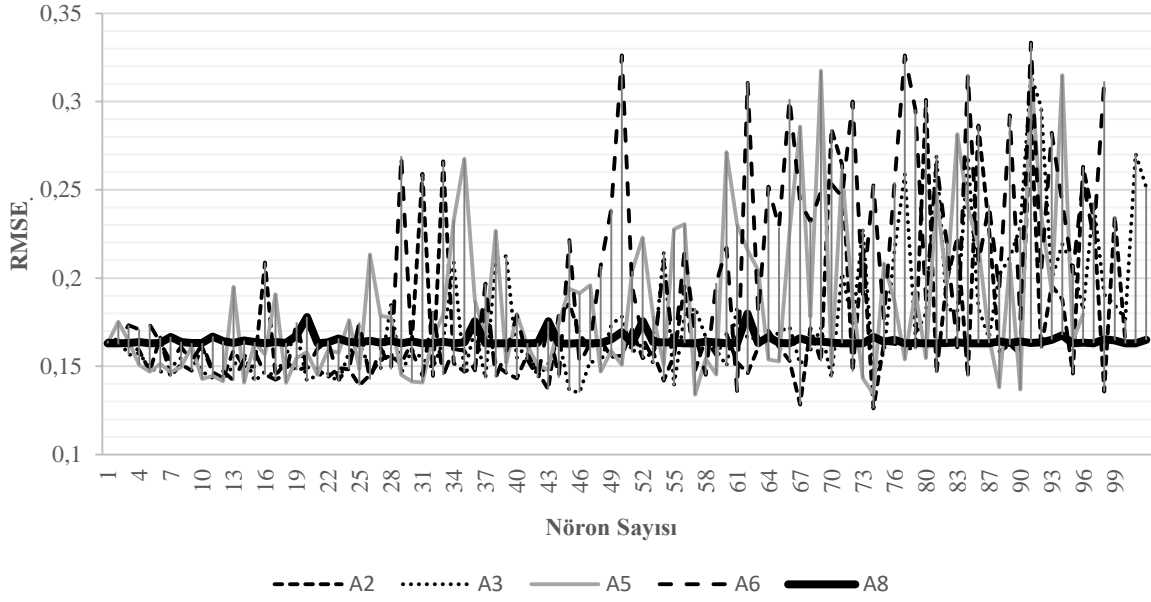
sayısı seçenekleri için $R^2_{düz.}$ ve RMSE değerlerinin değişimi görülebilir. Çift girişli hacim tahminleri için transfer fonksiyonu ile Nöron sayısı birlikte değerlendirildiğinde, en başarılı hacim tahminleri transfer fonksiyonu; Lojistik Sigmoid (Log-Sig) fonksiyonun giriş katman ile ara katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Linear (Pure-Lin) fonksiyonun ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu ve 56 Nöron sayısına sahip YSA modelidir. Bu en başarılı tek girişli YSA modeli için HKT değeri; 1.4510, RMSE değeri; 0.0879, $R^2_{düz.}$ değeri; 0.9864, AIC değeri; -924.2006 ve SBC değeri ise; -905.2125 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu YSA modeli için hesaplanan THY değeri; % -0.51682 ve OMHY değeri ise % 5.8764’dır.

Çizelge 3. Çift girişli hacim tahminleri için transfer fonksiyon seçeneklerine ilişkin ortalama başarı ölçüt değerleri

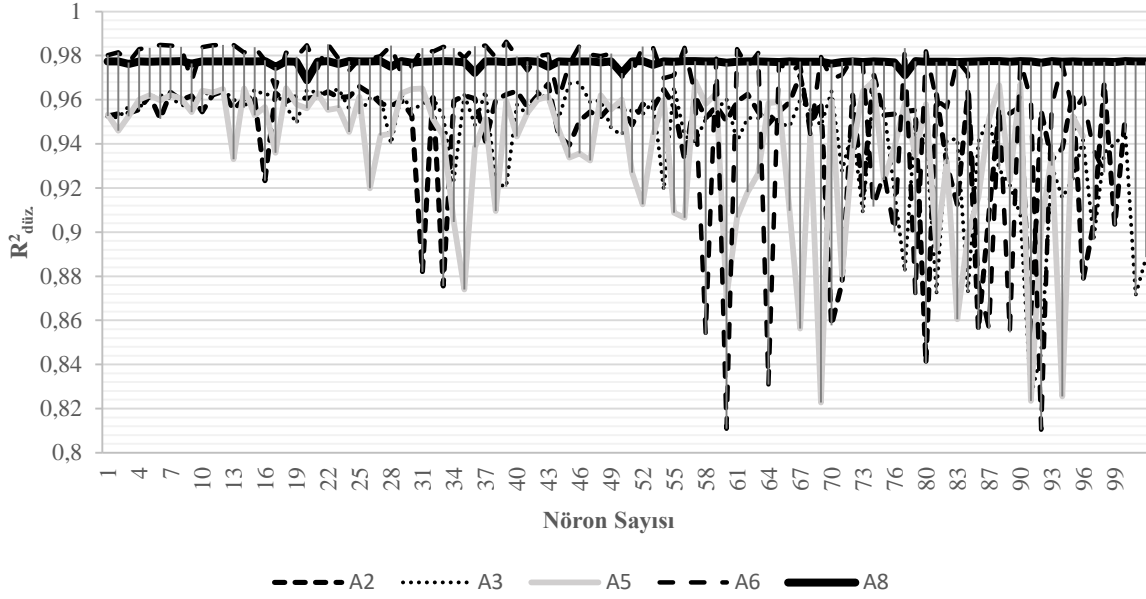
Transfer Fonksiyon seçenekleri	HKT	$R^2_{düz.}$	RMSE	AIC	SBC
A2	2.6677	0.9751	0.1158	-827.7643	-808.7762
A3	2.8155	0.9737	0.1171	-826.4578	-807.4697
A5	3.4768	0.9675	0.1279	-798.8013	-779.8132
A6	5.2901	0.9505	0.1461	-769.4619	-750.4738
A8	2.4661	0.9769	0.1145	-823.7076	-804.7195



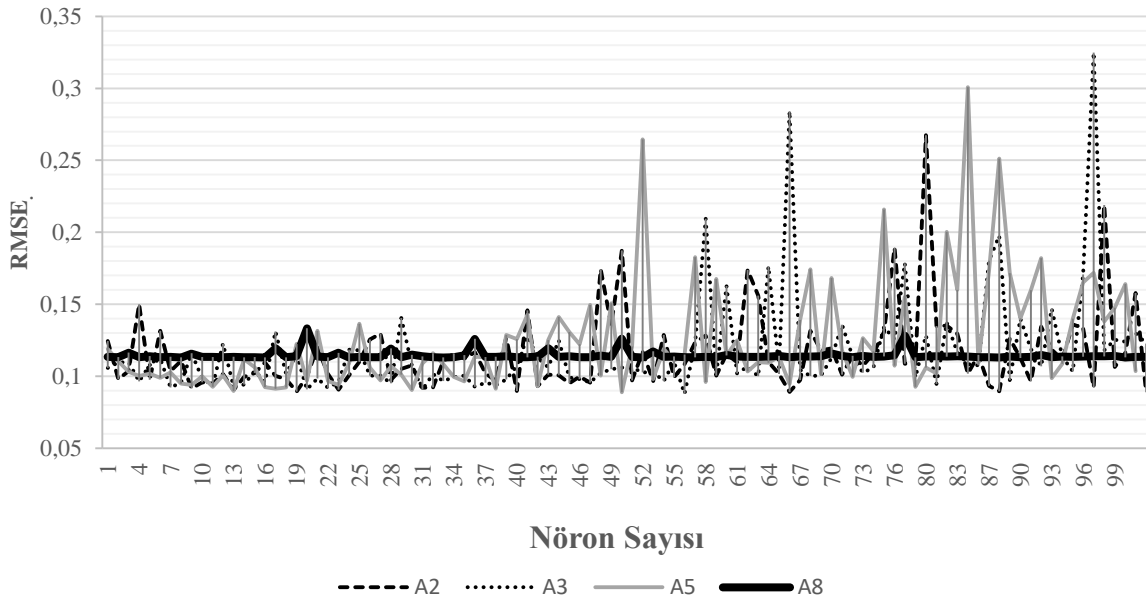
Şekil 1. Tek girişli hacim tahminlerinde farklı transfer fonksiyonu ve Nöron sayılarına göre $R^2_{düz.}$ değerinin değişimi



Şekil 2. Tek girişli hacim tahminlerinde farklı transfer fonksiyonu ve Nöron sayılarına göre RMSE değerinin değişimi



Şekil 3. Çift girişli hacim tahminlerinde farklı transfer fonksiyonu ve Nöron sayılarına göre $R^2_{düz.}$ değerinin değişimi



Şekil 4. Çift girişli hacim tahminlerinde farklı transfer fonksiyonu ve Nöron sayılarına göre RMSE değerinin değişimi

En başarılı olarak belirlenen tek ve çift girişli YSA modellerine ilişkin denetleme süreci (validation), modellerinin eğitiminde kullanılmamış olan 32 ağaç verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, tek ve çift girişli YSA modelleri ile elde edilen tahminleri denetlemek için; YSA modellerinin eğitiminde kullanılmamış örnek ağaçlar için YSA modeli ile hacim tahminleri elde edilmiştir. Tek girişli YSA elde edilen tahmin değerleri ile gözlem değerleri arasındaki farka ilişkin “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired t test)” sonucunda; ortalama fark $\bar{D} = -0.01159$, farka ilişkin standart sapma $S_D = 0.04459$, t hesap değeri $t = -1.0716$, $p = 0.2998$ olarak hesaplanmıştır. Çift

girişli YSA modelinin denetiminde, ortalama fark $\bar{D} = -0.03665$, farka ilişkin standart sapma $S_D = 0.12167$, t hesap değeri $t = -1.2420$, $p = 0.2321$ olarak elde edilmiştir. Böylece örnek ağaçların bölümlene yöntemi ile hesaplanan hacmi ile tek ve çift girişli YSA modelleri ile tahmin edilen ağaç hacimleri arasında % 95 güvenle anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Yapay Sinir Ağları modelleri ile ağaçların hacim tahminlerinin göğüs çapı ya da göğüs çapı ile birlikte ağaç boyuna göre elde

edilmesinde, Transfer Fonksiyonu tipi ile Nöron sayısının etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, farklı Transfer Fonksiyonu tipi ile Nöron sayıları seçeneklerinden oluşan 500 farklı YSA modeli eğitilmiş ve çeşitli başarı ölçütleri ile elde edilen tahminlerin başarı durumları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada, gerek tek girişli gerekse çift girişli hacim tahminleri için Linear (Pure-Lin) fonksiyonun giriş katman ile ara katmanı bağlantı noktasında olduğu ve Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Tan-Sig) fonksiyonun ara katman ile çıkış katmanı bağlantı noktasında olduğu (A8) Transfer Fonksiyonunun en başarılı tahmin sonuçlarını verdiği belirlenmiştir. Tek girişli hacim tahminleri için en başarılı belirlenen Transfer Fonksiyonu seçeneğinin (A8), en başarısız olarak elde edilen transfer fonksiyon seçeneğine göre (A6) HKT, $R^2_{düz.}$, RMSE, AIC, SBC değerlerinde sırasıyla, -%40.1971, %3.1971, -%19.2384, %10.6478 ve %10.7959 oranlarında iyileşmeler elde edilmiştir. Çift girişli hacim tahminleri için ise, tek girişli hacim tahminlerinde de olduğu gibi en başarılı belirlenen Transfer Fonksiyonu seçeneğinin (A8), en başarısız olarak elde edilen transfer fonksiyon seçeneğine göre (A6) HKT, $R^2_{düz.}$, RMSE, AIC, SBC değerlerinde sırasıyla, -%53.382, %2.6411, -%21.6136, %7.0498, %7.2282 oranlarında iyileşmeler elde edilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında, Transfer Fonksiyonu tipinin tahmin başarısında önemli oranda etkili olduğu görülmektedir. 100 Nöron seçeneğine göre $R^2_{düz.}$ ve RMSE değerlerinin değişimleri incelendiğinde ise (Şekil 1, 2, 3 ve 4); özellikle Nöron sayısının değişimine göre tahmin başarılarında belirgin bir artan ya da azalan bir trend gözlemlenmemiştir. Diğer taraftan, Şekil 1-4 incelendiğinde, özellikle A8 transfer fonksiyonu dışındaki diğer transfer fonksiyonu seçeneklerinin oldukça dengesiz, farklı Nöron sayılarına göre oldukça farklı $R^2_{düz.}$ ve RMSE değerlerini üretebildikleri görülmektedir. A8 transfer fonksiyonu seçeneği için ise, Nöron sayılarındaki değişime göre dengeli ve tutarlı bir $R^2_{düz.}$ ve RMSE değişimi gözlemlenmiştir. Bu bakımdan, transfer fonksiyonu değişimine göre çeşitli başarı ölçütlerinde görülen iyileşmeler, Nöron sayısının artışına göre elde edilememiştir. Diğer taraftan, uygun olmayan Transfer fonksiyonu seçimi ile tahmin başarılarında önemli oranda kötüleşmeler görülmektedir (şekil 1-4). Dolayısıyla, özellikle fazla Nöron sayılarını içeren YSA modellerinin kullanımı yerine, uygun ve başarılı Transfer Fonksiyonu seçimi, başarılı ve tutarlı tahminlerin elde edilmesinde daha önemli olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bu çalışmanın temel araştırma konusu olan Transfer Fonksiyonun ve Nöron sayılarının YSA modelleri ile elde edilecek tahminlerin

başarısına etkisi olarak da, Nöron sayısının artırılması yerine; giriş, gizli ve çıktı katmanları arasında geçişi sağlayan uygun Transfer Fonksiyonun seçiminin daha önemli olduğu sonucuna varılabilir. Nöron sayılarının artırılması, YSA modellerinin tahmin başarısını artırmadığı gibi, oldukça karmaşık ve uygulaması zor olan YSA modellerinin elde edilmesine neden olabilmektedir.

Son yıllardaki artım ve büyüme modellemesi konusundaki literatür incelendiğinde; YSA modelleri, çeşitli tek ağaç ve meşcere özelliklerini modellemede sahip oldukları çeşitli avantajları ile belirli ölçüde klasik istatistik yöntemlerinin yerine geçmekte ve daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu bakımdan, çeşitli tek ağaç ve meşcere özelliklerini YSA ile modelleyen çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, optimal YSA modellerinin belirlenmesi üzerine ise yeterli çalışma gerçekleştirilmemiştir. YSA modellemesi konusunda yapılan birçok çalışmada, araştırmacı tarafından belirlenen belirli bir Nöron sayısı ve transfer fonksiyonuna sahip YSA modeli ile klasik regresyon modelleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda, YSA modellerinin sahip oldukları oldukça ileri düzeydeki doğrusal olmayan (nonlinear) model yapıları ve çeşitli istatistiksel varsayımların sağlanmasını gerektirmeyen özellikleri ile çeşitli tek ağaç ve meşcere özelliklerinin tahmininde oldukça başarılı sonuçlar vermişlerdir. Ancak, çeşitli Transfer Fonksiyonları ile Nöron sayılarını içeren farklı YSA model yapılarının karşılaştırılması ve ideal YSA modelinin belirlenmesi, artım ve büyüme modellemesinde önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada da olduğu gibi, farklı YSA modellerinin karşılaştırılması ve başarılı YSA model yapılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu ideal YSA modeline karar vermede sadece çeşitli başarı ölçütlerinin değerlendirilmesi yanında, YSA modellerinin çeşitli artım ve büyüme kanuniyetlerini de sağlayıp sağlamadığının değerlendirilmesi de önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Asan, Ü. 2000. Ulusal orman envanteri kavramı ve Türkiye'deki durumu. T.C. Orman Bakanlığı, Teknik Bülten, 1, 2.
- Ashraf, M. I., Zhao, Z., Bourque, A., MacLean, D.A., Meng, F. 2013. "Integrating biophysical controls in forest growth and yield predictions generated with artificial intelligence technology", Canadian Journal of Forest Research, 43, 1162–1171.
- Atkinson, P. M., Tatnall, A. R. 1997. Introduction: neural networks in remote sensing, International Journal of Remote Sensing. 18, 4, 699–709.
- Bolat, F. 2015. Predictions for Oriental Beech Tree Heights Based on Artificial Neural Network in Kestel

Forests. The 10th International Beech Symposium, 1-6 September, 2015, Kastamonu, Turkey.

Bolat, İ., Ercanlı, İ. 2016. Using Artificial Neural Network in Describing Diameter Distribution in an Even-Aged Forest. International Forestry Symposium, 7-10 December 2016, Kastamonu-Turkey

Diamantopoulou, M. J., Özçelik, R. 2012. Evaluation of different modeling approaches for total tree-height estimation in Mediterranean Region of Turkey. Forest Systems, 21, 3, 383-397.

Diamantopoulou, M. J., Özçelik, R., Crecente-Campo, F., Eler, Ü. 2015. Estimation of Weibull function parameters for modelling tree diameter distribution using least squares and artificial neural networks methods. Biosystem Engineering, 133, 33-45.

Ercanlı, İ., Kahriman, A., Bolat, F. 2015. Applications of Artificial Neural Network for Predicting the Relationships Between Height And Age For Oriental Beech, The 10th International Beech Symposium, 1-6 September, 2015, Kastamonu, Turkey.

Ercanlı, İ., Günlü, A., Şenyurt, M., Bolat, F., Kahriman, A. 2016a. Artificial neural network for predicting stand carbon stock from remote sensing data for even-aged scots pine (*pinus sylvestris* L.) Stands in the taşköprü-çiftlik forests, 1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies (FETEC 2016), Bursa Technical University, Faculty of Forestry, 2-4 June 2016, Bursa-TURKEY.

Ercanlı, İ., Kahriman, A., Yavuz, H. 2016b. Predicting Oriental Spruce and Scots Pine Tree Diameter Increments Based on Artificial Neural Network Located in Mixed Oriental Spruce-Scots Pine Stands at Trabzon and Giresun Forest District. International Forestry Symposium, 7-10 December 2016, Kastamonu-Turkey

Ercanlı, İ., Bolat, F. 2017. Diameter distribution Modeling based on Artificial Neural Networks for Kunduz Forests. International Symposium on New Horizons in Forestry-ISFOR 2017, Isparta University, Faculty of Forestry, 18-20 October, Isparta, Turkey.

Ercanlı, İ., Kurt, A. K., Şenyurt, M., Günlü, A., Keleş, S., 2018a, Tarsus Yöresi Anadolu Karaçamı Ağaçlarında Hacim Tahminlerinin Yapay Sinir Ağları ile Elde Edilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, 25-37.

Ercanlı, İ., Günlü, A., Şenyurt, M., Keleş, S., 2018b. Artificial neural network models predicting the leaf area index: a case study in pure even-aged Crimean pine forests from Turkey, Forest Ecosystems, 5-29.

Ercanlı, İ., Bolat, F., Yavuz, H., 2018c. Ormanların Çap Dağılımlarının Modellenmesinde Derin Öğrenme Algoritmalarının Kullanımı: Trabzon ve Giresun Ormanları Doğu Ladini-Sarıçam Karışık Meşcereleri Örneği, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, Cilt 4, Sayı 2, 122-132.

Esteban, L.G., Fernandez, F.G., de Palacios, P. 2009. MOE Prediction in *Abies pinsapo* boiss. Timber: application of an artificial neural network using non-destructive testing. Computers and Structures, 87, 1360-1365.

Fırat, F. 1973. Dendrometri, IV. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 1800, Orman Yayın No: 193, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Günlü, A., Ercanlı, İ. 2017. Evaluating some artificial neural networks and multiple linear regression model for predicting carbon of pure oriental beech stand in Göldağ forests. International Symposium on New Horizons in Forestry-ISFOR 2017, Isparta University, Faculty of Forestry, 18-20 October, Isparta, Turkey.

Kapucu, F. 2004. Orman amenajmanı. KTÜ Orman Fakültesi Yay No, 215 / 33, ISBN-975-6983-35-3, 514 s.

Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, KE. 1973. Forest Inventory, Volume 2. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.

MATLAB and Statistics Toolbox Release 2015, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States.

Nasr, G. E., Badr, E. A., Joun, C. 2003. Backpropagation neural networks for modeling gasoline consumption, Energy Conversion and Management, 44, 6, 893-905.

Orhunbilge, N. 2002. Uygulamalı Regresyon Ve Korelasyon Analizi, İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Özçelik, R., Diamantopoulou, M.J., Wiant, H. R., Brooks, J. R. 2008. Comparative study of standard and modern methods for estimating tree bole volume of three species in Turkey. Forest Products Journal, 58, 6, 73-81.

Özçelik, R., Diamantopoulou, M. J., Crecente-Campo, F., Eler, U. 2013. Estimating Crimean juniper tree height using nonlinear regression and artificial neural network models, Forest Ecology and Management 306, 52-60.

Özçelik, R., Diamantopoulou, M. J., Brooks, J. R. 2014. The use of tree crown variables in over-bark diameter and volume prediction models. Journal of Biogeosciences and Forestry, 7, 132-139.

Şentürk, N. 1997. Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Wahl. subsp. *Oxycarpa* (Bieb. ExWilld.) Franco&RochaAfonso) gövde hacim ve ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şenyurt, M., Ercanlı, İ., Yavuz, H., Kahriman, A. 2015. Predicting Stand Yield Parameters Based On Artificial Neural Network for Oriental Beech in Kestel Forests, Bursa. The 10th International Beech Symposium, 1-6 September, 2015, Kastamonu, Turkey.

Yavuz, H. 1995. Taşköprü Orman İşletmesinde Sarıçam ve Karaçam için Uyumlu Gövde Çapı, Gövde Hacmi ve Hacim Oran Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi (Basılmamıştır), Trabzon.

Yavuz, H. 1999. Taşköprü Yöresinde Karaçam için Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 5, 1181-1189.

Yavuz, H., Sakıcı, O. E. 2002. Gövde profili modellerinin bilimsel ve pratik açıdan irdelenmesi. Orman Amenajmanı'nda kavramsal açılımlar ve yeni hedefler sempozyumu, İstanbul, 233-241.



