





ISSN: 2147–8384
e-ISSN: 2564–6826

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi

(COMU Journal of Agriculture Faculty)

Cilt (Volume): 10 Sayı (Issue): 2 Yıl/Year: 2022

Yazışma Adresi (*Corresponding Address*)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın Koordinatörlüğü,
Terzioğlu Kampüsü, 17100, Çanakkale/Türkiye

Tel: +90 286 218 00 18

Faks: +90 286 21805 45

E-mail: ziraatdergi@comu.edu.tr

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Hakemli bir dergi olup yılda iki sefer yayınlanır.
Dergi içerisindeki makaleler, çizelgeler, şekiller ve resimler izinsiz olarak kullanılamaz.
Diğer makale, bildiri ve kitaplar için alıntı yapılacağı zaman referans verilerek yapılmalıdır.

COMÜ Journal of Agriculture Faculty is a peer reviewed journal and published twice in a year.
The articles, tables and figures of this journal are not allow to be used anywhere without permission.
Only should be given as reference in other research papers, articles, books, poster and oral presentations.
All rights to articles published in this journal are reserved by the COMU, Faculty of Agriculture, Canakkale.



ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi
(COMU Journal of Agriculture Faculty)

İmtiyaz Sahibi (Publisher)

Prof. Dr. Murat ŞEKER, Dekan/Dean

Editörler Kurulu Başkanı (Editor-in-Chief)

Prof. Dr. Altıngül ÖZASLAN PARLAK

Yardımcı Editörler (Assistant Editor-in-Chief)

Prof.Dr. Mehmet PARLAK

Prof.Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN

Doç. Dr. Cemil TÖLÜ

Doç.Dr Anıl ÇAY

Doç.Dr. Bengü EVEREST

Dr. Öğr. Üyesi Baboo Ali

Danışma Kurulu (Advisory Board)

Prof. Dr. Aydın AKIN, Bahçe Bitkileri

Prof. Dr. Çiğdem ULUBAŞ SERÇE, Bitki Koruma

Prof. Dr. Muhammad AFZAL, Bitki Koruma

Prof. Dr. Neelima TALWAR, Bitki Koruma

Prof. Dr. Nevin DEMİRBAŞ, Tarım Ekonomisi

Doç. Dr. Athanasios KAMPAS, Tarım Ekonomisi

Prof. Dr. Erdem AYKAS, Tarım Makinaları

Prof. Dr. Plamen Ivanov Daskalov, Tarım Makinaları

Prof. Dr. Mustafa YILDIZ, Tarımsal Biyoteknoloji

Doç. Dr. Shahjahan Shabbir AHMED RANA, Tarımsal Biyoteknoloji

Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL, Tarımsal Yapılar ve Sulama

Doç. Dr. Şafiqur RAHMAN, Tarımsal Yapılar ve Sulama

Prof. Dr. Ali KOÇ, Tarla Bitkileri

Dr. Anna Wondolowska-Grabowska, Tarla Bitkileri

Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Prof. Dr. Rüdiger ANLAUF, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Prof. Dr. Orhan KARACA, Zootekni

Prof. Dr. Muhamed BRKA, Zootekni

Yabancı Dil Danışmanı (Foreign Language Advisor)

Dr. Öğr. Üyesi Baboo Ali

Mizanpaj (Typesetting)

Arş Gör. Eylem DURMUŞ

Yazışma Adresi (Corresponding Address)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın Koordinatörlüğü, Terzioğlu
Kampüsü, 17100, Çanakkale/Türkiye.