Belgrad Ormanının Toprak Biyolojik Kalite İndeksinin Mikroeklembacıklılar ile Belirlenmesi

M. Çakır

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, ÇANKIRI

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 1 Mayıs 2019

Kabul Tarihi : 16 Temmuz 2019

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:
mericcakir@gmail.com

ÖZ

Toprak kalitesi, su ve hava kalitesi ile birlikte çevre kalitesinin üç bileşeninden biridir. Toprak kalite göstergeleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak kalite parametreleri olarak ayrılmaktadır. Biyolojik toprak kalite parametresi olarak toprak canlıları, antropojenik bozulmalara verdikleri hızlı tepkilerden dolayı önemli bir ölçüt olarak belirlenmiştir. Toprak biyolojik kalitesinin belirlenmesinde son yıllarda tasarlanan ve geliştirilen indekslerden biri QBS-ar dır. QBS-ar indeksi, mikroeklembacıklıların toprak ekosistemine adaptasyonlarını gösteren morfolojik karakterlerin varlığına odaklanır ve tür düzeyinde karmaşık taksonomik tanımlama gerektirmez. Belgrad Ormanında yedi farklı orman ağacı altında, üçer noktadan, farklı zamanlarda çelik silindirlerle alınan mikroeklembacıklı örnekleri Tullgren ekstraktörü ile ekstrakte edilmiştir. Örneklerde teşhis edilen her bir taksona 1-20 arasında değişen EMI değeri atanmış ve QBS-ar değeri hesaplanmıştır. Çalışmanın amacı yedi farklı ağaç türü (*Abies cilicica* Carr., *A. nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* Mattf. ve *A. nordmanniana* ssp. *nordmanniana* Mattf., *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* Arnold ve *Quercus petraea* L. ve *Fagus orientalis* L.) altında QBS-ar değerinin belirlenmesidir. Sonuç olarak belirlenen QBS-ar değerleri arasında hem zamana göre hem de ağaç türlerine göre istatistiksel fark bulunmuştur. En düşük QBS-ar değeri *Abies cilicica* (66)'da en yüksek değer ise *Pinus sylvestris* (91) de bulunmuştur. Sonuç olarak QBS-ar, farklı ağaç türleri altında farklı toprak biyolojik kalitesi olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Mezofauna, QBS-ar, toprak kalitesi, göknar, çam, kayın, meşe

Determination of Soil Biological Quality Index of Natural and Plantation Forests by Microarthropods

ABSTRACT

Soil quality is one of the three components of environmental quality including water and air quality. Indicators of soil quality are grouped in physical, chemical, and biological soil quality parameters. As a biological soil quality parameter, soil organisms have been identified as important criteria due to their rapid response to anthropogenic disturbances. One of the indices designed and developed in recent years for the determination of soil biological quality is QBS-ar. The QBS-ar index focuses on the existence of morphological characters, indicating the adaptation of microarthropods to the soil ecosystem and does not require complex taxonomic identification at the species level. We studied microarthropods, taking three soil samples under each of seven different forest trees in Belgrade forests, and identified microarthropods in Tullgren-extracted samples. Each identified taxon is assigned an EMI value ranging from 1-20 and QBS-ar value was calculated, by the summing up of EMI values. Statistically significant differences were found between the QBS-ar values determined under tree species (*Abies cilicica* Carr., *A. nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* Mattf. ve *A. nordmanniana* ssp. *nordmanniana* Mattf., *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* Arnold, *Quercus petraea* L. and *Fagus orientalis* L.) according to time and tree species. The lowest QBS-ar value was found in *Abies cilicica* (66) and the highest value was found in *Pinus sylvestris* (91). Therefore, the results suggested that QBS-ar showed different soil biological quality under different tree species.

Keywords: Mesofauna, QBS-ar, soil quality, fir, pine, beech, oak

Bu makaleye atf:

Çakır, M., 2019. Belgrad Ormanının Toprak Biyolojik Kalite İndeksinin Mikroeklembacıklılar ile Belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 5(1): 38-45.

1. Giriş

Toprak kalitesi, su ve hava kalitesi ile birlikte çevre kalitesinin üç bileşeninden biridir (Best ve Haeck, 1984). Hava ve su kalitesi, kirlenme derecesine göre tanımlanırken toprak kalitesi sadece kirlilik kalitesine göre değil aynı zamanda *toprağın fonksiyonlarını yerine getirme kapasitesine* bakılarak tanımlanmaktadır (Karlen ve ark., 1997). Burada toprağın fonksiyonları ile toprağın biyolojik üretkenliğini sürdürmesi, çevresel kaliteyi koruması ve ekosistem içerisindeki bitki ve hayvanların sağlığını geliştirmesi anlaşılmalıdır (Doran ve Zeiss, 2000). Bu tanım, karasal ekosistemlerin karmaşık toprak altı kısmı ile toprak fonksiyonları ve toprak temelli ekosistem hizmetleri arasındaki birçok bağı açıklamaktadır. Toprağın yapısı gereği içerisinde bulundurduğu hava ve su kısımları dikkate alındığında toprak kalitesinin, hava ve su kalitesine kıyasla daha karmaşık olduğu görülmektedir (Nortcliff, 2002). Toprakların, arazi kullanımında meydana gelen değişikliklere göstermiş olduğu tepki yavaş olmaktadır. Toprak kalitesinde geri dönüşü olmayan bir bozulma oluşmadan önce, meydana gelen değişimin belirlenmesi, hava ve su kalitesine kıyasla daha zor olmaktadır (Nortcliff, 2002). Bu nedenle toprak kalitesi *toprak sağlığı* olarak da değerlendirilmektedir (Günel ve ark., 2015).

Toprak kalite göstergeleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak kalite parametreleri olarak ayrılmaktadır (Erşahin ve ark., 2015). Toprak kalitesi belirlenirken, hem toprak fonksiyonlarını yerine getirme hem de toprak kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılacak hassas toprak özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Doran ve Zeiss, 2000; Günel ve ark., 2015; Bünemann ve ark., 2018; Drobnik ve ark., 2018). Toprak kalitesinin izlenmesini, ölçüm sistemlerinin karmaşıklığı ve pahalı olması zorlaştırmaktadır (Parisi ve ark., 2005). Toprak kalitesini ölçmek için küresel ölçekte belirlenmiş ve uygulanabilir bir yöntem henüz mevcut değildir (Bastida ve ark., 2008) ayrıca topraklar için belirlenmiş verimli bir biyogösterge de bulunamamıştır (Havlicek, 2012). Fakat biyolojik toprak kalite parametresi olarak toprak canlıları, antropojenik bozulmalara verdikleri hızlı tepkilerden dolayı önemli bir ölçüt olarak belirlenmiştir (Paz-Ferreiro ve Fu, 2016).

Toprak biyolojik kalitesinin belirlenmesinde son yıllarda tasarlanan ve geliştirilen indekslerden biri QBS-ar'dır. QBS-ar, eklembecaklı (arthropoda; -ar) topluluğuna dayalı Toprak Biyolojik Kalitesinin (İtalyanca'da: *Qualità Biologica del Suolo*) kısaltmasıdır. QBS-ar, toprak mikroeklembecaklı topluluğunun biyolojik çeşitliliğini, toprak

ekosistemine göstermiş oldukları adaptasyonun derecesi ile birleştirilerek toprakta meydana gelen bozulmaların göstergesi olarak kabul edilen toprak biyolojik kalitesi hakkında bilgi sağlar. Bu indeks, toprak mikroeklembecaklıları ile ilgili iki önemli bakış açısını birleştirmek için geliştirilmiştir: birincisi, toprak içerisinde bulunmaları ve ikincisi, toprak koşullarına uyum sağlama yetenekleri. QBS-ar indeksi toprak mikroeklembecaklı topluluklarına: 1) mikroeklembecaklıların toprak ortamına adaptasyonunu değerlendirmek ve 2) toprak mikroeklembecaklıların tür düzeyinde teşhislerinde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için uygulanır. Başka bir ifade ile QBS-ar indeksi, mikroeklembecaklıların toprak ekosistemine adaptasyonlarını gösteren morfolojik karakterlerin varlığına odaklanır ve tür düzeyinde karmaşık taksonomik tanımlama gerektirmez (Parisi ve ark., 2005).

Farklı ağaç türleri toprak ekosistemini hem kökleri ile hem de ölü örtü dökümü ile fiziksel ve kimyasal olarak etkilerler (Binkley ve Menyailo, 2005). Ölüörtünün miktarı ve kimyasal yapısı mikroeklembecaklıların komünite yapılarını doğrudan etkilemektedir (Çakır ve Makineci, 2013). Bu bilgiler ışığında Belgrad ormanında bulunan farklı ağaç türlerinin toprak biyolojik kalitesine etkilerinin farklı olacağı düşünülmüştür. Bunun için Belgrad Ormanı'nda bulunan doğal (2 tür) ve plantasyon (5 tür) olmak üzere yedi farklı ağaç türü altında mikroeklembecaklılara dayalı toprak biyolojik kalitesi belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı İstanbul Belgrad Ormanı içerisinde, 41°09'–41°12' kuzey enlemleri ile 28°54'–29°00' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Bahçeköy meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama yağış 1074 mm, yıllık ortalama sıcaklık 12,8 °C olmakla birlikte yazın orta derecede su açığı olan deniz etkisindeki iklim sahtir. Vejetasyon süresi 7,5 ay (230 gün) dir. Çalışma alanı drenaj problemi olmayan tekstürü balçık yapıda olan Luvisol dur (WRB, 2006). Denizden yüksekliği 140 m, ortalama eğim %10-15 dir (Akburak ve ark., 2013).

Belgrad Ormanında 1960'lı yıllarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları ile doğal türlerin yanında birçok farklı türde ağaçlandırma yapılmıştır. Bu alanlarda toprak biyolojik kalitesini hesaplamak için 2009 ile 2013 yılları arasında örnekleme yapılan ağaç türleri; *Abies cilicica* Carr., *A. nordmanniana*

ssp. *bornmülleriana* Mattf. ve *A. nordmanniana* ssp. *nordmanniana* Mattf. (Çakır, 2018), *Pinus sylvestris* (Çakır ve Makineci, 2015), *Pinus nigra* Arnold (Çakır ve Makineci, 2013) ve *Quercus petraea* L. ve *Fagus orientalis* L. (Çakır ve Makineci, 2019),

altından örneklenen mikroeklembacıklı komüniteleri seçilmiştir. Yukarıda belirtilen ağaç türlerinde yapılan çalışmalardan elde edilmiş bazı veriler, Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı ağaç türleri altında bulunan ölü örtü, mikroeklembacıklı miktarı ve mikroeklembacıklılara ait çeşitlilik indeksi (ort. \pm std. hata)

Ağaç türü	Ölü örtü (g. m ⁻²)	Miktar (bry. m ⁻²)	Shannon çeşitlilik (H')	
Plantasyon	¹ <i>Abies cilicica</i>	1005 \pm 285	62888 \pm 5843	1,73 \pm 0,21
	¹ <i>Abies bornmülleriana</i>	1027 \pm 211	57246 \pm 6343	1,63 \pm 0,27
	¹ <i>Abies nordmanniana</i>	1452 \pm 268	59959 \pm 5695	1,96 \pm 0,17
	² <i>Pinus sylvestris</i>	2757 \pm 126	42276 \pm 4892	1,73 \pm 0,24
	³ <i>Pinus nigra</i>	2640 \pm 328	49963 \pm 3473	1,68 \pm 0,19
Doğal	⁴ <i>Fagus orientalis</i>	1296 \pm 236	50778 \pm 4668	1,87 \pm 0,31
	⁴ <i>Quercus petraea</i>	1096 \pm 169	52007 \pm 4512	1,81 \pm 0,24

¹*Abies* sp. (Çakır, 2018)

²*Pinus sylvestris* (Çakır ve Makineci, 2015)

³*Pinus nigra* Arnold (Çakır ve Makineci, 2013)

⁴*Fagus orientalis* L. ve *Quercus petraea* L. (Çakır ve Makineci, 2019)

2.2. QBS-ar İndeksi

QBS-ar, omurgasızlar içerisinde yer alan boyutları 0,2 ile 2 mm (mesofauna) aralığında olan toprak mikroeklembacıklılarını dikkate alır. Toprak, ışığın olmadığı ve agregatlar arasında küçük boşlukların olduğu bir ekosistemdir. Bu özel ekosistemde mikroeklembacıklıların vücutları, hayatta kalmalarını sağlayan uyumsal özellikler geliştirmişlerdir. Bu uyumsal özellikler, pigmentlerin ve görme organlarının körelmesi veya kaybı, değişmiş gövde şekilleri ve kompakt uzantılar (kıllar, antenler, bacaklar) ile uçma, atlama veya koşma organlarının körelmesi veya kaybı gibi değişimlerdir (Wallwork, 1976). Bu adaptasyonun bir sonucu olarak, toprak mikroeklembacıklıları, toprak bozulmasına karşı hassastırlar ve bozulmuş topraklarda hayatta kalamaz veya uzaklaşamazlar. QBS-ar indeksi bu morfolojik özellikleri dikkate alarak hesaplanmaktadır (Parisi ve ark., 2005).

QBS-ar'ın belirlenmesinde uygulanan adımlar: 1) toprak örnekleme, 2) mikroeklembacıklıların ekstraksiyonu, 3) biyolojik formların belirlenmesi ve Ekolojik-Morfolojik İndeks (EMI) tayini, 4) QBS-ar indeksinin hesaplanması ve (5) QBS-ar değerinin toprak kalite sınıfına dönüştürülmesi olarak beş kısma ayrılır.

1) *Toprağın örnekleme:* QBS-ar'ın belirlenmesinde en önemli adımdır. Toprak örnekleme yapacağı alanın seçimine ve çalışma zamanına, toprak faunasının biyolojisine ve proje hedeflerine dikkat gösterilmelidir (Wallwork, 1970). Toprak mikroeklembacıklılarının heterojen bir dağılıma sahip olduğunu, bazı türlerin sosyal bir davranışa sahip olduğunu, bazı

mikroeklembacıklıların gün içerisinde dikey ve yatay olarak göç ettiğini ayrıca bazı türlerin belirli dönemlerde ve koşullarda (özellikle kurak ve soğuk koşullarda) durgunlaştığını dikkate almak çok önemlidir (Wallwork, 1976; Coleman ve ark., 2004). Örnek alan seçilirken kenar uzunluğunun en az 5-10 m olmasına dikkat edilmelidir. En uygun örnekleme zamanı kurak dönem dışındaki dönemlerdir çünkü kurak dönemde bazı mikroeklembacıklılar dikey göç ederek derindeki nemli toprağa inebilmekte veya yaz uykusu gibi uyumsal dönemlere girebilmektedir. Yöntem her bir örnekleme alanında 5-10 m de bir en az 3 örnekleme yapılmasını önermektedir (Parisi ve ark., 2005).

2) *Mikroeklembacıklıların ekstraksiyonu:* Araziden alınan toprak örnekleri en geç 48 saat içinde Berlese-Tullgren ekstraktörüne konulmalıdır. Ekstraktör, toprak örneğinin konulduğu üzerinde bir eleğin (1 veya 2 mm gözenek açıklığına sahip) olduğu huni ve 30 cm yukarısına yerleştirilmiş akkor lamba (40-60 W) ve huninin altında yer alan ve sıvı içeren (2/3 alkol ve 1/3 gliserin) kaptan oluşmaktadır. Akkor lamba toprak örneğini kademeli olarak kuruturken mikroeklembacıklılar huni altındaki kaba düşene kadar daha derin toprak katmanına doğru ilerlerler. Toprakta mikroeklembacıklıları çıkarma süresi toprak nemi ile ilgilidir (3 günden az olmamalıdır) (Macfadyen, 1961).

3) *Biyolojik formların belirlenmesi ve Ekolojik-Morfolojik İndeks (EMI) tayini:* Çıkarılan örnekler en az 40 \times büyütme bir stereomikroskop kullanılarak gözlemlenir ve takım/sınıf düzeyinde teşhis edilir. Daha sonra her bir taksona EMI değeri atanır (Parisi ve ark., 2005). EMI değeri 1 (toprağa uyum sağlamamış) ile 20 (toprağa en fazla uyum

sağlamış) arasında değişmektedir. Bazı taksonlar için sadece bir EMI değeri verilmiştir bunun nedeni bu taksonlara ait tüm türler toprağa aynı adaptasyon seviyesini gösterdiği içindir (örneğin, Protura'da maksimum, Blattaria'da orta). Diğer taksonlar, türlerin toprağa göstermiş oldukları farklı adaptasyon seviyelerine göre 1-5 veya 1-20 veya 10-20 arasında bir değer almaktadır. Genel olarak, euedafik (derin toprakta yaşayan) formlar EMI = 20 olur, hemiedafik (toprak içerisinde ve yüzeyinde yaşayan), toprak adaptasyon derecelerine göre EMI puanı alır ve epiedafik (yüzeyde yaşayan) formlar EMI = 1 puan alır. Taksonlara ait EMI değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

4) *QBS-ar indeksin hesaplanması*: Her bir toprak örneğinden çıkarılan taksonlara ait EMI değeri toplanır. Aynı takson içerisinde farklı EMI değeri alan türler olduğunda, QBS-ar belirlenirken en yüksek EMI değeri alan hesaba katılır (Parisi ve ark., 2005).

5) *QBS-ar değerinin toprak kalite sınıfına dönüştürülmesi*: Parisi (2001) toprak biyolojik kalitesini 7 sınıfa ayırmıştır. Sınıflandırma, toprak ekosistemine adapte olmuş canlıların varlığına göre başta iki gruba ayrılmaktadır. Toprak yüzeyinde yaşayan ve toprak ekosistemine yarı bağımlı canlıların bulunduğu alanlar en düşük sınıflandırma değerini alır. Daha sonra QBS-ar değerine göre sınıflandırma devam eder. Sınıflandırma da 2. ve 3.

sınıflar biyolojik bakımdan kritik olan sınıflardır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Toprak mikroeklembacaklılarına ilişkin ekomorfolojik indeks (EMI) (Parisi ve ark., 2005)

Takson	EMI
Protura	20
Diplura	20
Collembola	1-20
Microcoryphia	10
Zygentomata	10
Dermaptera	1
Orthoptera	1-20
Embioptera	10
Blattaria	5
Psocoptera	1
Hemiptera	1-10
Thysanoptera	1
Coleoptera	1-20
Hymenoptera	1-5
Diptera (larvae)	10
Diğer böcekler (yetişkin)	1
Diğer böcekler (larva)	10
Acarina	20
Araneae	1-5
Opiliones	10
Palpigradi	20
Pseudoscorpiones	20
Isopoda	10
Chilopoda	10-20
Diplopoda	10-20
Pauropoda	20
Symphyla	20

Çizelge 3. QBS-ar değerlerinin toprak kalite sınıfına dönüştürülmesi

			Kalite Sınıfı	
Toprak içerisinde yaşayan gruplar yoksa	Sadece toprak yüzeyindeki gruplar		0	
	Larvalar ve başkalaşım geçiren böcekler			
	Sadece toprak yüzeyinde ve içerisinde yaşayan gruplar		1	
Toprak içerisinde yaşayan gruplar varsa	Protura yok	Onychiuridler* yok	QBS-ar≤50	2
		Onychiuridler var	QBS-ar>50	3
	Protura var		QBS-ar≤100	4
			QBS-ar≤200	5
			QBS-ar>200	6

* Onychiurid; Collembola takımına ait bir takson

2.4. İstatistiksel Analizler

Farklı ağaç türlerine ait QBS-ar değerlerinin hem zamansal hem de ağaç türlerine göre farklılıkları Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GLM) ile tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (*repeated measures ANOVA*) kullanılarak SPSS paket programında belirlenmiştir. Farklı ağaç türlerine ait QBS-ar değerlerinin ortalamaları arasındaki farklılık Tukey post-hoc testi ile ayrılmıştır (SPSS, 2011).

3. Bulgular ve Tartışma

Elde edilen QBS-ar değerleri arasında hem zamansal hem de ağaç türleri arasında tekrarlayan ölçümlerde varyans analizine göre istatistiksel fark ($P < 0,000$) bulunmuştur (Çizelge 4). Yedi farklı orman ağacı altından elde edilen ortalama QBS-ar değeri 78 iken en düşük değer 66 ile *Abies cilicica* 'da en yüksek değer ise 91 ile *Pinus sylvestris* 'de bulunmuştur (Çizelge 5). Toprak biyolojik kalite sınıfına göre *Abies* türleri ile *Pinus nigra* ve *Quercus petraea* orta kalite sınıfı (3.), *Pinus sylvestris* ve *Fagus orientalis* ise iyi kalite sınıfı (4.) içerisinde yer almaktadır (Parisi, 2001; Lakshmi ve Joseph, 2017).

Çizelge 4. Yedi farklı ağaç türü altından elde edilen QBS-ar değerlerine ait tekrarlayan ölçümlerde ANOVA sonuçları

Faktör	df	F	P
Zaman	5,803	6,741	0,000
Zaman × Ağaç türü	34,820	6,513	0,000

Aslında toprak biyolojik kalitesi bakımından beklenen, doğal ve yapraklı ormanlarda elde edilecek QBS-ar değerinin plantasyon ve ibreliliğe göre daha yüksek olmasıdır. Fakat mikroeklembacaklıların komünite yapısı sadece ağaç türünden değil aynı zamanda mikroeklembacaklıların yaşam alanı ve besin kaynağı olan ölü örtünün miktar ve kalitesi (C:N oranı ve lignin miktarı) ile otsu bitki tür çeşitliliğinden de kaynaklanabilmektedir (Çakır ve Makineci, 2013). İstatistiksel değerlendirme yapıldığında en düşük değere sahip *Abies cilicica* ve *A. bornmülleriana* aynı QBS-ar değerine sahipken

Pinus nigra ve *Quercus petraea* üç göknar türü ile benzer özellik göstermektedir. *A. nordmanniana* ise hem diğer göknar türleri ile hem de *P. nigra* ve *Q. petraea* ile benzer özellikler gösterirken en yüksek QBS-ar değeri ile *Fagus orientalis* ve *Pinus sylvestris* diğer türlerden istatistiksel farklılık göstermektedir (Çizelge 5).

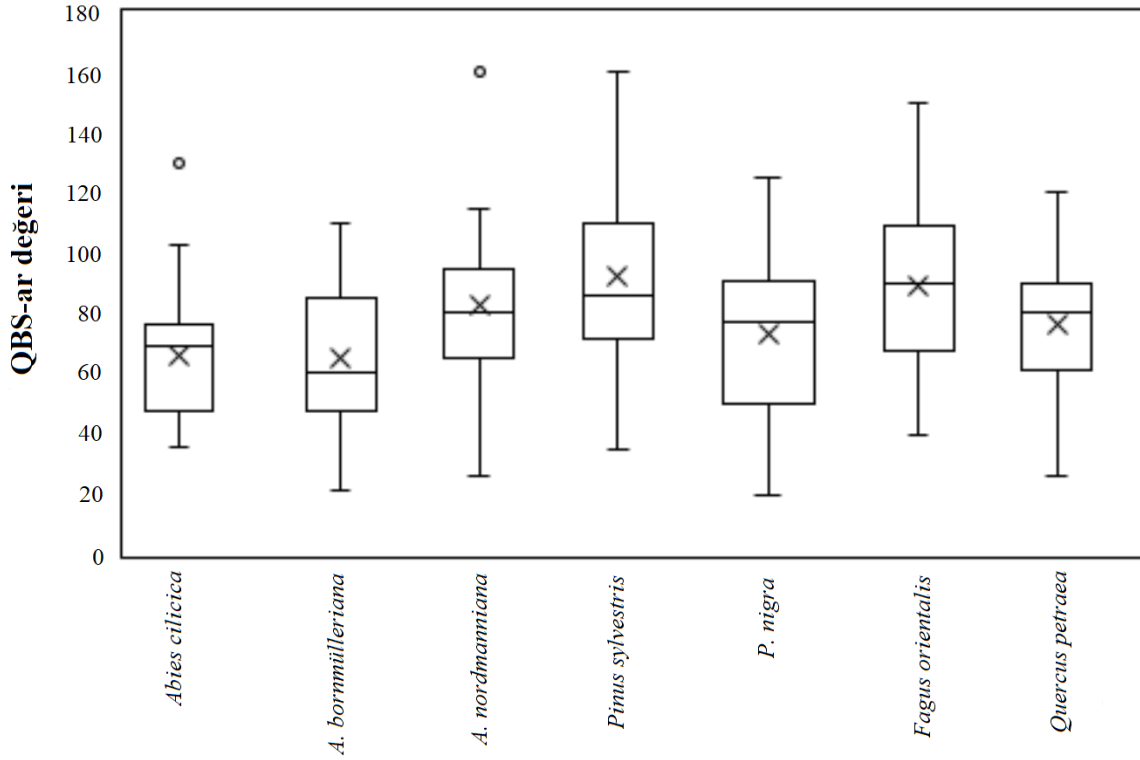
Çizelge 5. Farklı ağaç türleri altında elde edilen QBS-ar değerleri (ortalama ± standart hata)

Ağaç türü	Ort ± Std. hata
<i>Abies cilicica</i>	66,17 ± 3,94 a
<i>Abies bornmülleriana</i>	65,50 ± 4,14 a
Plantasyon <i>Abies nordmanniana</i>	83,11 ± 5,12 bc
<i>Pinus sylvestris</i>	91,31 ± 4,28 c
<i>Pinus nigra</i>	73,17 ± 4,80 ab
Doğal <i>Fagus orientalis</i>	89,36 ± 5,20 c
<i>Quercus petraea</i>	76,53 ± 4,89 ab

Not: Aynı sütundaki bulunan aynı harfler istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığını göstermektedir.

Yıl içerisinde QBS-ar değerlerindeki değişim incelendiğinde *Abies* taksonlarında en yüksek değer Mayıs ayında en düşük değer ise Temmuz ayında belirlenmiştir. *P. nigra* türünde QBS-ar değeri en yüksek Mayıs en düşük Ağustos ayında, *P. sylvestris* türünde ise en yüksek Nisan ayında en düşük Ocak ayında bulunmuştur. *Fagus orientalis* ve *Quercus petraea* türlerinde en yüksek değer sırası ile Kasım ve Eylül aylarında görülür iken en düşük Haziran ayında olduğu belirlenmiştir. Mikroeklembacaklıların miktar ve çeşitliliklerini etkileyen en önemli faktörler nem ve ölü örtü kalitesidir (Çakır ve Makineci, 2018). Belgrad ormanında ilkbahar ve sonbahar dönemi yağışlı geçmekte ve toprak nemi artmaktadır bu durum mikroeklembacaklıların miktar ve çeşitliliğini etkilemektedir. Ayrıca ölü örtü dökümünün yoğun olduğu Ekim ve Kasım ayları da mikroeklembacaklı miktarında artışa neden olmaktadır (Çakır, 2013).

Şekil 1 incelendiğinde ortalama en yüksek değerin *P. sylvestris* türünde olduğu ve onu takiben *Fagus orientalis*'in geldiği görülmektedir. En düşük değere ise *Abies cilicica* sahiptir. Standart sapma çubukları türlerin en yüksek ve en düşük almış olduğu değerleri göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı ağaç türleri altındaki toprak mikroeklembacaklılarından elde edilen QBS-ar değerleri. Kutuların üstünde yer alan °, aşırı değeri, içerisinde yer alan x: ortanca değeri, çubuklar ise en alt ve en üst değerleri göstermektedir

Ağaç türlerine ait veriler incelendiğinde: *Abies* türleri arasında en yüksek QBS-ar değerine sahip olan *Abies nordmanniana*'nın en fazla ölüörtü kütlesine sahip olduğu görülmektedir. Benzer olarak *Pinus* türleri arasında da QBS-ar değeri yüksek olan *Pinus sylvestris*'inde *P. nigra*'ya kıyasla daha fazla ölüörtü kütlesine sahip olduğu görülmektedir (Çakır ve Makineci, 2013; Çakır ve Makineci, 2015). *Fagus* ve *Quercus* türleri arasında da benzer olarak ölüörtü kütlesi yüksek olan *Fagus orientalis*'in yüksek QBS-ar değerine sahip olduğu görülmektedir (Çakır ve Makineci, 2019). Benzer bir ilişki QBS-ar ile Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi arasında da olduğu görülmektedir. QBS-ar değerinin yüksek olduğu türlerin Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi de yüksektir. Galli ve ark. (2014) Shannon çeşitlilik indeksi ile QBS-ar arasında yüksek korelasyon ($r=0,86$) olduğunu belirtmiştir. Fakat birim alandaki mikroeklembacaklı miktarı ile QBS-ar arasında benzer bir ilişki bulunamamıştır (Çizelge 1).

Orman ekosistemlerinde ölüörtü hem toprak biyoçeşitliliğinin hem de ekosistemdeki besin döngüsünün kaynağıdır (Vogt ve ark., 1986; Gessner ve ark., 2010). Ayrıca göreceli olarak kalın bir ölüörtü, ayrışma sonucunda barındırdığı yaprak, çürüntü ve humus katmanları ile farklı ekolojik nişler yaratmakta ve bu da farklı taksonların yaşamalarına imkan vermektedir (Salmon ve ark., 2008). Çakır ve Makineci (2015) yapmış oldukları çalışmada kalın ölüörtü ile biyoçeşitlilik arasında olumlu bir ilişki bulmuşlardır. Sonuç olarak bu

durum ölüörtü miktarı ile toprak biyolojik kalitesi arasında da olumlu bir etkileşimin olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

QBS-ar farklı ağaç türleri altında farklı toprak biyolojik kalitesi olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, plantasyonu yapılan *Pinus sylvestris* ve *Abies nordmanniana* türlerinin toprak biyolojik kalitesine etkisi Belgrad ormanının doğal türleri ile göreceli olarak aynıdır. Fakat *Abies cilicica*, *Abies borrmülleriana* ve *Pinus nigra* toprak biyolojik kalitesini doğal türlere kıyasla düşürmüştür bu neden ile ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmaması önerilebilir. Ağaç türlerinin, ölüörtü döküm miktarları ve ölüörtü kalitesi farklı olmakla birlikte buldukları toprakları ve bu yolla mikroeklembacaklı komünitelerini etkilemektedirler. İleride yapılacak çalışmalarda QBS-ar ile ölüörtü özellikleri ve Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi arasındaki ilişki daha detaylı incelenmelidir.

Toprak mikroeklembacaklıları ile toprağın sağlık durumunun belirlenmesi için, QBS-ar gibi hızlı ve ucuz bir yöntemin kullanılması, özellikle uzun dönem yapılacak çalışmalarda, toprak durumunun değerlendirilmesini kolaylaştıracağı gibi, ekolojik özelliklerin hesaba katıldığı bir örnekleme yöntemi ile doğal ve bozulmuş/değiştirilmiş alanların toprak biyolojik kalitesinin değerlendirilmesi için de iyi bir yöntemdir.

Kaynaklar

- Akburak, S., Oral, H.V., Ozdemir, E., Makineci, E., 2013. Temporal variations of biomass, carbon and nitrogen of roots under different tree species. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 28, 8-16.
- Bastida, F., Zsolnay, A., Hernández, T., García, C., 2008. Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective. *Geoderma*. 147, 159-171.
- Best, E.P.H., Haeck, J., 1984. Ecological indicators for the assessment of the quality of air, water, soil and ecosystems. D. Reidel Publishing Company, Boston.
- Binkley, D., Menyailo, O., 2005. Tree species effects on soils: implications for global change. Springer.
- Bird, S.B., Coulson, R.N., Fisher, R.F., 2004. Changes in soil and litter arthropod abundance following tree harvesting and site preparation in a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation. *Forest Ecology and Management*. 202, 195-208.
- Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., De Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T.W., Mäder, P., 2018. Soil quality—A critical review. *Soil Biology Biochemistry*. 120, 105-125.
- Çakır, M., Makineci, E., 2013. Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185, 8943-8955.
- Çakır, M., Makineci, E., 2015. Community Structure and Seasonal Changes of Soil Microarthropods in a Native Oak Stand and Scots Pine Plantation. *Ekoloji*. 24, 23-31.
- Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004. *Fundamentals of soil ecology*. Academic press, USA.
- Çakır, M., 2013. Toprak Eklem Bacaklılarının, Kayın ve Meşe Ekosistemindeki Mevsimsel Değişimi ve Ölü Örtü Ayrışmasına Etkileri. In: Institute of Science and Technology. PhD thesis, Istanbul University, Science Institute (in Turkish, with English summary). İstanbul.
- Çakır, M., 2018. Richness and diversity of litter and soil fauna as affected by differences in three fir species. *Bosque*. 39, 441-447.
- Çakır, M., Makineci, E., 2018. Community structure and seasonal variations of soil microarthropods during environmental changes. *Applied Soil Ecology*. 123, 313-317.
- Çakır, M., Makineci, E., 2019. Litter decomposition in pure and mixed Quercus and Fagus stands as influenced by arthropods in Belgrad Forest, Turkey. *Journal of Forestry Research*. 1-15.
- Dindal, D.L., 1990. *Soil biology guide*. Wiley, New York.
- Doran, J.W., Zeiss, M.R., 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied soil ecology*. 15, 3-11.
- Drobnik, T., Greiner, L., Keller, A., Grêt-Regamey, A., 2018. Soil quality indicators—From soil functions to ecosystem services. *Ecological indicators*. 94, 151-169.
- Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G., 2015. Toprak amenajmanı. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Galli, L., Capurro, M., Menta, C., Rellini, I., 2014. Is the QBS-ar index a good tool to detect the soil quality in Mediterranean areas? A cork tree *Quercus suber* L.(Fagaceae) wood as a case of study. *Italian Journal of Zoology*. 81, 126-135.
- Gessner, M.O., Swan, C.M., Dang, C.K., McKie, B.G., Bardgett, R.D., Wall, D.H., Hättenschwiler, S.J.T.i.e., evolution, 2010. Diversity meets decomposition. 25, 372-380.
- Günel, H., Özgöz, E., Çelik, İ., Acir, N., 2015. Toprak kalitesi. In: Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G. (Eds.), *Toprak Amenajmanı*. Gazi Kitabevi, Ankara, pp. 111-133.
- Havlicek, E., 2012. Soil biodiversity and bioindication: from complex thinking to simple acting. *European Journal of Soil Biology*. 49, 80-84.
- Karlen, D., Mausbach, M.J., Doran, J., Cline, R., Harris, R., Schuman, G., 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society of America Journal* 61, 4-10.
- Lakshmi, G., Joseph, A., 2017. Soil microarthropods as indicators of soil quality of tropical home gardens in a village in Kerala, India. *Agroforestry Systems* 91, 439-450.
- Macfadyen, A., 1961. Improved funnel-type extractors for soil arthropods. *The Journal of Animal Ecology*. 30, 171-184.
- Meehan, T.D., Drumm, P.K., Schottland Farrar, R., Oral, K., Lanier, K.E., Pennington, E.A., Pennington, L.A., Stafurik, I.T., Valore, D.V., Wylie, A.D., 2006. Energetic equivalence in a soil arthropod community from an aspen–conifer forest. *Pedobiologia*. 50, 307-312.
- Nortcliff, S., 2002. Standardisation of soil quality attributes. *Agriculture, Ecosystems Environment*. 88, 161-168.
- Parisi, V., 2001. La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microartropodi. *Acta naturalia de l'Ateneo Parmense*. 37, 105-114.
- Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., Mozzanica, E., 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 105, 323-333.
- Paz-Ferreiro, J., Fu, S., 2016. Biological indices for soil quality evaluation: perspectives and limitations. *Land Degradation and Development*. 27, 14-25.
- Salmon, S., Artuso, N., Frizzera, L., Zampedri, R., 2008. Relationships between soil fauna communities and humus forms: Response to forest dynamics and solar radiation. *Soil Biology and Biochemistry*. 40, 1707-1715.
- SPSS, 2011. IBM SPSS statistics base 20. SPSS Incorporated, Chicago, IL.
- Vogt, K.A., Grier, C.C., Vogt, D., 1986. Production, turnover, and nutrient dynamics of above-and belowground detritus of world forests. *Advances in ecological research*. 15, 303-378.
- Wallwork, J.A., 1970. *Ecology of soil animals*. McGraw-Hill, London.
- Wallwork, J.A., 1976. *The distribution and Diversity of Soil fauna*. Academic Press, London.

WRB, 2006. IUSS Working Group, World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

Kızılırmak (Çankırı) Domates Ekim Alanlarında Bulunan Böcek Türlerinin Tespiti ile Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]'nın Populasyon Takibi¹

E. Güngör², Z. Şimşek^{3,*}

² Tarım ve Orman Bakanlığı, Çankırı Tarım İl Müdürlüğü, ÇANKIRI

³ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, ÇANKIRI

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 3 Mayıs 2019

Kabul Tarihi : 16 Temmuz 2019

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:
ziyasimsek@karatekin.edu.tr

¹ Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim dalında yürütülen yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ÖZ

Bu çalışma, Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında bulunan böcek türlerinin belirlenmesi ve Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]'un populasyon takibi yapılarak zararlının mücadelesi için temel teşkil eden verilerin elde edilmesi amacıyla 2017–2018 yıllarında yürütülmüştür. Domateslerin fide döneminde çalışmalara başlanılarak meyve hasadı süresince devam edilmiş ve araziye genellikle haftada bir kez çıkılarak gözlemler gerçekleştirilmiştir. Sürvey çalışması sonucunda, Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında 10 böcek türü saptanmış olup bunlar *Tuta*

absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae); *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *A. segetum* (Den.&Schiff.), (Lepidoptera: Noctuidae); *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae); *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae); *Grylotalpa grylotalpa* L (Orthoptera: Grylotalpidae); *Locusta migratoria* L., *Oedipoda schochi* Sauss. (Orthoptera: Acrididae); *Cailiptamus tenuicercis* Tarb (Orthoptera: Catantopidae)'dır. Bunlardan *H. armigera* ve *T.absoluta*'nın domatesin meyve döneminde ana zararlı; *Agrotis ipsilon*, *Agrotis segetum*, *Agriotes* sp., *M. desertus*, *G. grylotalpa*'nın fide döneminde ikinci derecede zararlı olduğu anlaşılmıştır. *L. migratoria*, *O. schochi* ve *C. tenuicercis*'in de faunistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Populasyon takibi çalışmalarında, *H.armigera* erginleri, Feromon tuzaklarda, 10-34 gün boyunca yakalanmıştır. İlk kez yakalandıktan 30-44 gün sonra da domates meyvelerinde bulaşmalar gözlenmiştir. Buna göre, *H.armigera* erginleri, feromon tuzaklarda görülür görülmez mücadeleye başlamaları için çiftçilere uyarıda bulunulmuştur. Bu tavsiyelere uyarak zararlıya karşı zamanında koruyucu mücadele yapan üreticilerin domates meyvesindeki ortalama zararın, Ekonomik Zarar Eşiği (EZE) olan %3'ün genellikle altında kaldığı, buna uymayanların ürünlerinde ise ağır ürün kayıpları (%25-37) gözlenmiştir. Bu nedenle, sözü edilen yörede, *H. armigera* ve *T. absoluta*'nın populasyonlarının her yıl takip edilmesinin ve mücadelelerine yönelik biyo-ekolojisi ile mücadele yöntemleri üzerinde çalışılması gerektiği kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Böcek türleri, Domates zararlısı, Feromon tuzakları, *Helicoverpa armigera*, *Tuta absoluta*.

Detection of the Insect Species at the Tomato Fields in Kızılırmak (Çankırı) and Monitoring the Population of the Cotton Bollworm [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]

ABSTRACT

This study was carried out to observe insect species in the tomato planting areas and determine the base data for the control of the pests by monitoring the population of the cotton bollworm [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)] in the tomato production areas in Kızılırmak township of Çankırı province. Studies were carried out between 2017 and 2018; field studies were started within the seedling period of tomato until the end of the harvesting,

Bu makaleye atf:

Güngör, E., Şimşek, Z., 2019. Kızılırmak (Çankırı) Domates Ekim Alanlarında Bulunan Böcek Türlerinin Tespiti ile Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]'nın Populasyon Takibi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 5(1): 46-60.

observation was made by weekly intervals. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae); *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Agrotis segetum* (Den.&Schiff.) (Lepidoptera: Noctuidae); *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae); *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae); *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (Orthoptera: Gryllotalpidae); *Locusta migratoria* L., *Oedipoda schochi* Sauss. (Orthoptera: Acrididae); *Cailiptamus tenuicercis* Tarb (Orthoptera: Catantopidae). *H.armigera* and *T.absoluta* were detected in the fruit period; and *Agrotis ipsilon*, *A.segetum*, *Agriotes* sp., *M.desertus*, and *G.gryllotalpa* were in the seedling period. Also, *L.migratoria*, *O.schochi*, and *C.tenuicercis* were faunistically important species. *H.armigera* moths were captured at the pheromone traps between 10 and 34 days. First signs of the damage on the fruits were observed between 30 and 44 days after the first trap capture. Farmers were warned for the application of the control measures against *H.armigera* when this insect was captured at the pheromone traps. The average damage ratios at the tomato fields, whose farmer applied control measures as suggested, were generally below the 3% threshold level. However, the damage ratios in the tomato fields, of which farmers did not apply suggested control measures, were about 25-37%. Thus, it is important to monitor the population levels of both *H.armigera* and *T.absoluta* each year and more studies are needed for setting the control measures and bio-ecologies of these pests.

Keywords: *Helicoverpa armigera*, *Tuta absoluta*, Pheromone traps, Pest species, Tomato pests

1. Giriş

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yeri olan Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hemen hemen dünyanın her yerinde yetiştirilmektedir. Ülkemiz, dünyada domates üretiminde Çin, Amerika ve Hindistan'dan sonra 4'ncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2011). İklim koşulları uygun olan bazı yörelerimizde yılın her mevsiminde örtü altında ve hemen hemen her yerinde açık alanda yetiştirilmekte olan domates, Ülkemiz için önemli ihracat ürünlerinden birisi durumundadır.

Orta Anadolu Bölgesi'nde örtü altı sebze yetiştiriciliğinin son yıllarda büyük oranda artış gösterdiği, örtü altında yetiştirilen ürünler arasında domates ilk sırada yer aldığı, örtü altı domates yetiştiriciliğinin Zonguldak, Bartın ve Eskişehir illerinde yoğun olarak yapıldığı, açık alanda domatesin bölgenin bütün illerinde yetiştirilmekle birlikte Ankara ve Konya illerinde yoğunlaştığı bilinmektedir (Erdoğan ve Barış, 2005). Son yıllarda Çankırı'da gerek açık alanlarda ve gerekse örtü altı domates üreticiliğinin yaygınlaştığı (Şimşek, 2017) gözlenmiştir. Orta Anadolu Bölgesi domates yetiştiriciliğinde, Yaprak galeri sineği, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyziidae), *Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae), Yaprakbitleri (*Aphis* spp.) (Homoptera: Aphididae) ve *Thrips* spp. (Thysanoptera: Thripidae) önemli zararlılar olarak belirlenmiştir (Erdoğan ve Barış, 2005). Domates güvesi, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın 2009 yılında Ülkemize giriş yapmasıyla, bu zararlı böceğin domates yetiştiriciliğinin yapıldığı illerde ana zararlı konumuna geçtiği, domates dışında, patates, patlıcan, pepino, enginar, fasulye ve tütünde zararlı olduğu bildirilmiştir (EPPO, 2005; Pereyra and Sanches, 2006).

Türkiye'de dört mevsim en çok tüketilen sebzelerden olan domatesin verimini sınırlayan

birçok hastalık ve zararlı etmen mevcuttur (Anonim 2008). Konu; böcekler bakımından ele alındığında, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sebzecilik bakımından önemli olan Elazığ, Mardin, Malatya, Tunceli, Erzincan ve Siirt illerinde patates, soğan, lahana, domates, patlıcan ve biber bitkilerinin fide döneminde *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Agrotis* sp., *Agriotes* sp., *Helicoverpa* sp.; çiçek ve hasat dönemlerinde ise *Helicoverpa* sp., *Aphis gossypii* Glover., *Myzodes persicae* Sülzeri., *Tetranychus urticae* Koch., *Empoasca* sp. ve *Pieris brassicae* L.'nin bulunduğu bildirilmiştir (Asena, 1972). Ülkemizin batı kesiminde yapılan çalışmalarda ise Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)], iki noktalı kırmızı örümcek *T. urticae* ve bazı yaprak pirelerinin varlığı ve yoğunlukları belirlenmiştir (Çobanoğlu ve Kumral, 2014; Karsavuran ve ark., 2009).

Bilindiği üzere, Çankırı İli İç Anadolu Bölgesi ile Karadeniz Bölgesi geçiş alanlarında bulunduğu iki iklim tipi ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birinde Merkez ilçe, Şabanözü ve Orta ilçesinin kuzeyinden başlamak üzere ilin güneyine düşen bölgelerde karasal iklim görülür. Kuzeyinde kalan diğer kesiminde ise nemli ve yağışlı, genelde kışları sert ve yağışlı, yazları ise vadi tabanlarında sıcak ve kurak, yüksek yayla kısımlarında serin geçen Karadeniz iklimini hüküm sürmektedir (Şimşek ve ark., 2007).