Tel: +90 286 218 00 18, Faks: +90 286 21805 45,

E-mail: ziraatdergi@comu.edu.tr

Tarandığı Dizinler

DergiPark
AKADEMİK

ROOTINDEXING
JOURNAL ABSTRACTING AND INDEXING SERVICE

CABI

COSMOS
IMPACT FACTOR

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

SIS
Scientific Indexing Services

DRJI Directory of
Research
Journals Indexing

CiteFactor
Academic Scientific Journals

**Academic
Resource
Index**
ResearchBib

ESJI Eurasian
Scientific
Journal
Index
www.ESJIndex.org



ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi
2022, 10(2):236–477

İçindekiler/Contents

- Çanakkale İli Özbek Ovasındaki İşletmelerde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Optimum Bitki Deseninin Belirlenmesi.....236
Determination Of Optimum Crop Pattern Under Adequate And Limited Water Supplies For Ozbek Plain Canakkale
Seher Akyüz, Murat Yıldırım
- Physical and Chemical Properties of Vineyard Soils in Manisa Province Alaşehir District.....245
Manisa İli Alaşehir İlçesi Bağ Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri
Fadime Ateş, Fulya Kuştutan, Halis Şimşek, Metin Turan, Alper Dardeniz
- Bingöl İli Silajlık Mısır Üretim Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Ekonomik Analizi.....254
Current Situation and Economic Analysis of Silage Corn Production Activity in Bingöl Province
Mehmet Ayçiçek, Ersin Karakaya
- Türkiye’de Kimyasal Pestisit Kullanımının Ekonomi ve Çevre Yönüyle Değerlendirmesi.....267
Evaluation of chemical pesticide use in terms of economy and environment in Türkiye
Merve Ayyıldız
- Farklı Sulama Koşullarının Hırsız Kaçıran Kavununda (*Cucumis melo* L.) Verim ve Bazı Pomolojik Özellikler Üzerine Etkisi.....275
The Change of Morphological Characteristics Affecting The Yield and Yield of Hırsız Kaçıran Melon (*Cucumis melo* L.) Under Different Irrigation Regimes
Hatice Nihan Çiftçi, Kenan Kaynaş
- Carpet Art As A Source of Inspiration in Urban Landscape Design.....284
Kentsel Peyzaj Tasarımında İlham Kaynağı Olarak Halı Sanatı
Reyhan Erdoğan, Dicle Nur Demirhan, Rifat Olgun
- Biogas Energy Awareness of Livestock Farmers: The Case of Çanakkale Province.....294
Hayvancılık İşletmelerinin Biyogaz Enerjisi Farkındalığı: Çanakkale İli Örneği
Onur Gültakin, Bengü Everest



- Effects of Different Priming Treatments on Germination and Seedling Growth of Wheat under Drought Stress.....303
Kuraklık Stresi Altında Farklı Priming Uygulamalarının Buğdayda Çimlenme ve Fide Büyümesi Üzerine Etkileri
Eda Günay, Müge Teker Yıldız, Okan Acar
- İzmir-Urla Bölgesindeki Dış Mekân Süs Bitkisi İşletmelerinin Değerlendirilmesi.....312
Evaluation of the Outdoor Ornamental Plant Enterprises in Urla Region of İzmir Province
Necmettin Gür, Füsün Erduran Nemutlu
- Kentleşme Politikalarının Tarım Alanları Üzerindeki Etkisi: Çilesiz Mahallesi (Malatya) Örneği.....322
The Effect of Urban Policies on Agricultural Lands: The Case of Çilesiz Neighbourhood (Malatya)
İlkin Güven
- Türkiye’de Çiğ Süt Fiyatları ile Süt Yemi Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkinin Toda-Yamamoto Testi ile Belirlenmesi.....336
Determining The Causal Relationship Between Raw Milk Prices and Milk Feed Prices in Turkey by Toda-Yamamoto Test
Kaan Kaplan, Adnan Çiçek
- Spatial and Temporal Changes of Soil Nitrogen Contents and Determination of Nitrogen Resources by Natural Isotope Technique in Agricultural Lands.....346
Tarım Arazilerinde Toprak Azot İçeriklerinin Mekansal ve Zamansal Değişimleri ve Azot Kaynaklarının Doğal İzotop Tekniği ile Belirlenmesi
Yasemin Kavdır, Orhan Yüksel, Ali Sungur, Hasan Özcan
- Determination of Paddy Rice Parcels from RGB Satellite Images Using Image Processing Techniques359
RGB Uydu Görüntülerinden Çeltik Parsellerinin Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi
Hakan Nar, Selçuk Çetin, Ünal Kızıl, Gökhan Çamoğlu
- Termik Santrallerin Etrafındaki Topraklarda Ağır Metal Kapsamlarının Belirlenmesi: Çanakkale Örneği.....367
Determination of Heavy Metal Content of Soils around Thermal Power Plants: The Case of Çanakkale Province
Mehmet Parlak, İsmail Taş, Ceren Görgişen
- Yaygın kullanılan bazı insektisitlerin *Thrips hawaiiensis* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae)’in farklı biyolojik dönemlerine laboratuvar koşullarında etkileri.....381
Effects of some Commonly used Insecticides on different Life Stages of *Thrips hawaiiensis* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae) under Laboratory Conditions
Sekan Pehlivan, Ekrem Atakan