Kızılırmak ilçesi (Çankırı) üreticileri tarafından son yıllarda uygulanan bazı yanlış tarım tekniklerinin toprağın degradasyona (degradation) sebep olduğu gibi çevre kirlenmesi ve bitki koruma sorunlarının çıkmasına da neden olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda, Çankırı ili Kızılırmak ilçesi domates ekim alanlarında 2013 yılında üreticilerden gelen yoğun larva zararı şikâyetleri üzerine arazide sürveyler yapılmıştır. Bu sürveyler sonucunda bazı lokalitelerde Lepidoptera takımına ait larvaların, domates bitkisinin meyvelerini

delerek meyve içine girip beslendiği ve bir meyveden diğer meyveye geçmek suretiyle birçok meyvenin zarar görüp çürümesine ve ağır ürün kayıplarına neden olduğu belirlenmiştir. Üreticilerle yapılan görüşmelerde, kimyasal mücadelenin kolay ve sonuçlarının kısa zamanda görülebilmesi dolayısıyla yöre çiftçilerinin bu zararlıya karşı yoğun bir şekilde ve gelişigüzel pestisit kullandığı, üreticilerin birbirinden görerek ve tedbir amaçlı ilaçlamaları sürdürdükleri gözlenmiştir. Bunun üzerine araziden çok sayıda larva örnekleri getirilerek iklim odasında suni besin üzerinde kültüre alınarak ergin kelebekler elde edilmiştir. Elde edilen kelebeklerin teşhis ettirilmesi sonucunda Kızılırmak bölgesinde domateslerde zararlı olan böceğin, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) olduğu ortaya konulmuştur (Şimşek, 2012). Domates yetiştiriciliği bakımından bazı avantajlara sahip olan Çankırı ili, İç Anadolu Bölgesi ile Karadeniz Bölgesi geçiş alanlarında bulunduğu için iki iklim tipine sahip bulunmaktadır. Bunlardan birinde Merkez ilçe, Şabanözü ve Orta ilçesinin kuzeyinden başlamak üzere ilin güneyine düşen bölgelerde karasal iklim; kuzeyinde kalan diğer kesiminde ise nemli ve yağışlı, genelde kışları sert ve yağışlı, yazları ise vadi tabanlarında sıcak ve kurak, yüksek yayla kısımlarında serin geçen Karadeniz iklimini hüküm sürmektedir (Şimşek ve ark., 2007). Bu iklim avantajı yanında, Kızılırmak ilçesi başta olmak üzere Çankırı ili, azımsanmayacak genişlikte tarım ve orman alanına sahiptir. Çankırı ili toplam 236000 ha alanın %45'inde (106302 ha) hububat tarımının yapıldığı; %27,4'ünün (64739 ha) nadasa bırakıldığı; %7,9'unda yem bitkileri ekildiği (18695 ha) ve bunu 18695 ha ile 4'ncü sırada (%4) meyve, sebze, bağ tarımının izlediği bilinmektedir¹. Son yıllarda Çankırı'nın başta Kızılırmak ilçesi olmak üzere yapılan barajlarla sulu tarım alanının giderek genişlediği, bunda sözü edilen ilçenin ön sıralarda yer aldığı ve bu alanlarda başta domates olmak üzere ağırlıklı olarak sebze tarımı yapıldığı gözlenmiştir. Çankırı'nın en önemli tarım alanını oluşturan Kızılırmak ilçesinde son yıllarda sebze ekim alanlarının giderek genişlediği ve buna bağlı olarak yukarıda verilen bazı böceklerin domates tarımını tehdit ettiği gözlenmiştir. Kızılırmak ilçesi domates ekim alanlarında, yukarıda da belirtildiği üzere, bazı tespitler yapılmış olmasına karşın ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, yapılacak bir sürvey çalışması ile domates tarımını olumsuz yönde etkileyen ve ileride sorun olabilecek türlerinin tespiti ile *H. armigera*'nın populasyon takibi yapılarak zararlının mücadelesi için temel

teşkil eden verilerin elde edilmesi amacıyla bu çalışma 2017–2018 yıllarında yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Domates bitkisi ve bunların üzerinde bulunan böcek türleri, Delta tipi tuzaklar, Yeşilkurt, *H. armigera*'un erginleri ile türe özgü eşeysel çekici feromonları çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Stereo-mikroskop, kültür kapları, standart atrap (çember çapı 45 cm ve sap uzunluğu 70 cm.), silindirik kültür kapları (20 cm derinlik ve 18 cm çapında), buz kabı, kese kâğıdı, %70'lik etil alkol, naylon torbalar ise diğer materyal olarak yer almıştır.

Yoğun domates tarımının yapıldığı ve bir birinden yaklaşık 10'ar km uzaklıkta bulunan Tımarlı (X:581025, Y:4463278, Z: 596 m); Karallı (X: 574601, Y: 4460178, Z: 658 m) ve Hacılar (X: 577510, Y: 4465764, Z: 658 m) köylerinde olan yaklaşık 4'er dekarlık 3 domates tarlası çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Sürvey çalışmaları

Öncelikle çalışmanın yürütüleceği araştırma alanı belirlenmiştir. Bunun için Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında "Sınırlandırma ve Kıymetlendirme Sürveyi" uygulanmıştır (Aktaş, 2001). Buna göre, domates ekiminin yoğun olarak yapıldığı bilinen Kızılırmak Merkez İlçe, Hacılar, Kahyalı, Karallı, Saraycık, Halaçlı, Kemalli, Korçullu köylerinde, yukarıda koordinatları verilen domates tarlalarında yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak belirlenen 8 köyün ulaşım güzergâhı üzerinde, her 3 km'de bir durulmuştur. Her sayım noktasında 3'er tarla olmak üzere, 8 köyün domates ekim alanları incelenmiştir. İncelemelerde tarlaların köşegenleri doğrultusunda yürünerek gerekli incelemeler yapılmıştır. Çalışma alanı olarak belirlenen 8 köyün ulaşım güzergâhı ve çalışmanın yapıldığı köyler Şekil 1'de verilmiştir.

¹ Çankırı Tarım İl Müdürlüğü kayıtları



Şekil 1. Kızılırmak (Çankırı)'da çalışmaların yürütüldüğü köy ve güzergâhların uydu görüntüsü

Sürvey çalışmaları sırasında aşağıdaki yöntemler uygulanmıştır.

Gözle kontrol: Sürvey yapılan tarlanın/tarlaların köşegenleri doğrultusunda zikzakvari yürünerek her 15 adımda bir tesadüfen seçilen noktada durulup $\frac{1}{4}$ m² (50x50 cm) alanda domates bitkilerinin gövde, sap ve yaprakları, toprak kısmı zararlı böcekler ile doğal düşmanlar yönünden kontrol edilmiştir. Zararlı böcek bulunmuş ise bitkinin hangi organında ve ne şekilde zarar yaptığı kaydedilmiştir. Ayrıca, zararlı olduğu saptanan veya zararlı olması muhtemel görülen larva, nimf veya ergin böcekler, konukçusu ile birlikte alınarak buz kabında canlı olarak laboratuvara getirilmiş laboratuvar ortamına kültür edilmiş, yaprak bitleri ise %70'lik alkole alınarak teşhise hazır hale getirilmiştir. Solma-kuruma belirtileri gösterenlerin toprak altı kısımları, toprak kazılarak incelenmiştir.

Atrap yöntemi: Çalışma alanı olarak belirlenen ve Şekil 1'de gösterilen 8 köyün yol güzergâhı üzerinde her 3 km'de bir durulup 3'er domates tarlasında köşegenleri doğrultusunda yürünerek tarlanın büyüklüğüne, göre en az 50 atrap sallanmıştır. Atrap içerisine giren böcekler etil asetatlı öldürme şişesinde öldürüldükten sonra kaç atrap sallandığı, bitkinin cinsi, fenolojik dönemi, ilçe ve köyü bir kağıda yazılarak içerisine bırakılmış, laboratuvara getirilerek ayrılmış, gerekli sayımlar ve değerlendirmeler yapılmıştır. Atraba gelmeyen bazı böcekler samur fırça, aspiratör kullanılarak bitkilerden alınmış, gerekli bilgiler kaydedilmiştir. Bitkilerin bu dönemlerinde yapılan çalışmalarda daha çok toprak altı zararlılarının olup olmadığına bakılmış, tarla içerisinde yapılan gözlemlerde sararma, solma, kuruma veya yenik görülen bitkilerin toprak altı ve toprak üstü kısımlarında

zararlı böcek ergin ve larvalarının bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Araziden getirilen larvalardan erginlerinin elde edilmesi: Bu amaçla 20 cm derinlik ve 18 cm çapında şeffaf mika kaplar kullanılmış, bunların yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'üne kadar perlit doldurulup, nem ihtiyacını karşılamak üzere kapağı yarılıp bunun da içine filtre kâğıdı yerleştirilmiş film kutusu konularak mika kaplarda kültür ortamı oluşturulmuştur. Çalışmalar; Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Laboratuvar koşullarında (ortalama 26°C sıcaklık ve %34 orantılı nem) yürütülmüştür. Çıkan erginler buradan alınarak teşhise hazır hale getirilmiştir. Yukarıda belirtilen sürvey çalışmaları neticesinde Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında bulunan böcek türleri belirlenmiştir.

2.2.2. Populasyon takibi ve bulaşıklığın tespiti

2.2.2.1. *Helicoverpa armigera*'nın populasyon takibi

Kızılırmak ilçesinde domatesin en önemli zararlısının Yeşilkurt, *H. armigera* olduğu bilindiğinden (Şimşek, 2012, 2017), sözü edilen zararlının feromon tuzaklar yardımıyla populasyon takibi yapılmıştır. Sözü edilen tarlaların her birine, zararlı erginleri topraktan çıkmadan önce (toprak sıcaklığı 20°C'yi geçmediği Haziran ayının ilk haftasında (07.06.2018) birbirinden 100'er m aralıklarla çakılan çitalar üzerine yerden 100 cm yüksekliğe gelecek şekilde, delta tipi tuzaklar, 1 tuzak/da hesabıyla içerisine *H. armigera*'nın asıl cinsiyet feromonu (Z)-11-hexadecenal ile (Z)-9-hexadecenal (Kehat and Dunkelblum 1990, 1993) emdirilmiş dispenserli tuzaklar yerleştirilmiş ve

genellikle haftada bir araziye çıkılarak sayılıp ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Bu çalışmalarla eş zamanlı olarak bitki ve meyvedeki bulaşma oranları da belirlenmiştir (Abbas et al., 2015).

2.2.2.2. *Helicoverpa armigera* ve *Tuta absoluta*'nın neden olduğu bulaşmanın/zararın belirlenmesi

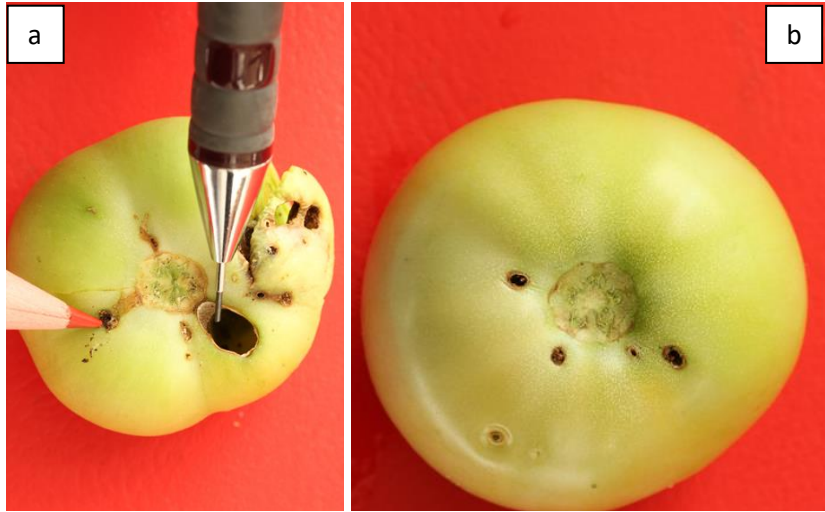
Feromon tuzakların yerleştirilmiş olduğu çalışma alanlarındaki domates tarlalarına (Tımarlı, Karallı ve Hacılar) zararlı kelebekleri feromon tuzaklarda yakalanmasıyla birlikte eş zamanlı olarak her tarlada en az 10 domates bitkisi, tarlayı temsil edecek şekilde, seçilerek bunların üzerinde bulunan domates meyveleri sayılmıştır. Domates meyvelerinin dış kısmı gözle kontrol edilerek larvaların giriş/çıkış delikleri bulunanlar ile bıçakla kesildiğinde içerisinde zararlının bulunduğu dair işaretler bulunanlar zararlı ile bulaşık; bulunmayanlar ise temiz olarak kabul edilmiştir. *H. armigera* ile bulaşık meyveler ile *T. absoluta* ile bulaşık meyveler; zararlıların çıkış-giriş deliklerinin büyüklüğüne ve şekline göre birbirinden ayrılması sağlanmıştır

(Şekil 2). Bulaşık olan meyve sayıları, toplam meyve sayısına oranlanmak suretiyle her kontrol tarihinde her tarla için meyvelerde bulaşma oranları (%), aşağıdaki formüle göre, ayrı ayrı hesaplanmıştır (Abbas et al., 2015).

$$\% \text{Bulaşıklık oranı} = (\text{Bulaşık Meyve Sayısı} / \text{Toplam Meyve Sayısı}) \times 100$$

2.2.2.3. *Helicoverpa armigera* ve *Tuta absoluta*'nın birlikte domates meyvelerinde bulaşma oranlarının tespiti

Aynı çalışmada, yukarıda belirtildiği gibi her iki zararlının domates meyvelerindeki bulaşma oranları (%) ayrı ayrı belirlendikten sonra bunların toplanmasıyla da *H. armigera* ve *T. absoluta*'nın birlikte neden olduğu bulaşma/zarar tespit edilmiştir. Zararlı ile bulaşık meyveler çürüdüğü ve pazar değeri düştüğü için bulaşma oranı, aynı zamanda zarar oranı olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2. *Tuta absoluta*'nın domateste çıkış deliği (a) ve *Helicoverpa armigera* larvasının çıkış deliği (b)

Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarından çalışmalar sırasında toplanan önemli türlerin zarar şekilleri gözlenmiş, fotoğraflarla belirlenmiştir. Bu türlere ait erginlerin morfolojik özellikleri incelenerek fotoğraf makineleriyle fotoğrafları çekilmiş, tanımlamaları yaptırılmıştır.

Teşhise hazır duruma getirilen böceklerin teşhisi; konu ile ilgili literatür ve teşhisli örneklerden istifade edilerek Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Entomolojisi ve Koruma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Meteorolojik veriler, Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Kızılırmak İlçesi Meteoroloji İstasyonundan alınmıştır. Elde edilen bulgular şekil

ve grafikler yardımıyla görsel hale getirilmiş ve aralarındaki ilişkiler araştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında 2017 yılında sürvey çalışmaları yapılarak böcek türleri tespit edilmiş; 2018 yılında da ana zararlı durumunda bulunduğu anlaşılan Yeşilyurt, *Helicoverpa armigera* (Hübner)'un populasyon takibi ve domates meyvelerinin bulaşma/zarar oranları belirlenmiştir.

3.1. Sürvey çalışmaları

Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında 2017 yılında yapılan Sürvey çalışması sonucunda 10 böcek türü [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae); *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Agrotis segetum* (Den.&Schiff.), (Lepidoptera: Noctuidae); *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae); *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae); *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (Orthoptera: Gryllotalpidae); *Locusta migratoria* L., *Oedipoda schochi* Sauss. (Orthoptera: Acrididae); *Cailiptamus tenuicercis* Tarb (Orthoptera: Catantopidae)]'nin bulunduğu saptanmıştır. Bu türlerden *H. armigera*, *T. absoluta*'nın birinci derecede; *Agrotis ipsilon*, *A. segetum*, *Agriotes* sp., *M. desertus*, *G. gryllotalpa*'nın da ikinci derecede zararlı olduğu anlaşılmıştır. Sürvey sonucunda tespit edilen söz konusu böcek türleri, domates bitkisinin fenolojisine göre fide döneminde zarar yapanlar; meyve döneminde zarar yapanlar ile faunistik bakımdan önemli olanlar olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

3.1.1. Domatesin fide döneminde zarar yapan böcekler

Agrotis ipsilon (Hufnagel)
Agrotis segetum (Den.&Schiff.)
Agriotes sp.
Melanogryllus desertus Pall.
Gryllotalpa gryllotalpa L.

Domatesin fide döneminde zarar yaptığı bildirilen yukarıda verilen böcek türlerinin, Kızılırmak ilçesinin yoğun domates tarımı yapılan Tımarlı, Karallı ve Hacılar domates ekim alanlarında bulunduğu belirlenmiştir.

3.1.2. Domatesin meyve döneminde zarar yapan böcekler

Kızılırmak domates ekim alanlarında 2017 yılında yapılan sürvey sonucunda *H.armigera* ile *T. absoluta*'nın domateste meyvelerinin ana zararlısı durumunda bulunduğu belirlenmiş, 2018 yılında da bu zararlıların populasyon seyri izlenmiş ve bulaşıklık oranları belirlenmiştir. Ancak bu makale kapsamında *H.armigera*'nın 2017 yılındaki bulaşıklık durumu ile 2018 yılı populasyon seyri ve bulaşma durumuna ait araştırma sonuçlarına yer verilmiştir.

3.1.2.1. *Helicoverpa armigera*'nın popülasyon takibi ve domates meyvelerinde bulaşma oranları

2017 Yılında yapılan çalışmalar

Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında ana zararlı durumunda bulunan *H.armigera*'nın gelişme süresi; domates kültüründe laboratuvar şartlarında yumurtanın inficarı 2-3 gün (ort. 2,7 gün); larva süresi 13-18 gün (ort. 16,5 gün); pupa periyodu 10,2-12,2 gün (ort. 10,8 gün)'dür. Yumurta bırakma periyodu ise 25-33 gün (ort. 30 gün)'dür. Yumurtadan ergin oluncaya kadar 25-33 gün (ort. 30 gün) geçmektedir. Dişinin yaşam süresi 1-15 gün (ort. 11 gün) olarak belirlenmiştir. Bir dişi, 4-9 günlük yumurtlama periyodunda 255-850 yumurta bırakmaktadır. Erkeklerin yaşam süresi 6-13 (ort. 9,9) gün olarak belirlenmiştir. Erkek kelebeklerin yaşam süresi 7,6; dişi kelebeklerin yaşam süresi ise 10,1 gündür. *H. armigera* en büyük zararı, domates ve biber gibi sebzelerin içerisine girerek yapar. Bulaşık meyveler pazar değerini yitirip bu deliklerden mikroorganizmaların bulaşmasından dolayı genellikle çürür. *H. armigera* larva döneminde zararlı olup 1. ve 2. dönemde yapraklarla beslenen daha sonra da domates, biber, patlıcan banya, nohut ve mercimek gibi sebzelerin meyvelerini delerek içine girip orada beslenmek suretiyle zarar yapmaktadır (Şimşek, 2017). Bu nedenle, sözü edilen zararlıya karşı yapılacak mücadelede bu hususların dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır.

Kızılırmak (Çankırı) ilçesine bağlı 3 köyde (Tımarlı, Karallı ve Hacılar) 2017 yılında yapılan çalışmada domates tarlalarında *H. armigera*'nın meyvelerde neden olduğu bulaşma oranları Çizelge 1 ve Şekil 3'te verilmiştir.

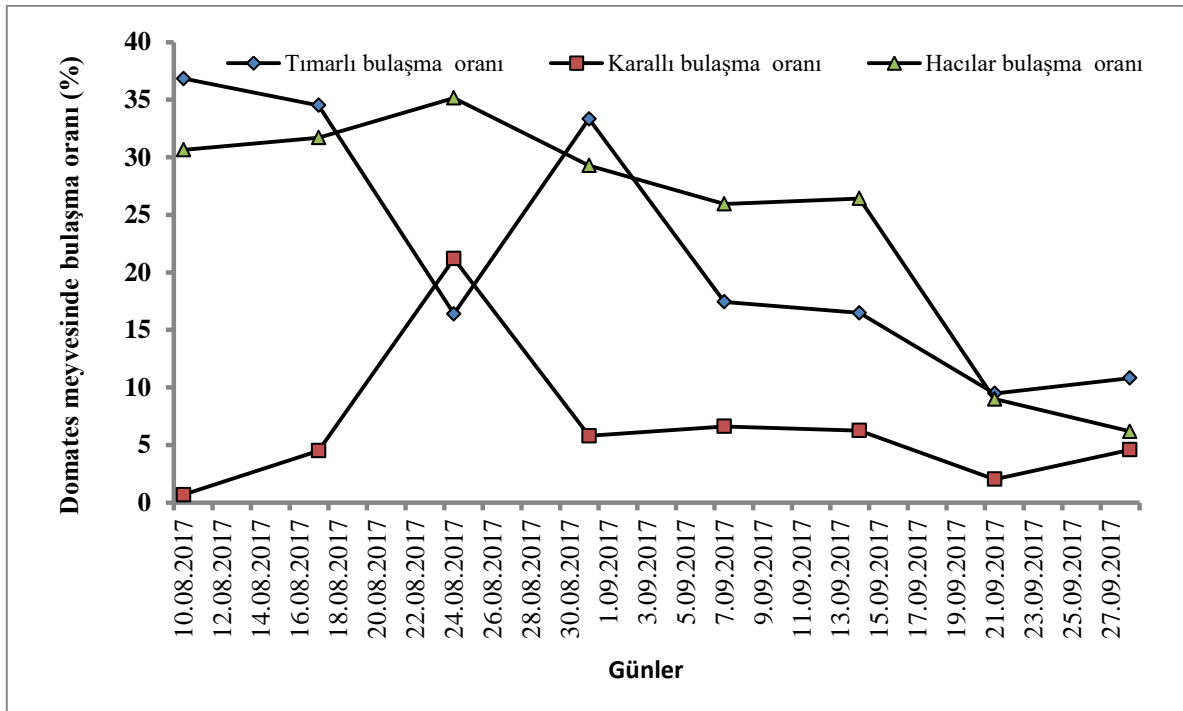
Bulaşıklık bakımından Çizelge 1 ve Şekil 3 birlikte incelendiğinde; Kızılırmak ilçesine bağlı 3 köyde (Tımarlı, Karallı ve Hacılar) Domates tarlalarında *H. armigera*'nın 2017 yılında yapılan çalışma sonucunda; meyvelerdeki bulaşma oranının sırasıyla %9,48-36,84; 0,67-21,19 ve 9,0-35,15 arasında değiştiği; meyvelerde ortalama bulaşmanın yine aynı sıra ile %21,9; 6,45 ve 23,28 oranında olduğu görülmektedir. Her üç çalışma alanında da Ağustos ayı süresince yüksek olan bulaşmanın, Karallı domates ekim alanlarında Eylül ayından itibaren giderek azaldığı gözlenmiştir. Cameron et al. (2001), ticari olarak tolere edilebilir eşğin (EZE) %5 meyve bulaşması olduğunu; Anonim (2011) ise mücadeleye karar vermek için %3 bulaşmanın Ekonomik Zarar Eşiği (EZE) olduğunu bildirmektedir. Cameron et al. (2001)'na göre Karallı'da domateslerdeki ortalama bulaşmanın (%6,45) eşik değerine nispeten yakın olmasına

karşın, Tımarlı (%21,9) ve Hacılar (%23,28)'da kabul edilebilir eşik değerinin 4-5 katı olduğu anlaşılmıştır. Anonim (2011)'in eşik değeri (%3 bulaşma) esas alınrsa, bu oranın daha da artacağı söylenebilir. Bu sonuçlar, Karallı köyünde *H.*

armigera ile mücadelenin zamanında yapılmasına karşın diğerlerinde yapılmadığı kanısını vermiştir. Inayatullah (2007), *H. armigera*'nın Pakistan'da meyvelerde %32-35, domateste ise %53 oranında ürün kayıplarına neden olabildiğini kaydetmektedir.

Çizelge 1. 2017 Yılında Çankırı (Kızılırmak)'da bazı domates ekim alanlarında feromon domates meyvelerinde Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner)]'un neden olduğu bulaşma oranları

Kontrol tarihleri	Çalışmanın yapıldığı köy ve domates meyvelerinde bulaşma oranları (%)		
	Tımarlı	Karallı	Hacılar
10.08.2017	36,84	0,67	30,65
17.08.2017	34,52	4,5	31,71
24.08.2017	16,39	21,19	35,15
31.08.2017	33,33	5,79	29,29
07.09.2017	17,43	6,62	25,95
14.09.2017	16,47	6,25	26,42
21.09.2017	9,48	2,02	9,00
28.09.2017	10,81	4,59	6,18
Ortalama (%)	21,9	6,45	23,28

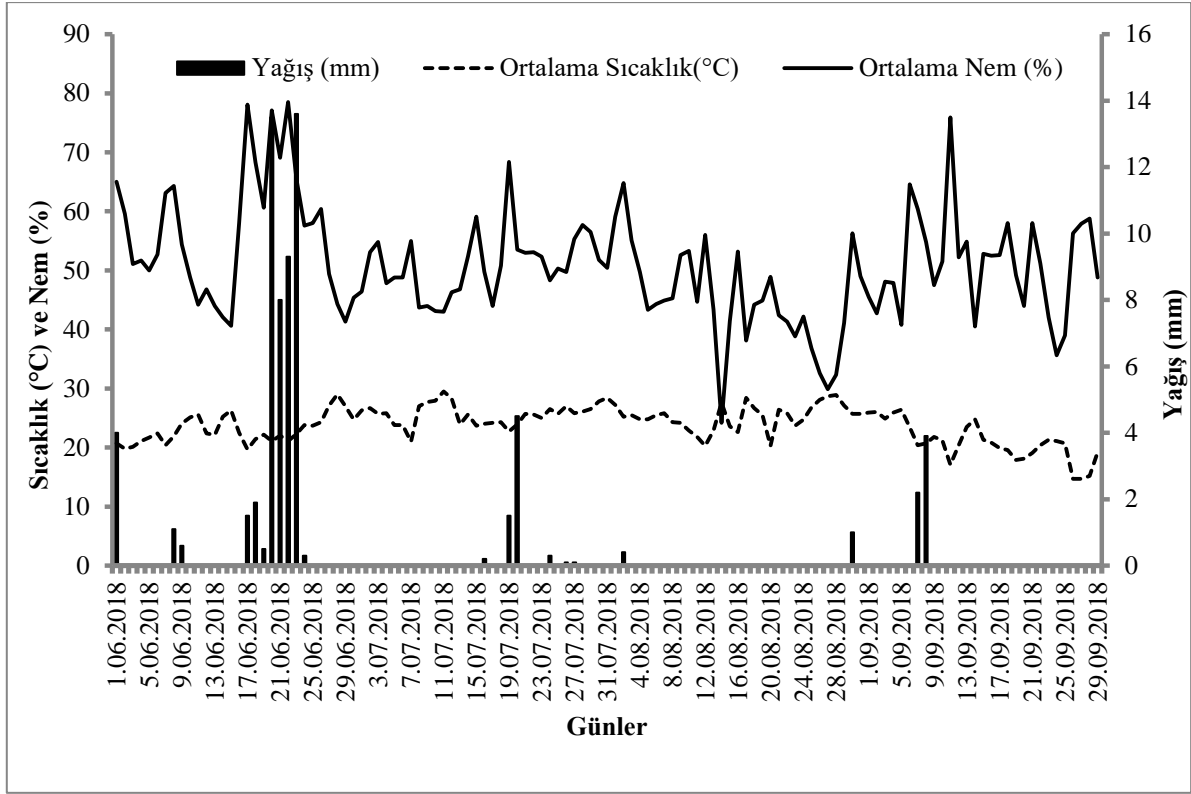


Şekil 3. 2017 Yılında değişik tarihlerde Kızılırmak ilçesi Tımarlı, Karallı ve Hacılar Köylerinde domates meyvelerinde *Helicoverpa armigera* (Hübner)'nin neden olduğu bulaşma oranları

2018 Yılında yapılan çalışmalar

Kızılırmak (Çankırı) ilçesinde 2018 yılında yapılan çalışmalara esas olmak üzere alınan iklim verileri Şekil 4'te, bu ilçeye bağlı 3 köyde (Tımarlı, Karallı ve Hacılar) *H. armigera*'nın populasyon takibi kapsamında domates tarlalarında feromon tuzaklarda yakalanan kelebek sayıları ile meyvelerdeki bulaşma oranları sırasıyla Çizelge 2 ve Şekil 5, Çizelge 3 ve Şekil 6, Çizelge 4 ve Şekil 7

de verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde; yoğun yakalanmaların, yağışları izleyen günlerden (08.06.2018 günü 1,1 mm ve 09.06.2018 günü 0,6 mm) sonra gerçekleştiği; bu tarihler arasında sıcaklığın ortalama 21-26°C, orantılı nemin ise ortalama %40-78 arasında bulunduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. 2018 yılında Kızılırmak ilçesine ait iklim verileri

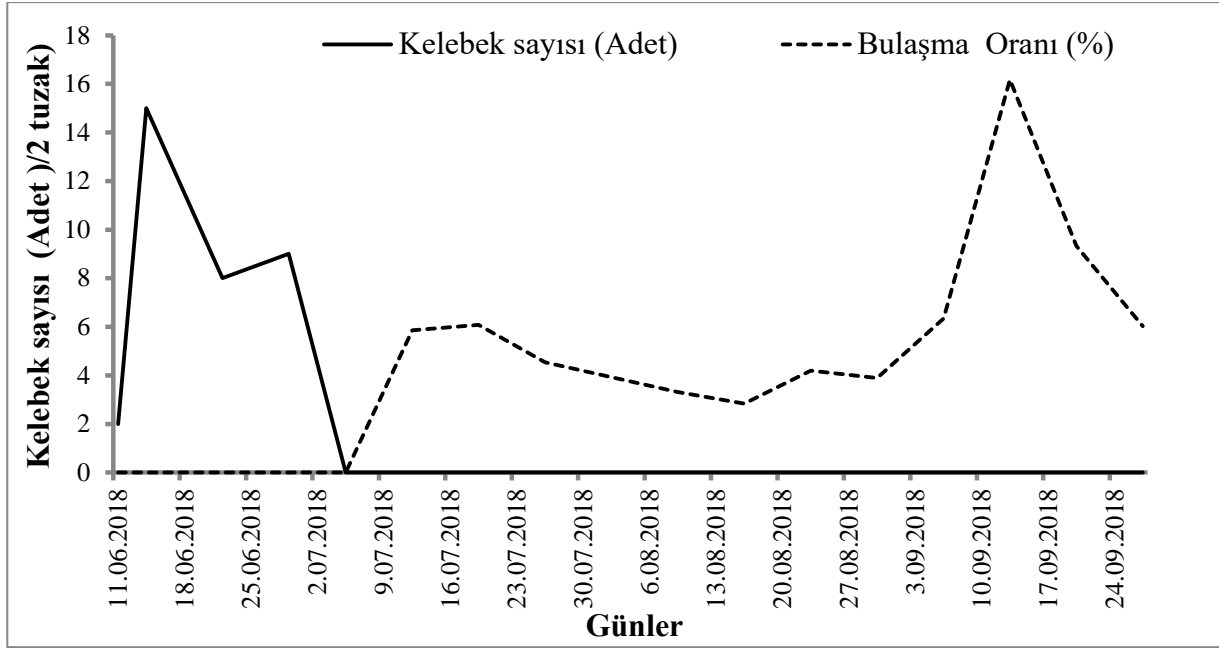
Populasyon takibi bakımından Çizelge 2 ile Şekil 5 birlikte incelendiğinde Tımarlı'da *H. armigera* kelebek çıkışlarının hava sıcaklığının 20°C'nin üzerine çıktığı (Şekil 4) 11.06.2018 tarihinden itibaren tuzaklarda yakalanmaya başladıkları (2 birey/tuzak), 14.06.2018 günü doruk noktasına ulaştıktan (15 birey/2 tuzak) sonra azalarak devam ettiği ve 29.06.2018 günü sona erdiği, buna göre kelebek çıkışlarının yaklaşık 18 gün sürdüğü, bu periyot içerisinde toplam 34 adet kelebeğin yakalandığı görülmektedir. Yoğun kelebek yakalanmaların, yağışları izleyen günlerden (08.06.2018 günü 1,1 mm ve 9.06.2018 günü 0,6 mm) sonra gerçekleştiği; bu tarihler arasında sıcaklığın ort. 21-26°C'ler, orantılı nemin ise ort. %40-78 arasında bulunduğu gözlenmiştir (Çizelge 2 ile Şekil 4).

Bulaşıklık bakımından Çizelge 2 ile Şekil 5 birlikte incelendiğinde; kelebek çıkışından (11.06.2018) yaklaşık 30 gün sonra (12.07.2018) meyvelerdeki bulaşmaların/zararın görülmeye başladığı (%5,85) ve %2,84-16,17 arasında değiştiği; 13.09.2018 günü doruk noktasına ulaştıktan sonra (%16,17) azalarak devam ettiği, ortalama bulaşmanın ise %4,28 düzeyinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Bulunan ortalama bulaşma değerinin, Cameron et al. (2001)'na göre (%5 bulaşma) Ekonomik Zarar Eşiği (EZE)'nin

altında; Anonim (2011)'e göre (%3 bulaşma) ise EZE'ne oldukça yakın bulunduğu söylenebilir.

Çizelge 2. 2018 Yılında Çankırı (Kızılırmak-Tımarlı) domates ekim alanlarında feromon tuzaklarda yakalanan Yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* sayıları ile domateslerdeki bulaşma oranları

Kontrol Tarihleri	Feromon Tuzaklarda Yakalanan Kelebek Sayısı (Birey/2 Tuzak)	Domateslerde Bulaşma Oranı (%)
11.06.2018	2	0,00
14.06.2018	15	0,00
22.06.2018	8	0,00
29.06.2018	9	0,00
05.07.2018	0	0,00
12.07.2018	0	5,85
19.07.2018	0	6,08
26.07.2018	0	4,54
09.08.2018	0	3,31
16.08.2018	0	2,84
23.08.2018	0	4,19
30.08.2018	0	3,89
06.09.2018	0	6,34
13.09.2018	0	16,17
20.09.2018	0	9,32
27.09.2018	0	6,03
Toplam	34	
Ortalama (%)		4,28



Şekil 5. 2018 Yılında Çankırı (Kızılırmak-Tımarlı)'da domates ekim alanlarında feromon tuzaklarda yakalanan Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner)] sayıları ile domateslerdeki bulaşma oranları

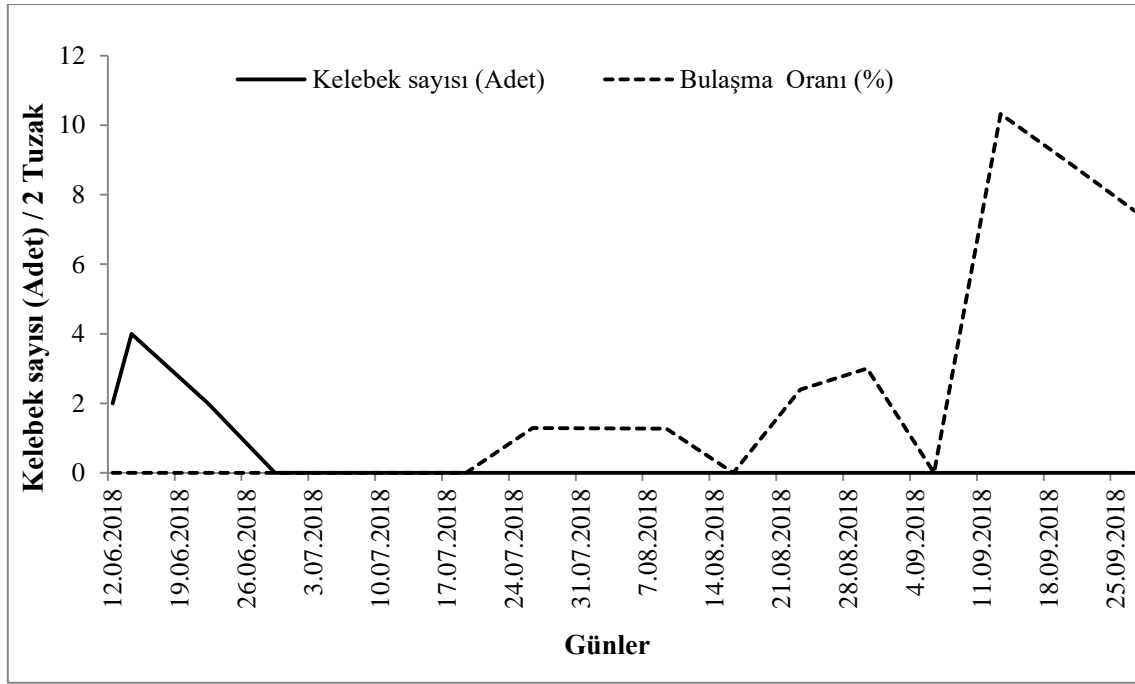
Populasyon takibi bakımından Çizelge 3 ile Şekil 6 birlikte incelendiğinde Karallı'da *H. armigera* kelebek çıkışlarının hava sıcaklığının 20°C'nin üzerine çıktığı (Şekil 4) 12.06.2018 tarihinden itibaren tuzaklarda yakalanmaya başladıkları (2 birey/tuzak), 14.06.2018 günü doruk noktasına ulaştıktan (4 birey/2 tuzak) sonra azalarak devam ettiği ve 22.06.2018 günü sona erdiği, buna göre kelebek çıkışlarının yaklaşık 10 gün sürdüğü, bu periyot içerisinde toplam 8 adet kelebeğin yakalandığı görülmektedir. Yoğun yakalanmaların, yağışları izleyen günlerden (08.06.2018 günü 1.1 mm ve 09.06.2018 günü 0,6 mm) sonra gerçekleştiği; bu tarihler arasında sıcaklığın ort. 21-26°C'ler, orantılı nemin ise ort. %40-78 arasında bulunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4).

Bulaşıklık bakımından Çizelge 3 ile Şekil 6 birlikte incelendiğinde; meyvelerdeki bulaşmaların/zararın, kelebek çıkışından (12.06.2018) yaklaşık 44 gün sonra (26.07.2018) görülmeye başladığı ve bulaşmanın başlangıçta düşük olup (%0-3) daha sonra Eylül ayının ikinci yarısından itibaren artış gösterdiği, bu durumun bulaşık meyvelerin tarlada bırakılmasından kaynaklanabileceği kanısına varılmıştır. Ortalama bulaşmanın ise %2,17 düzeyinde bulunduğu yine aynı çizelgeden anlaşılmaktadır. Bulunan ortalama bulaşma değerinin, gerek Cameron et al. (2001)'na göre (%5 bulaşma) ve gerekse; Anonim (2011)'e

göre (%3 bulaşma) EZE'ne oldukça altında bulunduğu söylenebilir.

Çizelge 3. 2018 Yılında Çankırı (Kızılırmak-Karallı) domates ekim alanlarında feromon tuzaklarda yakalanan Yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* sayıları ile domateslerdeki bulaşma oranları

Kontrol Tarihleri	Feromon Tuzaklarda yakalanan Kelebek Sayısı (Birey/2 Tuzak)	Domateslerde Bulaşma Oranı (%)
12.06.2018	2	0,00
14.06.2018	4	0,00
22.06.2018	2	0,00
29.06.2018	0	0,00
5.07.2018	0	0,00
12.07.2018	0	0,00
19.07.2018	0	0,00
26.07.2018	0	1,29
09.08.2018	0	1,27
16.08.2018	0	0,00
23.08.2018	0	2,40
30.08.2018	0	3,00
06.09.2018	0	0,00
13.09.2018	0	10,32
20.09.2018	0	8,95
27.09.2018	0	7,54
Toplam	8	
Ortalama		2.17



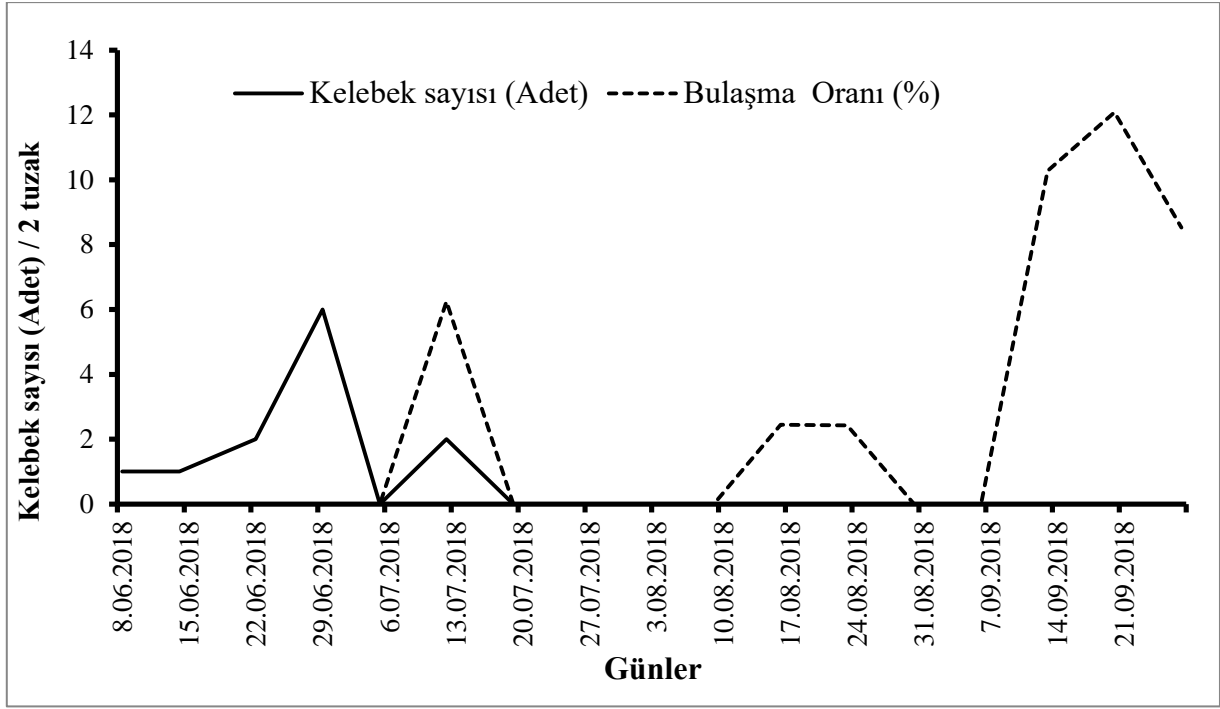
Şekil 6. 2018 Yılında Çankırı (Kızılırmak-Karallı)'da domates ekim alanlarında feromon tuzaklarda yakalanan Yeşilkurt kelebek sayıları ile domateslerdeki bulaşma oranları

Populasyon takibi bakımından Çizelge 4 ile Şekil 7 birlikte incelendiğinde Hacılar'da kelebek çıkışlarının hava sıcaklığının 20°C'nin üzerine çıktığı (Şekil 4) 08.06.2018 tarihinden itibaren tuzaklarda yakalanmaya başladıkları (1 birey/tuzak), 29.06.2018 günü doruk noktasına ulaştıktan (6 birey/2 tuzak) yaklaşık 34 gün sürdüğü çıkışların sona erdiği gün (12.07.2018) domateslerde bulaşıklığın başladığı, bu periyot içerisinde toplam 12 adet kelebeğin yakalandığı görülmektedir. Yoğun yakalanmaların, yağışları izleyen günlerden (08.06.2018 günü 1,1 mm ve 09.06.2018 günü 0,6 mm) sonra gerçekleştiği; bu tarihler arasında sıcaklığın ort. 21-26°C, orantılı nemin ise ort. %40-78 arasında bulunduğu sırada gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Şekil 4).

Bulaşıklık bakımından Çizelge 4 ile Şekil 7 birlikte incelendiğinde; meyvelerdeki bulaşıklığın/zararın, kelebek çıkışından (08.06.2018) yaklaşık 34 gün sonra (12.07.2018) görülmeye başladığı ve başlangıçta (12.07.2018) yoğun bulaşmadan sonra (%6,25) azalıp artışlar göstererek 20.09.2018 günü doruk noktasına ulaştıktan sonra (%12) azalmaya başladığı, ortalama bulaşmanın ise %2,63 düzeyinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Bulunan ortalama bulaşma değerinin, gereke Cameron et al. (2001)'na göre (%5 bulaşma) ve gerekse; Anonim (2011)'e göre (%3 bulaşma) EZE'ne oldukça altında bulunduğu söylenebilir.

Çizelge 4. Çankırı (Kızılırmak-Hacılar) domates ekim alanlarında 2018 yılında feromon tuzaklarda yakalanan Yeşilkurt kelebek sayıları ile domateslerdeki bulaşma oranları

Kontrol Tarihleri	Feromon Tuzaklarda Yakalanan Kelebek Sayısı (Birey/2 Tuzak)	Domateslerde Bulaşma oranı (%)
08.06.2018	1	0,00
14.06.2018	1	0,00
22.06.2018	2	0,00
29.06.2018	6	0,00
05.07.2018	0	0,00
12.07.2018	2	6,25
19.07.2018	0	0,00
26.07.2018	0	0,00
09.08.2018	0	0,00
16.08.2018	0	2,45
23.08.2018	0	2,43
30.08.2018	0	0,00
06.09.2018	0	0,00
13.09.2018	0	10,28
20.09.2018	0	12,08
27.09.2018	0	8,53
Toplam	12	
Ortalama (%)		2,63



Şekil 7. 2018 Yılında Çankırı (Kızılırmak-Hacılar)'da domates ekim alanlarında feromon tuzaklarda yakalanan Yeşilkurt kelebek sayıları ile domateslerdeki bulaşma oranları

Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında 2018 yılında *H. armigera*'nın populasyon takibi ve bulaşıklık durumu ile ilgili yukarıdaki bulgular birlikte değerlendirildiğinde; Populasyon takibine göre, çalışma alanında (Tımarlı, Karallı, Hacılar), *H.armigera* kelebeklerinin 2018 yılı haziran ayının ikinci haftasından itibaren 10-34 gün süre ile tuzaklarda yakalandığı, ilk kez yakalandıktan 30-44 gün sonra da domateslerde bulaşıklığın görülmeye başladığı tespit edilmiştir (Çizelge 2-4), Bu durum, zararlının biyolojisinden kaynaklanabileceği kanısını vermiştir. Sıcaklığa bağlı olarak, çıkan *H.armigera* kelebeklerinin yaklaşık 3 gün sonra yumurta bırakabilmeleri, 4-9 günlük yumurtlama periyodunun 5'nci ile 8'inci gününde yumurtlamanın maksimuma ulaşabilmesi, bırakılan yumurtaların 3 gün sonra açılabilmesi (Şimşek, 2017), bu kanımızı güçlendirmektedir. Değişik yöntemlerle (Günderece, Feromon tuzaklar, Işık tuzakları) kelebek çıkışı tespit edildiğinde, zararlının bu biyolojisi ve arazide hızlıca yer değiştirme özellikleri dikkate alınarak, mücadelenin buna göre yönlendirilmesi

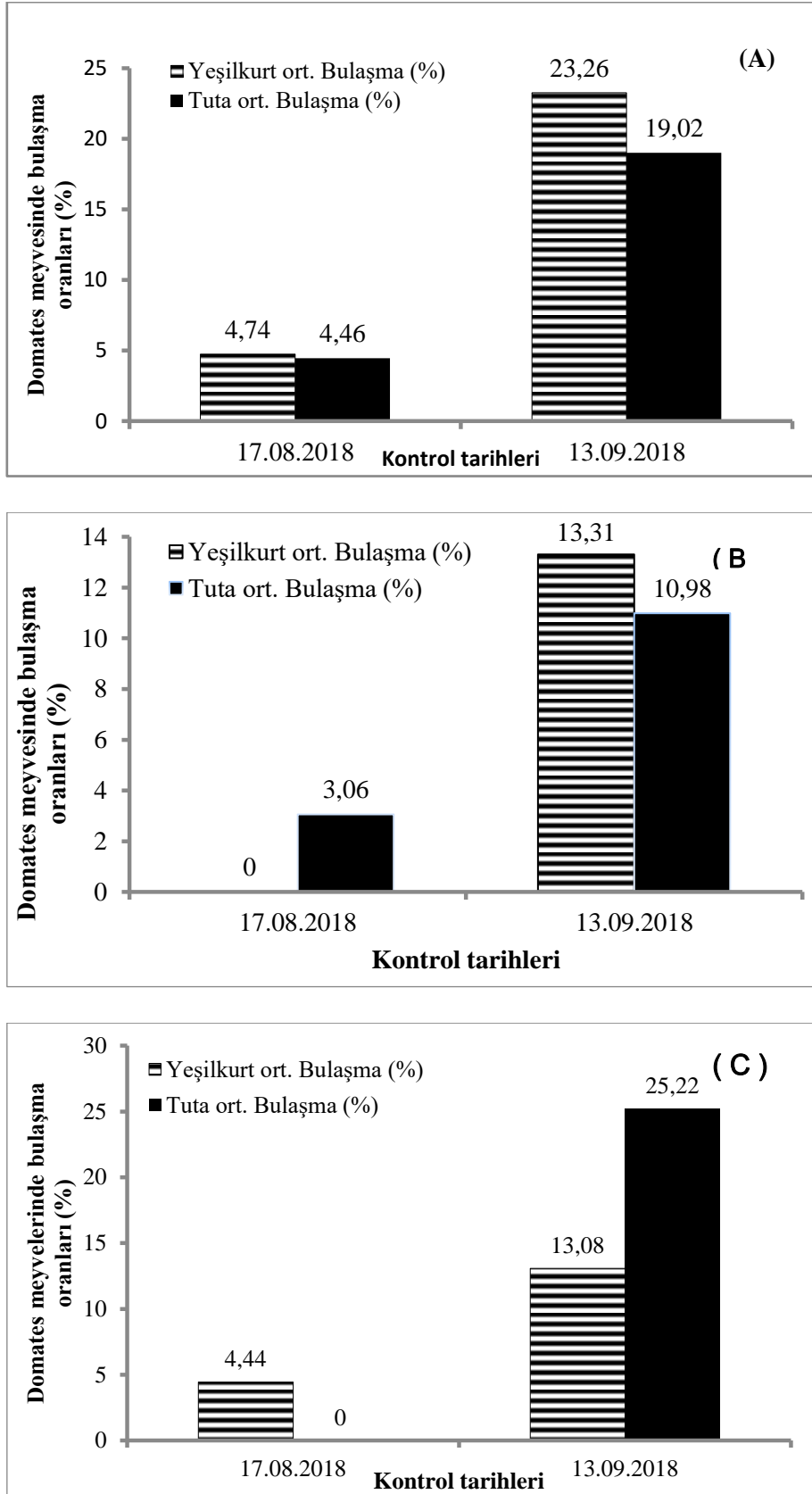
gerektiği sonucuna varılmıştır. Aynı çalışma alanlarında bulaşıklık tespitine göre, eylül ayının ortasında domateslerde bulaşma oranının doruk noktasına ulaşmış (%10-16) mevsim sonuna doğru azaldığı görülmüştür (Çizelge 2-4). Bu durum, atılan ilaçların etkilerinin kaybolmasından ve hasat sonuna yaklaşıldığından bulaşık ve çürümüş domateslerin tarlalarda bırakılmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

3.1.2.2. *Helicoverpa armigera* + *Tuta absoluta*'nın birlikte domates meyvelerinde bulaşma oranları

Kızılırmak (Çankırı Tımarlı, Karallı, Hacılar)'da 2018 yılında *H. armigera*+*T. absoluta* birlikte bulunduğu domates meyvelerinde bulaşma/zarar oranları (%) da Çizelge 5 ve Şekli 8 (A, B, C)'de verilmiştir.

Çizelge 5. Çankırı (Kızılırmak-Tımarlı,Karallı,Hacılar)'da 2018 Yılında domates meyvelerinde Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner)] ve Tuta [*Tuta absoluta* (Meyrick)] birlikte meyvelerde bulaşma oranları

Köyü	Kontrol tarihleri	Bitki No	Toplam Meyve Sayısı (Adet)	Bulaşık meyve sayısı ve oranı				Toplam Bulaşma Oranı(%)
				Yeşilkurt ile bulaşık		Tuta ile bulaşık		
				Sayısı (Adet)	Oranı (%)	Sayısı (Adet)	Oranı (%)	
Tımarlı	17.08.2018	1	44	3	6,82	1	2,27	9,09
		2	27	2	7,41	3	11,11	18,52
		3	80	0	0	0	0	0
	Toplam		151	5		4		9,2
	Ort				4,74		4,46	9,2
Karallı		1	30	0	0	2	6,67	6,67
		2	40	0	0	1	2,5	2,5
		3	41	0	0	0	0	0
	Toplam		111	0	0	3		3,06
	Ort.				0		3,06	3,06
Hacılar		1	40	0	0	0	0	0
		2	60	2	3,33	0	0	3,33
		3	20	2	10	0	0	10
	Toplam		120	4		0		4,44
	Ort.				4,44		0	4,44
Tımarlı	13.09.2018	1	30	8	26,67	3	10	36,67
		2	39	16	41,03	7	17,95	58,97
		3	39	3	7,69	5	12,82	20,51
		4	34	6	17,65	12	35,29	52,94
	Toplam		142	33		27		42,27
	Ort.				23,26		19,02	42,27
Karallı		1	39	0	0	3	7,69	7,69
		2	43	5	11,63	9	20,93	32,56
		3	17	1	5,88	3	17,65	23,53
		4	51	8	15,69	1	1,96	17,65
		5	15	5	33,33	1	6,67	40
	Toplam		165	19		17		24,29
Ort.				13,31		10,98	24,29	
Hacılar		1	19	3	15,79	8	42,11	57,89
		2	46	6	13,04	7	15,22	28,26
		3	26	4	15,38	5	19,23	34,62
		4	37	3	8,11	9	24,32	32,43
	Toplam		128	16		29		38,3
Ort.				13,08		25,22	38,3	
Genel Toplam			817	57		80		



Şekil 8. Çankırı (Kızılırmak-Tımarlı, Karallı, Hacılar)'da 2018 Yılında 17.08.2018 ve 13.09.2018 tarihlerinde yapılan sürvey çalışmasında domates meyvelerinde Yeşilkurt (b) ve Tuta'nın birlikte meyvelerde neden oldukları bulaşma oranları (A: Tımarlı, B: Karallı, C; Hacılar köyü)

Bulaşıklık bakımından Çizelge 5 ile Şekil 8 birlikte incelendiğinde, ağustos ayının ortasında (17.08.2018) üç domates alanında (Tımarlı, Karallı, Hacılar) yapılan sayımda domateslerdeki ortalama bulaşma oranlarının *H. armigera*'da sırasıyla %4,74; 0,00; 4,44; *T.absoluta*'da %4,46; 3,06; 0,00; *H.armigera*+*T. absoluta* birlikte olduğunda yine aynı sıra ile ort. bulaşmanın %9,2; 3,06; 4,44 oranında olduğu görülmektedir. Bu sayım tarihinden yaklaşık bir ay sonra (13.09.2018) üç domates ekim alanında (Tımarlı, Karallı, Hacılar) ikinci kez yapılan sayımda domateslerdeki ortalama bulaşma oranlarının *H. armigera*'da sırasıyla %23,26; 13,31; 13,08 *T.absoluta*'da %19,02; 10,98; 25,22 *H.armigera*+*T. absoluta* birlikte olduğunda yine sıra ile ort. bulaşmanın %42,27; 24,29; 38,30 oranında olduğu aynı Çizelge ve Şekilden anlaşılmaktadır. Buna göre, birinci sayıma oranla, ikinci sayım tarihinde bulaşma oranının önemli oranda artış gösterdiği söylenebilir. Bu durumun, iki zararlının birlikte bulunmasından, bu dönemde ilaçlama yapılmamasından ve hasadın sonuna yaklaşıldığı için bulaşık domateslerin tarlada bırakılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

3.1.3. Faunistik bakımdan önemli olan böcek türleri

Locusta migratoria L, *Oedipoda schochi* Sauss. (Acrididae); *Cailiptamus tenuicercis* Tarb. (Catantopidae)] olup faunistik bakımdan önemli görülmektedir. Bunlardan *L.migratoria*'nın saptandığı çalışma alanında domateslerde günümüzde kayda değer bir zararına rastlanılmamıştır. Ancak, kendine özgü iklim ve toprak yapısının çeltik üretimine uygun olması nedeniyle son yıllarda çeltik ekim alanlarının giderek artış gösterdiği nedeniyle, *L.migratoria*'nın potansiyel zararlı durumunda bulunduğu söylenebilir. Bu türün, çalışma alanında bulunduğu dair bir kayda rastlanılmamıştır. Yoğunluğunun artması durumunda zararlı olabileceği ve bölge faunasını yansıması bakımından verilmesinde yarar görülmüştür.

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, 2017 yılında yapılan sürvey çalışmaları sonucunda Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında 10 böcek türü [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae); *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *A. segetum* (Den.&Schiff.), (Lepidoptera: Noctuidae); *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae); *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae); *Gryllotalpa gryllotalpa* L (Orthoptera: Gryllotalpidae); *Locusta migratoria* L.. *Oedipoda schochi* Sauss. (Orthoptera: Acrididae); *Cailiptamus tenuicercis* Tarb

(Orthoptera: Catantopidae]'nın bulunduğu saptanmıştır. Bunlardan, ana zararlı durumunda bulunan *H. armigera*'nın popülasyonunun takip edilmediği 2017 yılında Kızılırmak ilçesine bağlı 3 köyde (Tımarlı, Karallı ve Hacılar) domates tarlalarında meyvelerdeki bulaşma oranının sırasıyla %9,48-36,84; 0,67-21,19; 9,0-35,15 arasında değiştiği; meyvelerde ortalama bulaşmanın yine aynı sıra ile %21,9; 6,45 ve 23,28 oranında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 3). Çalışma kapsamı dışında olmasına karşın aynı çalışma alanlarında 2018 yılında *H. armigera*'nın popülasyon takibi kapsamında yapılan çalışmada; *H.armigera* kelebeklerinin 2018 yılı haziran ayının ikinci haftasından itibaren 10-34 gün süre ile tuzaklarda yakalandığı, ilk kez yakalandıktan 30-44 gün sonra da domateslerde bulaşıklığın görülmeye başladığı tespit edilmiştir (Çizelge 2-4). Buna göre feromon tuzaklarla *H. armigera* kelebekleri yakalanır yakalanmaz üreticilerin zararlıya karşı topluca mücadeleye başlamaları önerisinde bulunulmuştur. Bu tavsiyeye uyan üreticilerin, zararlı larvaları domatesin meyvelerine girmeden, ilaçlara karşı duyarlı oldukları genç larva döneminde (1.-3.) mücadeleyi uygulamaları sağlanmıştır. Bunun sonucunda, domates meyvelerindeki ortalama bulaşıklığın EZE (% 3)'nin üzerine çıkmadığı gözlenmiştir (Çizelge 2-4). Ayrıca, yapılan literatür taramalarında, Lepidoptera takımına bağlı böceklerde, feromon tuzaklarda yakalanma ile teyid edilen ergin çıkışlarının başlangıcının tespitinde, zararlıların değişik biyolojik dönemlerine ait Gelişme Eşik Değerleri (°C) esas alınmak suretiyle, Etkili Sıcaklık Toplamı (EST)'na göre (gün.derece) de popülasyon gelişmesinin tahmin edilebileceği anlaşılmıştır (Baker et al., 1982, Potter and Timmons, 1983, Ahmed and Khaluque, 2002). Feromon tuzaklar olmaması durumunda, bu yöntemle de sözü edilen zararlıların mücadele zamanının belirlenebileceği kanısına varılmıştır. Bu nedenle, bundan sonra yapılacak çalışmalarda *H. armigera* ve *T.absoluta*'nın çıkış zamanının tahminiyle ilgili çalışmalara da yer verilmesinde yarar görülmemektedir. Ancak, daha isabetli tahminlerin yapılması ve mücadelenin sürdürülebilir olması için Kızılırmak (Çankırı) domates ekim alanlarında bu iki ana zararlının tahmin modelleri ile mücadelesine yönelik biyo-ekolojisi ve mücadele yöntemleri üzerinde acilen ve daha ayrıntılı araştırmaların yapılmasının gerektiği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

Abbas, G., Hassan N., Farhan M., Haq I., Karar H., 2015. Effect of Selected Insecticides on *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) and Their Successful Management, *Advances in Entomology*, 3, 16-23.

Aktaş, H., 2001. Önemli Hububat Hastalıkları ve Sürvey Yöntemleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki sağlığı ve Araş. Dairesi Başk., Ankara, 74 s.

Ahmed, K., Khalique, F., 2002. Forecasting Adult Populations of *Helicoverpa armigera* on Chickpea Using Pheromone Trap. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(8) : 830-834.

Anonim 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt: 3. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), Ankara, 332 s.

Anonim 2011. Zirai Mücadele Teknik Talimatı: Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Tarım Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 298 s.

Asena, N., 1972. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Sebze Zararlıları Üzerinde Araştırmalar. Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı, Cilt.9.

Baker, P.B., Shelton, A.M., Andala, J.T., 1982. Monitoring of diamond back moth in cabbage with pheromones. *J. Econ. Entomol.* , 75 : 1025-1028.

Cameron, P. J., Walker, G.P., Herman, T.J.B., Wallace, A.R., 2001. Development of Economic Thresholds and Monitoring Systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Tomatoes . *Journal of Economic Entomology* 94(5):1104-1112.

Çobanoğlu S., Kumral, N.A., 2014. Ankara, Bursa Yalova İllerinde Domates Yetiştirilen Alanlarda Zararlı ve Faydalı Akar (Acari) Biyolojik Çeşitliliği ve Populasyon Dalgalanması. *Turkish Journal of Entomology* 38(2):197-214

EPPO, 2005. EPPO Datasheets on Quarantine Pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35:434-435. <http://www.eppo.org>, (Erişim tarihi: 18.12. 2009).

Erdoğan P., Barış A. 2005. Orta Anadolu Bölgesi Örtüaltı Domates Yetiştiriciliği Entegre Mücadele Araştırma, Uygulama ve Eğitim Projesi. (Yayımlanmamış Tagem Projesi).

Inayatullah, M., 2007. Biological Control of Tomato Fruitworm (*Helicoverpa armigera*) Using Egg Parasitoid *Trichogramma chilonis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) and *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae: Neuroptera). First Annual Technical Report, HEC Funded Project, 99 p.

Karsavuran Y., Zeybekoğlu Ü., Şahin F., Saygılı H., Özdemir N., 2009. Bursa İli Sanayi Domatesi Üretim Alanlarında Görülen *Auchenorrhyncha* (Homoptera) Türleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46 (2): 117-122.

Kehat, M., Dunkelblum, E., 1990. Behavioral analysis of male *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) moths in a flight tunnel to combinations of components identified from female sex pheromone glands. *J. Insect Behav.* 3:75-83.

Kehat, M., Dunkelblum, E., 1993. Sex pheromones: achievements in monitoring and mating disruption of cotton pests in Israel, *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 22(3-4): 425-431.

Pereyra P.C., Sanches N., 2006. Effect of two Solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35: 671-676.

Potter, D.A., Immons, G.M., 1983. Forecasting emergences and flight of the lilac borer (Lepidoptera: Sessidae) based on pheromone trapping and day-degree accumulations. *Environ. Entomol.*, 12: 400-403.

Şimşek, Z., Kondur, Y., Kayılı, R., 2007. Çankırı İlinde Tarım Alanlarında Görülen Entomolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Çankırı Araştırmaları Dergisi*, Cilt:2, 287-296.

Şimşek, M. 2012. Kızılırmak (Çankırı)'da Karpuz ve Kavun Ekim Alanlarında Bulunan Böcek Türleri ile Bunların Organik Tarım Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), 216 s.

Şimşek Z., 2017. Zararlılarla Mücadelede Temel Prensipler. T.C. Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Entomolojisi ve K Koruma Anabilim Dalı, 45 s (Basılmamış).

Farklı Orijinli Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Tohumlarında Bazı Ön İşlemlerin Çimlenmeye Olan Etkisi¹

A. Ayrancı^{2,*}, M. N. Öner³

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Öğrencisi, 18200, ÇANKIRI

³ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, ÇANKIRI

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 16 Mayıs 2019

Kabul Tarihi : 27 Haziran 2019

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:

akifayranci1986@gmail.com

¹ Bu makale sorumlu yazarın Yüksek

Lisans Tezinden üretilmiştir.

ÖZ

Bu çalışmada, farklı orijinli Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) tohumlarında bazı ön işlemlerin çimlenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Söz konusu orijinlere ait tohumlar, ilgili Fidanlık Müdürlükleri'nin tohum stok merkezlerinden temin edilmiştir. Bu orijinler Antalya-Elmalı, Antalya-Alanya, Konya-Ermenek, Afyon-Çay, Isparta-Senirkent, Isparta-Ş. Karaağaç'tır. Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich) tohumlarında var olduğu bilinen reçine ve embriyodan

kaynaklanan çimlenme engelini giderecek en uygun yöntemin belirlenmesi amacıyla tohumlarda kontrol, katlama, 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃, 100 ppm GA₃+katlama ve 500 ppm GA₃+katlama olmak üzere toplam 6 farklı ön işlem uygulanmıştır. Soğuk-ıslak katlama işlemi 30 gün +4°C'de dikey soğutucuda, çimlendirme testleri ise 25±1°C'de çimlendirme kabini içinde 28 gün sürede gerçekleştirilmiştir. Yapılan her bir ön işlem sonrası tohumlar çimlendirme testlerine tabi tutularak orijinlere ait çimlenme yüzdeleri (ÇY) ve çimlenme hızları (ÇH) tespit edilmiştir. yapılan işlemler neticesinde en yüksek ÇY' si ön işlem olarak katlamaya alınan tohumlardan Alanya (%73) orijininde, en düşük ÇY' si ise ön işlemi 500 ppm GA₃ olan Senirkent ve Ş.Karaağaç (%4) orijinlerinde elde edilmiştir. Sonuç olarak; Toros sediri tohumlarında çimlenmeye en etkili faktör olarak katlama ve 100 ppm GA₃ ön işlemleri ön plana çıkarken, 500 ppm GA₃ ön işlem uygulamasının çimlenme parametreleri üzerinde etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cedrus libani*, Çimlenme, Çimlenme engeli, Katlama, GA₃.

Effect of Some Pretreatments of Seeds on Germination of Different Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) Origins

ABSTRACT

This study aimed determination of some pre-treatments effects on the germination of Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) seeds. In order to determine the most proper method to eliminate the germination limitation, which is mainly resulted from resin and embryo known to be present in the seeds of the Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich). Percentage and rate of germination increased by some pretreatments were determined. Seeds belonging to different origins were obtained from seed stock centres of Nursery Directorates. Origins of Antalya-Elmalı, Antalya-Alanya, Konya-Ermenek, Afyon-Çay, Isparta-Senirkent, Isparta-Ş. Karaağaç were studied. Germination tests were carried out in three different groups: Control, 100 ppm GA₃ and 500 ppm GA₃. Six different pretreatments were applied to each group, as they were subjected to germination tests both after folding and no folding. The seeds were placed in cold-wet folding for 30 days at + 4 ° C in a vertical cooler, then 28 days at 25 ± 1 ° C in a germination cabinet. The highest germination percentage (GP) was obtained from the seeds, which were stratificated as pretreatment in Alanya (73%) origin and the lowest GP was obtained from Senirkent and Ş.Karaağaç (4%) origins with 500 ppm GA₃ pretreatment. While stratificating and 100 ppm GA₃ pretreatment were the most effective factors for germination in Taurus cedar seeds, 500 ppm GA₃ pretreatment had no effect on germination parameters.

Key words: *Cedrus libani* A. Rich, germination, stratification, GA₃.

Bu makaleye atf:

Ayrancı, A., Öner, M.N., 2019. Farklı Orijinli Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Tohumlarında Bazı Ön İşlemlerin Çimlenmeye Olan Etkisi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 5(1): 61-70.

1. Giriş

Orman Genel Müdürlüğü tarafından yapılan 2015 yılı envanter çalışmalarına göre ormanlık alanlar, ağaçsız alanlar hariç ülke alanının %28,6'sını kaplamaktadır. Ormanlık alanın %33'ünü yapraklı, % 48'ini iğne yapraklı, %19'unu ise ibreli yapraklı karışık ormanlar kaplamaktadır. Toros sedirinin ülkemizde yayılış alanı 482.391 ha'dır. Bu alanın yaklaşık yarısı boşluklu-kapalı olduğundan normal kapalılıkta olması için ağaçlandırma çalışmaları büyük önem arz etmektedir (Anonim, 2015). Toros sedirinde yapılan araştırmalar neticesinde plasitesi yüksek bir ağaç olduğu için ağaçlandırma çalışmalarında doğal yayılış alanları dışında da çok başarılı olduğu görülmüştür (Alptekin, 1996a).

Ormancılıkta devamlılığın sağlanması için yapılan ağaçlandırma çalışmalarında başarıyı etkileyen önemli etkenlerden biri, kullanılan fidan materyalidir (Ürgeç, 1986). Kalite ve kantite olarak verimli ormanların yetiştirilmesi amaçlı yapılan ağaçlandırmalarda uygun tür seçimi, yetiştirme ortamı koşulları ile nitelik ve nicelik bakımından kaliteli tohumların seçimi önemlidir. Bu hususlar doğrultusunda seçilen tohumlardan üretilen kaliteli fidanların kullanılması dikimin başarısında önemli bir ölçüttür. Kaliteli fidan elde edilmesinde en önemli etken ise tohumun orijini ve yetiştirme ortamı koşullarına dikkat edilmesi olmalıdır. Böylece yapılan çalışmalarda başarı oranı artmakta ve optimum katkı sağlanmaktadır (Boydak ve Çalikoğlu, 2008).

Koniferler kralı olarak betimlenen Toros sediri; tarihi, bilimsel, estetik, kültürel, ekolojik ve ekonomik etkilerinden dolayı dünya ve ülkemiz için büyük öneme sahiptir. Toros sediri uzun ömürlü, odunu çok dayanıklı, görkemli görünümü ile dünya çapında yayılış kudretinin, tarihte kuvvet ve metanetin simgesi olarak nitelendirilen Anıt ağaç ve ormanları olan kıymetli bir türdür (Anşin ve Özkan, 1986; Şahin ve Yıldırım, 2012).

Toros sediri, Anadolu'da Toros Dağlarında tahribatlar sonucu kısmen kalıntılar halinde de kalsa, güneyde Suriye ve Lübnan'da doğal olarak yayılış gösterir (Odabaşı 1990; Alptekin 1996a; Boydak ve Çalikoğlu, 2008; Yıldızbakan ve ark., 2013). Ülkemizde batı Toroslarda Acıpayam-Bozdağ, Tavas-Konak, Köyceğiz-Çaldağı'ndan başlar batı Toroslardan (Elmalı, Bucak, Çıglıkara), (Katrandağı ve Susuzdağ) doğuya doğru ilerleyerek Kahramanmaraş-Ahır Dağları'na ulaşır. Güneyde Osmaniye Amanos dağlarında, kuzeyde lokal olarak Erbaa-Çatalan ve Niksar Akıncıköy yöresinde ayrıca stebe geçiş zonu olan Orta Anadolu iklim kuşağında bulunur ve Afyon-Emirdağ-Yukarı Çaykışla

Vadisi'nde de izole yayılışlar gösterir (Boydak ve Çalikoğlu, 2008; Dağdaş, 2012; Ayan et al., 2018a).

Toros sediri, dikey yayılışını genel olarak 800-2100 m yükseltilerde yapar. Ancak yükseltinin yaklaşık 500-650 m olduğu Fethiye Babadağ-Boğaziçi havzası ile Antakya-Hassa Yolluklar ile Söğüt köyleri arasında da görülmektedir ve bireysel olarak inebildiği en düşük yükselti Antalya-Finike'dir. Ayrıca, Bolkar ve Amonos Dağlarında 2400 m yükseltiye çıkabilmektedir (Boydak ve Çalikoğlu, 2008; Ayan et al., 2018a).

Toros sediri kışları soğuk ve karlı, yazları serin, güneşli ve aynı zamanda nemli rüzgarların hakim olduğu Akdeniz ikliminin genel özelliklerini taşımaktadır (Boydak ve Çalikoğlu, 2008; Dağdaş, 2012). Ayrıca, Sedirin yayılış alanları düşünüldüğünde farklı iklim tiplerinde olması uyum yeteneğinin yüksek olmasının bir göstergesidir (Boydak ve Çalikoğlu, 2008; Ayan ve ark. 2017).

Yetiştirme ortamı koşullarında ortalama yağış 650-1400 mm, ortalama sıcaklık 6,0 - 12,5°C arasında değişmektedir (Kantaracı, 1990; Karatepe ve ark., 2005). Genel olarak yıllık ortalama yağış 600 mm'nin üzerindedir (Dağdaş, 2012).

Toros sediri yayılışında genel olarak toprak tipleri; kahverengi orman toprakları ve Akdeniz topraklarıdır (Öner ve Uysal, 2005; Boydak ve Çalikoğlu, 2008). Toros sediri oksijence zengin, gevşek, hafif, nemli topraklarda iyi gelişim göstermektedir (Karatepe ve ark., 2005).

Toros sediri ile yapılan ağaçlandırmalarda gerek doğal yayılış alanlarında, gerekse doğal yayılış alanları dışındaki ağaçlandırılmalarda geçmişte gösterdiği başarı sedire olan ilginin bugünde devam etmesini sağlamaktadır (Boydak ve ark., 1990; Alptekin, 1996b). Olası iklim değişimi etkilerine yönelik geliştirilen iklim senaryolarında RCP 4,5 ve 8,5 türün, Türkiye'deki yayılış alanlarını 2050 ve 2070 yılları için büyük ölçüde artıracığı ifade edilmektedir (Ayan et al., 2018b).

Orman ağacı türleri ve çalı formundaki odunsu bitkilerin tohumlarında bulunan çimlenme engelleri yapılan ağaçlandırma çalışmalarının başarısını etkilemektedir. Bu yüzden tohumların, optimum çimlenme koşullarına ulaşması için çimlenmeden önce bazı ön işlemlere tabi tutulmaları gerekmektedir. Çimlenme engelini giderilmesi için yapılan bazı ön işlemlerden biri de katlamadır (Boydak ve Çalikoğlu, 2008).

Tohumların çimlenme engelini gidermek için suda bekletme, mekanik ve kimyasal zedeleme, sıcak suya daldırma, kısa süreli yüksek sıcaklık şoku uygulaması ve soğuk veya sıcak katlama çimlenme engelini gidermek için kullanılan başlıca yaygın yöntemlerdir (Landis et al., 1996; Ayan ve Usta, 2010; Baskin and Baskin, 2014).

Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) tohumlarında embriyonun tam teşekkül etmemesi, dinlenme ihtiyacında olması ve endosperm ile kabuk arasında reçine bulunmasından kaynaklı çimlenme engeli bulunmaktadır (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı, 1990; Alptekin, 1996b). Sedir tohumlarında bulunan çimlenme engeli soğuk-ıslak katlama ile 30 gün süre ile (% 70 nemlendirilmiş kum üzerinde) giderilebilmektedir. Tohumların çimlenme yüzdesi ve hızının tespiti için önerilen 30 günlük soğuk-ıslak katlama ve sonrasında 28 gün çimlendirme dolabından en uygun sıcaklık +25°C 'de bekletilmek üzere çimlendirme deney süresi toplamda 58 gündür (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı, 1990; Eller, 1992; Boydak ve Çalikoğlu, 2008).

Giberellik asidin çimlenme sırasında iki önemli rolü bulunmaktadır. Birincisi embriyonun büyüme potansiyelini yükseltmesi diğeri ise tohum kabuğundan kaynaklanan mekanik kısıtlamayı radikula etrafındaki dokuları zayıflatarak ortadan kaldırmasıdır (Ogawa et al., 2003).

Bu çalışmada; farklı orijinlere ait Toros sediri tohumlarında çimlenme engelinin giderilmesinde; katlama, kontrol, 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃, 100 ppm GA₃+katlama ve 500 ppm GA₃+katlama olmak üzere toplam olarak 6 farklı ön işlem uygulanmıştır. Soğuk-ıslak katlama işlemi 30 gün +4°C'de dikey soğutucuda, çimlendirme testleri ise 25±1°C'de LOVIBOND marka çimlendirme dolabında 28 gün sürede gerçekleştirilmiştir. Yapılan her bir ön işlem sonrası tohumlar çimlendirme testlerine tabi tutularak orijinlere ait çimlenme yüzdeleri (ÇY) ve çimlenme hızları (ÇH) tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Toros sediri tohumları, Antalya, Eskişehir, Isparta, Konya Orman Bölge Müdürlükleri Tohum Stok Merkezlerinden (Fidanlık Müdürlüğü) temin edilmiştir. Tohumların orijinleri hakkında genel bilgiler Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Tohumların temin edilen alanlara ait bilgiler

Ulusal Kayıt No	Tohum Kaynağı	Böl. Müd.	İşl. Müd.	İşl. Şef.	Bölme No	Tohum Yılı	Toplandığı Rakım (m)	Miktarı kg
234	Tohum Meşçeresi	Antalya	Elmalı	Sevindik	64,65,66,84	2018	1100	0.5
-	Tohum Meşçeresi	Antalya	Alanya	Söğüt	363	2018	1800	0.5
239	Tohum Meşçeresi	Isparta	Isparta	Senirkent	88,93	2017	650	0.5
238	Tohum Meşçeresi	Isparta	Isparta	Kız. Mil. Parkı	221	2017	1000	0.5
245	Tohum Meşçeresi	Konya	Ermenek	Kazancı	278	2017	1750	0.5
244	Tohum Meşçeresi	Eskişehir	Afyon	Çay	543-544	2018	1400	0.5

2.2. Yöntem

2.2.1. Tohumların saflığı ve 1000 dane ağırlıklarının belirlenmesi

Çalışmada kullanılan her bir orijine ait tohum örnekleri içerisinde kozalak pulu parçaları, kanat kırıkları, ibre parçaları, dal parçaları, toz, toprak gibi yabancı maddelerden ayrıştırılmıştır. Tohumlar ayrı ayrı hava almayan cam kavanozlara konularak çimlendirme testleri öncesinde buzdolabında (+4°C) saklanmıştır. Tohum saflığı % = Saf tohum ağırlığı (gr) x 100 / çalışma örneğinin toplam ağırlığı (gr) formülü ile hesaplanmıştır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

1000 dane ağırlığının hesaplanmasında her bir orijine ait tohum örneklerinden ayrı ayrı rastgele 8x100 adet tohum seçilmiştir. Örnekleme amacıyla tohumlar düz bir zemine tek kat serilip karıştırıldıktan sonra tohumlardan 100 tanesi alınarak elektronik hassas terazide ağırlıkları ölçülmüştür. 1000 dane ağırlığını hesaplamak için 8 yinelemenin ortalaması bulunarak 10 ile çarpılmıştır (ISTA, 1993).

2.2.2. Tohumlara uygulanan ön işlemler

Tohumların çimlenme engelinin giderilmesinde GA₃ ve soğuk katlamanın çimlenme üzerine etkisini belirleyebilmek amacı ile tohumlar; kontrol,

katlama, 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃, 100 ppm GA₃+katlama ve 500 ppm GA₃+katlama olmak üzere toplam olarak 6 farklı ön işlem uygulanmıştır.

Hiçbir ön işleme tabi tutulmayan kontrol grubu tohumları hızlı ve homojen çimlenmenin sağlanması için 24 saat saf suda bekletilmiştir. Katlama işlemi için tohumlar öncelikle 24 saat saf suda bekletilmiştir. Katlama materyali olarak kullanılan kum 24 saat 105°C'de bekletilerek sterilize edilmiştir. Daha sonra kumlar steril olan 2 ml'lik elek yardımıyla büyük parçalardan uzaklaştırılmıştır. Tohumlar 15 cm çapta cam petri kapları içerisine birbirlerine tohumların değmemesi de dikkate alınarak dizilmiş ve tohumlar katlama süresi olarak 30 gün +4°C'de dikey soğutucuda bekletilmiştir. 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃ grubu tohumları; öncelikle hassas terazide 100 mg GA₃ ve 500 mg GA₃ tartıldıktan sonra bir cam kabın (beher) içine konularak üzerine bir miktar alkol dökülmüş ve 1000 ml saf su eklemek suretiyle hazırlanan çözeltiler içerisinde 24 saat bekletilmiştir. 100 ppm GA₃+katlama ve 500 ppm GA₃+katlama grubu ise hazırlanan çözeltiler içerisinde 24 saat bekletildikten sonra katlama işleminde yapılan işlemler yapılarak tohumlar 15 cm çapta cam petri kapları içerisinde 30 gün +4°C'de dikey soğutucuda bekletilmiştir.

2.2.3. Çimlendirme testleri

Çimlendirme testleri öncesi çimlendirme ortamı için yapılan ön denemelerde, kum mu? Filtre mi? kullanımın doğru olacağı konusunda denemeler yapılmış olup kumun Toros sediri tohumlarında uygun çimlendirme ortamı olabileceği belirlenmiştir. Çimlendirme ortamı olarak filtre kâğıdı ile çimlendirme testine alınan tohumlarda mantarlaşma gözlemlenmiş ve ÇY ve ÇH'nın düşük olduğu saptanmıştır. Çimlendirme testleri 4 yinelenmeli 25'şer tohum kullanılarak yapılmıştır. Tohumlar öncelikle yüzeysel olarak temizlenmesi amacı ile saf sudan geçirilmiştir. Çimlendirme testleri 12 cm çapta cam kaplarda, çimlenme ortamı olarak da dere kumunda gerçekleştirilmiştir. Kullanılan kum 24 saat 105°C'de bekletilerek sterilize edilmiştir. Daha sonra kumlar steril olan 2 ml'lik elek yardımıyla büyük parçalardan uzaklaştırılmıştır. Petri kapları testten önce saf suyla yıkanmış ve sterilize edilmesi için 10-15dk. 105 °C' de bekletilmiştir. Çimlendirme testleri ise 25±1°C'de LOVIBOND marka çimlendirme dolabında 28 gün sürede gerçekleştirilmiş ve kökçüğü tohum boyu kadar uzayan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlendirme testi süresince çimlendirme ortamının nemi ve çimlenen tohumlar gün aşırı kontrol edilmiştir. Çimlenen tohumlar kaydedilerek etil

alkol ile sterilize edilen pinset yardımıyla petri kaplarından uzaklaştırılmıştır.

Çimlendirme testleri süresi sonunda her orijine ait Çimlenme Yüzdesi ÇY (%), Çimlenme Hızı (ÇH) olmak üzere iki farklı parametre elde edilmiştir. ÇY (%) = $\sum ni / N \times 100$ formülü ile (Boydak ve Çalışkan 2014) hesaplanmış olup formülde; ÇY (%) çimlenme yüzdesini, ni: i gündeki çimlenme sayısını ve N ise teste konulan toplam tohum sayısını ifade etmektedir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde IBM SSPS versiyon 22 istatistik programı kullanılmış ve veriler, tek yönlü varyans analizinden sonra Duncan testine tabi tutulmuştur ($p \leq 0.05$).

3. Bulgular

3.1. Tohum Morfolojik Özelliklerine Ait Bulgular

Orijinlere ait hesaplanan Tohum saflık yüzdeleri ile 1000 dane ağırlıkları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tohum saflık yüzdeleri ve 1000 dane ağırlıkları

Orijin	Saf Tohum (%)	1000 Dane Ağırlığı (g)
Antalya-Elmalı	88	85.275
Antalya-Alanya	69	84.642
Isparta-Eğirdir	97	85.866
Isparta-Ş.Karaağaç	98	87.354
Konya-Ermenek	98	84.982
Afyon-Çay	96	95.655
Ortalama	91	87.296

Çizelge 2 incelendiğinde; orijinlere ait tohum saflık yüzdelerinde en yüksek Isparta orijinleri Senirkent ve Ş.Karaağaç (%88) olurken en düşük saflık yüzdesi ise Antalya-Alanya (%69) orijininde elde edilmiştir. 1000 dane ağırlıklarında ise en yüksek Afyon-Çay 95,655 gr en düşük Antalya-Alanya orijininde 84,642 gr elde edilmiştir.

3.2. Çimlendirme Testlerine Ait Bulgular

Orijinlerde uygulanan ön işlemlerden kontrol (hiçbir işleme tabi tutulmadan çimlendirme testine konulan), katlama, 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃, 100 ppm GA₃+ katlama ve 500 ppm GA₃+katlama gruplarına ait çimlendirme testine konulan tohumlardan elde edilen ÇY 'ne ilişkin grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizini takiben Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 3).

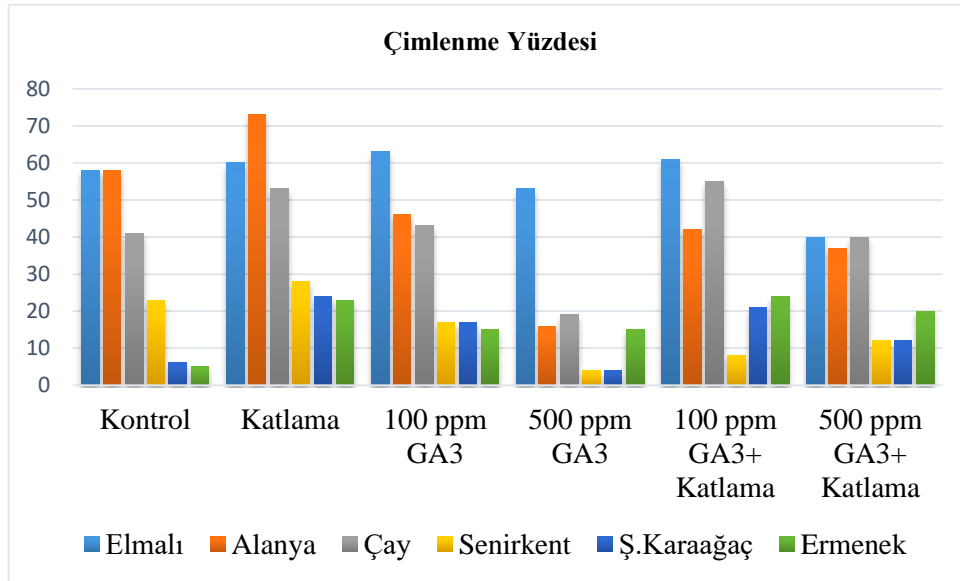
Çizelge 3. Uygulanan ön işlemlerin her işlem grubu orijinlerinde ÇY'ne etkisi

Orijinler	N	Kontrol	Katlama (30 Gün)	100 ppm GA ₃	500 ppm GA ₃	100 ppm GA ₃ + Katlama	500 ppm GA ₃ + Katlama
Elmalı	4	58 a	60 b	63 a	53 a	61 a	40 a
Alanya	4	58 a	73 a	46 b	16 b	42 b	37 a
Çay	4	41 b	53 b	43 b	19 b	55 a	40 a
Senirkent	4	23 c	28 c	17 c	4 c	8 d	12 b
Ş.Karaağaç	4	6 d	24 c	17 c	4 c	21 c	12 b
Ermenek	4	5 d	23 c	15 c	15 b	24 c	20 b
F hesap		42.889	37.222	22.330	30.395	52.450	10.986
P		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*a>b>c>d aynı sütundaki her bir grup kendi içinde değerlendirilmiştir (p ≤0,05).

Çizelge 3 incelendiğinde; kontrol grubu ve uygulanan ön işlem gruplarında tohumlarının ÇY'leri dikkate alındığında orijinler arası %95 güvenle A faktörü bakımından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiş olup, değerlerin grafiksel durumu Şekil 1' de verilmiştir. Yapılan ön işlem gruplarına göre orijinler kendi aralarında değerlendirildiğinde; kontrol grubunda orijinler 4 farklı gruba ayrılmış olup en yüksek ÇY (%58) ile Alanya ve Elmalı orijini olurken en düşük ÇY Ermenek Orijininde (%5) görülmüştür. Katlama grubunda orijinler 3

farklı gruba ayrılmıştır. En yüksek ÇY Alanya (%73) olurken en düşük ÇY (%23) ile Ermenek olmuştur. 100 ppm GA₃ grubunda orijinler 3 farklı gruba ayrılmıştır. En yüksek ÇY Elmalı (%63) olurken en düşük ÇY (%15) ile Ermenek olmuştur. 500 ppm GA₃ grubunda orijinler 3 farklı gruba ayrılmıştır. En yüksek ÇY Elmalı (%53) olurken en düşük ÇY (%4) ile Senirkent ve Ş.Karaağaç' da olmuştur. 100 ppm GA₃+Katlama grubunda orijinler 4 farklı gruba ayrılmıştır. En yüksek ÇY (%40) ile Elmalı ve Çay olurken en düşük ÇY (%12) ile Senirkent ve Ş.Karaağaç' da elde edilmiştir.



Şekil 1. Tohumlara uygulanan ön işlemler ve orijin bazında çimlenme yüzdeleri

Orijinlere ait tüm tohumlarda uygulanan ön işlemlerin ÇY'lerine etkisini belirlemek amacıyla grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizinden sonra Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 4).

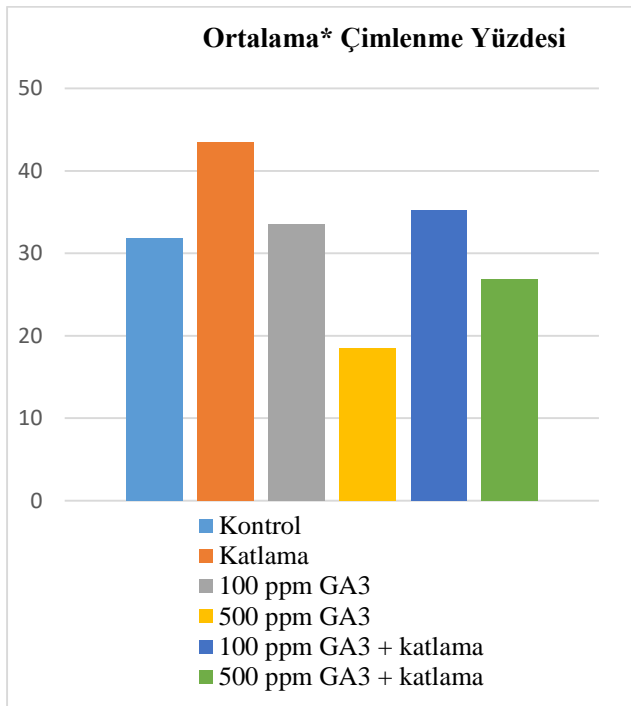
Çizelge 4 incelendiğinde; uygulanan 6 farklı ön işlem grubunda tohumların ÇY'leri dikkate alındığında ön işlemler arası %95 güvenle A faktörü bakımından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiş olup değerlerin grafiksel

durumu Şekil 2' de verilmiştir. Uygulanan ön işlemler 3 farklı gruba ayrılmış olup ÇY'leri sırasıyla katlama (% 43,50), 100 ppm GA₃ + katlama (%35,17), 100 ppm GA₃ (%33,50), kontrol (%31,83), 500 ppm GA₃ + katlama (26,83) ve en düşük 500 ppm GA₃ (18,50) bulunmuştur.

Çizelge 4. Tohumlara uygulanan ön işlemlerin ÇY'lerine etkisi

Yapılan ön işlemler	N	Ortalama* ÇY
Kontrol	24	31.83 ab
Katlama	24	43.50 a
100 ppm GA ₃	24	33.50 ab
500 ppm GA ₃	24	18.50 c
100 ppm GA ₃ + katlama	24	35.17 ab
500 ppm GA ₃ + katlama	24	26.83 bc
F hesap		4.365
P		0.001

*a>ab>b>bc>c aynı sütündeki her bir grup kendi içinde değerlendirilmiştir (p ≤0,05).



Şekil 2. Tohumlara uygulanan ön işlemlerin ÇY'lerine etkisi

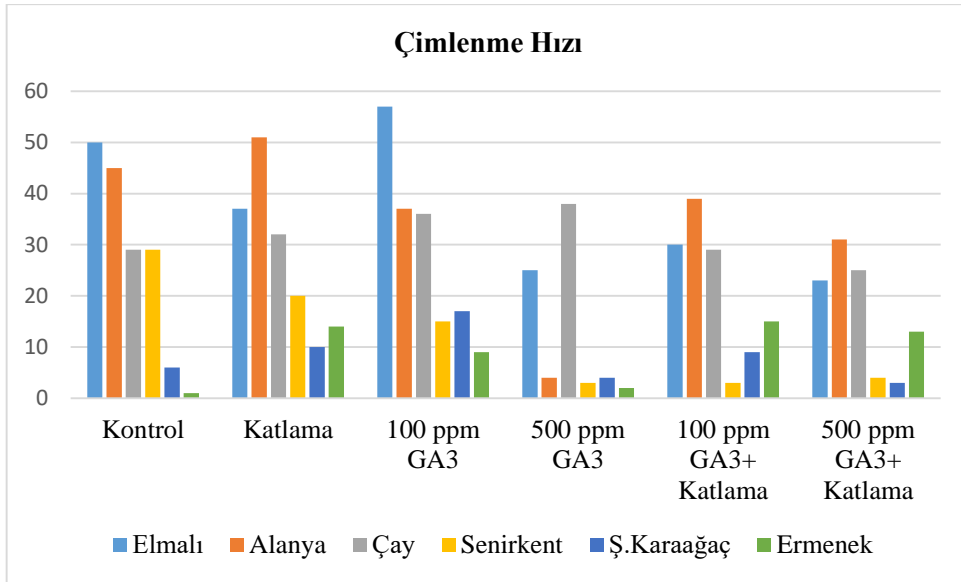
Orijinlerin ÇH'ları tayini için LOVIBOND marka çimlendirme dolabında 4-7-10. gün çimlenme yüzdelere bakılmış olup, ÇH için 10. günde elde edilen ÇY'nin alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Orijinlerde uygulanan ön işlemlerden kontrol, katlama, 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃, 100 ppm GA₃ + katlama ve 500 ppm GA₃+katlama gruplarına ait çimlendirme testine konulan tohumlardan elde edilen ÇH'na ait grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizinden sonra Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5 incelendiğinde; kontrol grubu ve uygulanan ön işlem gruplarında tohumların ÇH'ları dikkate alındığında orijinler arası %95 güvenle A faktörü bakımından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiş olup değerlerin grafiksel durumu Şekil 3' de verilmiştir. Yapılan ön işlem gruplarına göre orijinler kendi aralarında değerlendirilmiş olup kontrol, 100 ppm GA₃, 500 ppm GA₃ ve 500 ppm GA₃ + katlama grubu orijinlerinde 3 farklı gruba katlama ve 500 ppm GA₃ + katlama grubu ise 4 farklı gruba ayrılmıştır. Tüm grupları incelediğimizde en yüksek ÇH'ları 100 ppm GA₃ ile ön işleme alınan Elmalı (%57) ve katlama ön işlemine alınan Alanya (%51) orijininde olurken en düşük ÇH'ları ise kontrol grubu Ermenek (%1) ile 500 ppm GA₃ ile ön işleme alınan Ermenek (%2) orijininden elde edilmiştir.

Çizelge 5. Tohumlara uygulanan ön işlemler ve orijin bazında ÇH'na etkisi

Orijinler	N	Kontrol	Katlama	100 ppm GA ₃	500 ppm GA ₃	100 ppm GA ₃ +Katlama	500 ppm GA ₃ +Katlama
Elmalı	4	50 a	37 b	57 a	25 b	30 b	23 a
Alanya	4	45 a	51 a	37 b	4 c	39 a	31 a
Çay	4	29 b	32 b	36 b	38 a	29 b	25 a
Senirkent	4	29 b	20 c	15 c	3 c	3 d	4 c
Ş.Karaağaç	4	6 d	10 d	17 c	4 c	9 cd	3 c
Ermenek	4	1 d	14 cd	9 c	2 c	15 c	13 b
F hesap		37.359	42.612	37.030	48.195	32.731	19.148
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

* a>b>c>cd>d aynı sütündeki her bir grup kendi içinde değerlendirilmiştir (p ≤0,05).



Şekil 3. Uygulanan ön işlemlerin her işlem grubunda orijinlerde ÇH'na etkisi

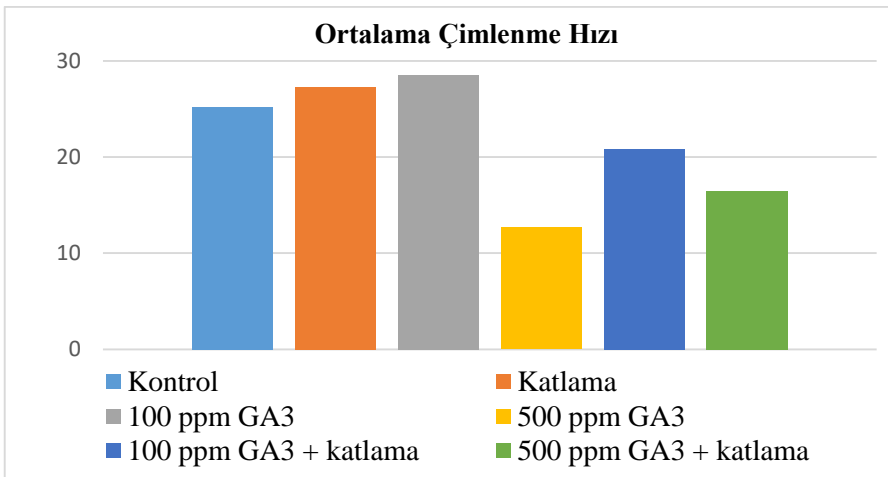
Orijinlere ait tüm tohumlarda uygulanan ön işlemlerin ÇH'larına etkisini belirlemek amacıyla grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizinden sonra Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tohumlara uygulanan ön işlemlerin ÇH'larına etkisi

Yapılan ön işlemler	N	Ortalama* ÇH
Kontrol	24	25,17 ab
Katlama	24	27,33 a
100 ppm GA ₃	24	28,50 a
500 ppm GA ₃	24	12,67 c
100 ppm GA ₃ + katlama	24	20,83 ab
500 ppm GA ₃ + katlama	24	16,50 bc
F hesap		3,920
P		0,002

a≥ab >b≥bc>c aynı sütundaki her bir grup kendi içinde değerlendirilmiştir (p ≤0,05).

Çizelge 6 incelendiğinde; uygulanan ön işlemlerin tohumlarda ÇH'ları dikkate alındığında yapılan ön işlemlerin karşılaştırılmasında %95 güvenle A faktörü bakımından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiş olup değerlerin grafiksel durumu Şekil 4' de verilmiştir. Uygulanan ön işlemler 3 farklı gruba ayrılmış olup ÇH'ları ön işlemlerde en yüksek 100 ppm GA₃ (% 28,50), katlama (% 27,33), kontrol (%25,17), 100 ppm GA₃ + katlama (%20,83) , 500 ppm GA₃ + katlama (16,50) ve en düşük 500 ppm GA₃ (12,67) bulunmuştur.



Şekil 4. Tohumlara uygulanan ön işlemlerin ÇH'larına etkisi

4. Tartışma ve Sonuç

Tohumların 1000 dane ağırlıkları kaliteleri bakımından sınıflandırılmasında en çok kullanılan parametrelerden biridir. Fidanlıklarda yapılacak ekim çalışmalarında 1000 dane ağırlığının bilinmesi tohum miktarlarının belirlenmesinde büyük önem arz etmektedir. Yaygın olarak bilinen ise daha iri tohumların sağlıklı fidanlar oluşturduğu yönündedir. Saatçioğlu 1971'de yapmış olduğu araştırma neticesinde 8 orijine ait tohumlarda 1000 dane ağırlıklarını ortalama 76.0 gr elde etmiştir. Başka bir araştırmada ise Elmalı Sedir Araştırma Ormanı'ndaki iki yükseltiden seçilen 10'ar dominat ağaçtan elde edilen kozalakların, bekletilmeden denemeye konan tohumlarında 1000 tane ağırlığı 88.0 gr elde edilmiştir (Özdemir ve ark., 1986).Yapılan çalışmada elde edilen ortalama 87.296 gr literatür çalışmalarını desteklemektedir.

Toros sediri tohumlarında uygulanan farklı ön işlemler neticesinde elde edilen sonuçlara göre; kontrol grubunda en yüksek ÇY (%58) ile Alanya ve Elmalı orijini olurken en düşük ÇY Ermenek Orijininde (%5) görülmüştür. Katlama grubunda en yüksek ÇY Alanya (%73) olurken en düşük ÇY (%23) ile Ermenek olmuştur. 100 ppm GA₃ grubunda en yüksek ÇY Elmalı (%63) olurken en düşük ÇY (%15) ile Ermenek olmuştur. 500 ppm GA₃ grubunda en yüksek ÇY Elmalı (%53) olurken en düşük ÇY (%4) ile Senirkent ve Ş.Karaağaç' da olmuştur. 100 ppm GA₃+ katlama grubunda en yüksek ÇY (%40) ile Elmalı ve Çay olurken en düşük ÇY (%12) ile Senirkent ve Ş. Karaağaç' da elde edilmiştir. Tüm ön işlemlere ait gruplar değerlendirildiğinde; en yüksek ÇY elde edilen katlama grubu ve 100 ppm GA₃ grupları ön plana çıkmaktadır. En düşük ÇY ise 500 ppm GA₃ grubu ile 500 ppm GA₃ +katlama grubu ön işlemlerinden elde edilmiştir. McDonough (2008)'e göre bazı orman ağaçları tohumlarında ön işlem olarak katlama, gibberellin ve kinetin uygulaması ile çimlendirme testine tabi tutulmuş, sonuç olarak gibberellinin tohumlara uygulanmasının çimlenme süresini kısalttığını tespit etmiştir. GA₃ uygulaması ile tohumlarda çimlenme oranının artmasının nedeni tohum içerisinde embriyodaki gibberellin ve sitokin düzeyinin artması ile embriyo büyümesinin devamlılığında gerekli olan besin kullanımı ilişkisiyle açıklanabilir (Onursal ve Gözlekçi, 2007). Katlama ön işleminde tohumların ÇY'nin yüksek olması tohumların katlama boyunca maksimum nem düzeyinde olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, soğuk katlama uygulanan tohumlarda absisik asit (ABA) düzeyinin azaldığı ve gibberellin asit (GA)

düzeinin ise artarak çimlenmeyi teşvik ettiği belirtilmektedir (Korkusuz, 2008).

Çimlenme yüzdesini arttırmak için yapılan çalışmalarda en iyi sonuç GA₃ konsantrasyonu ile işlem gören tohumlardan elde edilmiştir (Misiha and El-Ashry, 1991; Mengüç and Zencirkıran, 1998; Shafi et al., 1991). Çalışmada elde edilen sonuçlar neticesinde tohumlardan 100 ppm GA₃ konsantrasyonu ile işlem görenler bu ifadeyi desteklerken 500 ppm GA₃ konsantrasyonu ile işlem gören tohumlarda başarısız sonuç elde edildiğinden desteklememektedir.

Tohumlarda uygulanan ön işlemler sonucunda ÇH dikkate alındığında en yüksek ÇH 100 ppm GA₃ grubunda (%57) Elmalı orijininde ve katlama ön işleme tabi tutulan Alanya (%51) orijininden elde edilmiştir. En düşük ÇH ise %1 hiçbir işleme tabi tutulmayan kontrol grubu ve 500 ppm GA₃ ile ön işleme tabi tutulan (%2) ile Ermenek orijinidir. Tüm ön işlemlere ait gruplar değerlendirildiğinde; ÇY'nde de olduğu üzere en yüksek 100 ppm GA₃ grubu ile katlama grubu ön plana çıkmakta olup Genç (2010)'da tohumların gibberelinlerle ön işleme tabi tutulmasının çimlenme hızını artırdığını ifade etmiştir. Yapılan bu çalışmada; 100 ppm GA₃ grubu literatür çalışmalarını desteklemekte olup en düşük sonuçlar ÇH 500 ppm GA₃ grubu ile 500 ppm GA₃+katlama gruplarında elde edildiğinden desteklememektedir.

GA₃ ile ön işlem uygulaması farklı tür tohumlarında da yapılmış olup çimlenme ve morfolojik karakterlerine olumlu etki ettiği sonucu çıkarılmıştır. Bu çalışmalar; Sivacıoğlu ve ark., (2007)' de çalışmasında Sarıçam tohumlarında 24 saat 200-400-600 GA₃ ppm dozda bekletmiş ve tohumlar çimlendikten sonra fidecik ve morfolojik karakterlerine etkisini araştırmış Sarıçam fideciklerinin kotiledon uzunluğu, hipekotil uzunluğu ve epikotil boyu gibi uzama değerlerini artırdığını belirlemiştir. Kabar (1997)'de çalışmasında Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ve Mazı (*Thuja orientalis* L.) tohumlarının çimlenmesi ve fide büyümesindeki ABA engellemesi üzerine KİN, BA ve GA₃'ün etkileri incelenmiştir. Tek başına GA₃, genellikle her durumda en başarılı hormon olduğu bildirilmiştir. Arslan ve ark., (2013)'de çalışmalarında Türk fıncığı tohumlarının çimlenme engelinin kırılmasında 40,80,120,160,200 ppm GA₃ uygulaması tercih etmiş ve 120 ppm GA₃'ün çimlenme ve fidan özelliklerine olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir.

Orijinler arası ÇY ve ÇH değerlendirildiğinde, Antalya-Elmalı, Antalya-Alanya, orijinlerinde elde edilen en iyi sonuçlar dikkate alındığında Eller ve ark., (1990)'e göre "Sedir tohumunda ortalama

çimlenme yüzdesi 75.9 olduğu için Sedir tohum standartları çimlenme yüzdelere göre % 60 ve yukarısı I. sınıf, % 50-59 arası II. sınıf, % 40-49 arası III. sınıf olarak ayrılmıştır” bu orijinlerin I. sınıf olarak ayrıldığı, Afyon-Çay orijini ise II. sınıf statüde olup, Isparta-Senirkent, Isparta-Ş. Karaağaç, Konya-Ermenek orijinleri tohumlarında çimlenme sonucu başarısız olduğu için herhangi bir sınıf statüsünde yer almamaktadır. Tohumlardaki ÇY’leri ve ÇH’ları orijin bazında değerlendirildiğinde ise en yüksek ÇY ve ÇH (Elmalı, Alanya, Çay) orijinlerinde en düşük ÇY ve ÇH ise (Senirkent, Ermenek, Ş. Karaağaç) orijinlerinden elde edilmiştir. Elde edilen bu sonucun Çizelge 1’den anlaşılacağı üzere yüksek çimlenen tohumların toplanma yılının 2018, düşük çimlenen tohumların ise tohum hasat yılının 2017 olması ve saklama koşullarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bu tohumlarda yapılan çimlendirme testlerinde tohumlarda yoğun şekilde küflenme ve mantarlama tespit edilmiştir.

Birleşik dormansiye sahip türlerin tohumlarında, katlama öncesinde bir ön işlem gerektiği ifade edilmektedir (Baskin and Baskin, 2004). Yapılan bu çalışmada; elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Toros sediri tohumlarında katlama işlemi ön plana çıktığından bu ifadeyi desteklememektedir. Derridj and Krouchi, (2002)’de yapmış olduğu araştırmada *Cedrus atlantica* tohumlarında farklı ön işlemlerin çimlenmeye etkisini araştırmış, GA₃ uygulamasının çimlenme oranına etki etmediğini tespit ettiğinden bu çalışmayı desteklemektedir

Birçok araştırmada Toros Sediri tohumlarında var olduğu bilinen reçine ve embriyodan kaynaklanan çimlenme engelini giderecek tohumların ÇY ve ÇH ‘nın tespiti için önerilen 30 günlük soğuk-ıslak katlama ve sonrasında 28 gün çimlendirme dolabından en uygun sıcaklık +25°C ‘de bekletilmek üzere çimlendirme deney süresi toplamda 58 gün olduğu belirlenmiştir (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı, 1990; Eller, 1992; Boydak ve Çalikoğlu, 2008).Yapılan çalışmada katlama ön işleminin ön plana çıkması literatür çalışmalarını desteklemektedir.

Yapılan çalışmalar ve literatürdeki mevcut bilgiler ışığında elde edilen sonuçlar irdelendiğinde; Toros sediri tohumlarının laboratuvar koşullarında diğer önışlemlere nazaran 30 günlük soğuk-ıslak katlama ve sonrasında 28 gün çimlendirme dolabından en uygun sıcaklık +25°C‘de deney süresi toplamda 58 günde en iyi ÇY elde edildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Toros sediri tohumlarında ÇY ve ÇH’nda en etkili faktör olarak katlama ve 100 ppm GA₃ ön işlemleri ön plana çıkarken, en uygun yöntemin Toros sediri tohumlarında bulunan

çimlenme engeli için katlama işlemi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 500 ppm GA₃ ön işlemi uygulamasının çimlenme parametreleri üzerinde etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

Alptekin, Ü. C., 1996a. Türkiye’de Geleceği Tehlikede Olan Bazı Sedir Meşcerelerinin Korunması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A Cilt 46 Sayı:2,Sayfa:97-98, İstanbul.

Alptekin, Ü. C., 1996b. Atlas Sediri (*Cedrus atlantica* Manetti) ve Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)’ne Ait Bazı Orijinlerde Tohumların Çimlenme Özellikleri Üzerine Araştırma, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A Cilt:46 Sayı:2,Sayfa:115-126, İstanbul.

Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2016-2017, Orman ve Su İşleri Bakanlığı,

Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anşin, R., Özkan, Z. C., 1986. Bitki Coğrafyası ve Bitki Sosyolojisine İlişkin Bazı Temel Bilgiler, (Some Basic Knowledges in Plant Geography and Sociology), KTÜ Orman Fakültesi Dergisi. 9:1-2, 43-65

Arslan, M., Şenel, P., Özpays, Palazoğlu, Z., Çiçek, E., 2013. Önemli Orman Ağacı türlerimizden Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Tohumlarına Ga₃ uygulamasının Çimlenme Engelinin Giderilmesi Ve Fidan Büyümesine Etkisi, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bolu.

Ayan, S., Usta, T., 2010. Sıcaklık Şoklarının Doğal Çam Türleri Tohumlarının Canlılığı Üzerine Etkisi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt II, s.766-774. Artvin.

Ayan, S., Yer, E. N., Gülseven, O., 2017. Evaluation of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) afforestation areas in Turkey in terms of climate type, Artvin Çoruh University, Journal of Forestry, Faculty, 18 (2), 152-161.

Ayan, S., Turfan, N., Yer, E.N., Özel, H. B., Seho, M., Ducci, F., 2018a. Antioxidant variability of the seeds in core and marginal populations of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.), SUMARSKY LIST, 142 (11-12): 593-600.

Ayan, S., Vessella, F., Stephan, J., Lopez Tirado, J., Özel, H. B., Varol, T., 2018b. A promising Mediterranean forest tree: *Cedrus libani* A. Rich. climate change and its impact on the distribution area in Turkey, Faculty of Forestry 70th Anniversary, University of Sarajevo-International Symposium "People - Forest - Science", 10-12 October 2018, Sarajevo, Bosnia Herzegovina.

Baskin, C.C and Baskin, J. M., 2014. Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. 2nd Edition, Academic Press, USA.

Boydak, M., Çalikoğlu, M., 2008. Toros Sediri’nin (*Cedrus libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayını, Lazer Ofset Matbaası, 284 s., Ankara.

Boydak, M., Eler, Ü., Pehlivan, N., 1990. Antalya-Elmalı Yöresi Sedirlerinin Gençleştirilmesinde Bazı Faktörlerin Başarı Üzerine Etkileri, Uluslararası Sedir

sempozyumu Bildirisi, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayınlar No. 59.

Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma, OGEM Vakfı Yayınları No: 74, İstanbul.

Derridj, A. Krouchi, F., 2002. Effects of Various Factors on Germination of *Cedrus atlantica* M.Seeds, Tree Seeds 2002, Annual Meeting of IUFRO, Research Group for Seed Physiology and Technology, Chania, Crete.

Dağdaş, S., 2012. Doğu Akdeniz Bölgesinde Kurulu Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Orijin Denemelerinin 6.ve10.Yıl Sonu Ara Sonuçları, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı, Sayfa: 161-179. Ankara.

Eller, Ü., 1992, Sedir, El Kitabı Dizisi 6, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi: 66.

Genç, H. E., 2010. Doğu Karadeniz Bölgesi Bazı Akçağaç Türlerinin (*Acer trautvetteri* Medvedev ve *Acer cappadocicum* Gleditsch) Tohumla Üretilmesi Üzerine Teknolojik Araştırmalar, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

ISTA, 1993. Rules for Testing Seeds: Rules, Seed Science and Technology, 21 (Supl): 1-259.

Kabar, K., 1997, Comparative Effects of Kinetin, Benzyladenine, and Gibberellic Acid on Abscisic Acid Inhibited Seed Germination and Seedling Growth of Red Pine and Arbor Vitae, Tr. J. of Botany, 22, 1-6.

Kantarci, D., 1990. Türkiye’de Sedir Ormanlarının Yayılış Alanında Ekolojik İlişkiler, Uluslararası Sedir Sempozyumu, Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayınlar No: 59, Antalya

Karatepe, Y., Süel, H., Yetüt, İ., 2005. Isparta Gölcük Tabiat Parkı’nda Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)’nin Farklı Anakayalardan Oluşmuş Topraklardaki Gelişiminin Ekolojik İrdelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Sayfa: 64-75., Isparta.

Korkusuz, E.E., 2008. *Magnolia grandiflora* L. ve *Magnolia x soulangiana* Soul. Türlerinin Bazı Tohum Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Landis, T. D., Barthell, A., Loucks, D., 1996. Seed treatments to overcome dormancy. Forest Nursery Notes, United States Department of Agriculture, Forest Services, July, pp. 9-12, USA.

Mcdonald, P.M., 2008. *Arbutus menziesii* Pursh, Pacific Madrone. The Woody Plant Seed Manual, (Eds. FT Bonner and RP Karrfalt), Agriculture Hand Book 727, USDA Forest Service, s. 263-265, USA.

Mengüç, A., Zencirkıran, M., 1998. Research On The Effects Of Stratification And GA3 Application On The Germination Of *Magnolia grandiflora* L. Seeds, Propagation Of Ornamental Plants, International Plant Propagation Society, Sofia, 8993

Mısıha, A., El-Ashry, A., 1991. Seed Germination And Seedling Growth Of *Magnolia grandiflora* L., Bulletin Of Agriculture, University Of Cairo, 42 (3), 869-879

Odabaşı, T., 1990. Lübnan Sediri (*Cedrus libani* Loud.) nin Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi. İstanbul.

Onursal, E. C., Gözlekçi, Ş., 2007. Sandal AĞACI (*Arbutus andrachne* L.) Tohumlarına Yapılan Bazı Ön Uygulamaların Tohum Çimlenme Oranı Ve Süresi Üzerine Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2),211-218, Antalya.

M, Ogawa., A, Hanada., Y, Yamuchi., A, Kuwahara., Y, K., S, Yamaguchi., 2003. Plant Science Center, RIKEN, Suehiro-cho 1-7-22, Tsurumi-ku, Yokohama, Kanagawa 230-0045, Japan.

Öner, N., Uysal, M., 2006. Mindos Tepe- Yeğren (Konya) Yöresinde Tesis Edilen Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Mahlep (*Cerasus mahalep* (L.) Miller.) Ağaçlandırmalarında Dip Çap-Boy İlişkileri, Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:6, No:1, Kastamonu.

Özdemir, T. Yeşilkaya, Y. Usta, H. Z. Ve Neyişçi, T. 1986. Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Tohumlarının Olgunlaşma Zamanının Saptanması Ve Erken Toplanan Kozalaklarda Ekim Zamanına Kadar Bekletilen Tohumların Olgunlaşmasının Araştırılması. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No.156.

Saatçioğlu, F., 1971: Orman Bakımı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No : 160, İstanbul

Shafi, B.M., Shan, A.Q., Lone, A.H., 1991, Propagation of *Magnolia grandiflora* L. Through Seed, Progressive Horticulture, Vol.23, No.1-4, 30-33

Şahin, M., Yıldırım, M. T., 2012. Toros Sedirinin İnsansız Hava Aracıyla Ekilmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı, 205-246. Erzincan Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Erzincan.

Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Gülerol, B., 2007. Bazı Bitki Gelişim Düzenleyicilerin *Pinus silvestris* L. Fidecik Morfolojik Karakterlerine Etkisi, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Kastamonu.

Ürgenç, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü Orman Fakültesi Yayını, Üniversite Yayın No:3314, Faktele Yayın No: 375, 525s. İstanbul.

Yaltrıık, F., 1988. Dendroloji, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:3443, O.F. Yayın No: 386, 320 S, İstanbul.

Yıldızbakan, A., Saraçoğlu, Ö., Akgün, C., Aydın, A. C., 2013. Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.) Meşcerelerinin Hacim Artımını Maksimize Eden Optimum Kuruluşlar, Doğu Akdeniz Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:43, Tarsus.