Determination of Beneficial Insect Species in Thyme Fields of Manisa and Denizli Provinces Türkiye.....	388
Denizli ve Manisa İllerindeki Kekik Tarlalarında Faydalı Böcek Türlerinin Belirlenmesi Çiğdem Şahin	
Hasat Öncesi Farklı Uçucu Yağ Uygulamalarının ‘Rubygem’ Çilek Çeşidinin Muhafazası Üzerine Etkileri.....	395
The Effects of Different Pre-harvest Essential Oil Treatments on Storage of the ‘Rubygem’ Strawberry Cultivar Sevinç Şener, Adem Doğan, Canan Nilay Doğan, Zehra Kurt, Mustafa Erkan	
Farklı Ekim Zamanlarının Selvi Sirken Bitkisinin Tohum Verimi ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi.....	405
The Effect on Seed Yield and Some Yield Characteristics of Different Sowing Dates in Mountain Spinach Süleyman Temel, Bilal Keskin	
Nüfus ve Yerleşme Perspektifinde Menemen İlçesinde Arazi Dağılışı ve Tarımsal Üretim.....	418
Land Distribution and Agricultural Production in Menemen District from the Perspective of Population and Habitation Fahrettin Tepealtı	
Çanakkale Batak Ovasında Su ve Sediment Örneklerinde Herbisit Kalıntılarının Araştırılması	428
Investigation of Herbicide Residues in Sediment and Water Samples in Çanakkale Batak Ovası Zübeyde Nur Top, Osman Tiryaki	
Ezine (Çanakkale) Yöresinde Granitik Kayaçlar Üzerinde Oluşmuş İki Toprak Profiline Genesisi ve Bazı Özellikleri.....	439
Genesis and Some Characteristics of Two Soil Profiles Formed on Granitic Rocks in the Ezine (Çanakkale) Region Uğur Tunç, Hüseyin Ekinci	
Sulama Düzeyinin Zeytin Ağaçlarında Stoma İletkenliğinin Günlük ve Mevsimlik Değişimine Etkisi	452
Effects of Irrigation Level on Diurnal and Seasonal Variations of Stomatal Conductance in Olive Trees Ongun Uçkay, Erhan Akkuzu	
Portakal Yağının Predatör Akar <i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)’e Karşı Toksik Etkisinin Belirlenmesi.....	463
Determination of Toxic Effects of Orange Oil against Predator Mite, <i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) İpek Yaşar, Sevilay Barut, Nazan Behcan, Şahin Kök, İsmail Kasap	
<i>Arbutus andrachne</i> 'nin Çiçek Tomurcuklarının Farklılaşması ve Çiçek Organ Taslaklarının Oluşumu	469
Examiations of Floral Initiation and Developmental Stages in <i>Arbutus Andrachne</i> L. Hakan Engin, Zeliha Gökbayrak	

Çanakkale İli Özbek Ovasındaki İşletmelerde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Optimum Bitki Deseninin Belirlenmesi

Seher Akyüz^{1*} 

Murat Yıldırım² 

¹ Çanakkale Tarım ve Orman İl Müdürlüğü

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

*Sorumlu yazar: seher17@gmail.com

Geliş Tarihi: 09.11.2021

Kabul Tarihi: 18.02.2022

Öz

Kurak dönemlerde tarımsal amaçlı kullanılan suyun kıt bir kaynak olması nedeniyle, tarım sektöründe suyun teknik koşullara uygun bir şekilde verilmesi gerekliliği günümüzde büyük bir önem kazanmıştır. Bu çalışmada, suyun yeterli ve kısıtlı olması durumunda doğrusal programlamadan yararlanarak, bir sulama alanında optimum bitki desenini belirlemek ve sonuçta üreticinin karını yükseltmeyi amaçlanmaktadır.

Bölge olarak Çanakkale'nin Özbek ovası ele alınmıştır. Özbek ovasında toplamda 12018 dekar alanı tarımsal üretim gerçekleştirilmektedir. Bu alan içerisinde alanı temsil eden ve yoğunluk en fazla olan iki farklı ölçekteki işletme ele alınmıştır. Farklı iklim koşullarında; kurak, normal ve yağışlı yıllara göre ve bitki su ihtiyacının S₁ (%100), S₂ (%80), S₃ (%50) karşılandığı sulama konularına göre doğrusal programlama modeli (WinQSB) kullanılarak optimum bitki deseni belirlenmiştir. Doğrusal programlama yöntemi kullanılarak İşletme 61 da alan için elde edilen optimum üretim deseni ile işletmenin gelirinde %97.48 artış sağlanmıştır. Programlamaya göre yetiştiriciliği yapılan bitkiler %44.57 buğday, %10 çeltik, %10.42 patlıcan, %15 şeftali, %10 kiraz, %10 elma ve %44.57 ile ikinci ürün silajlık mısır yer almaktadır. II. İşletmede 158 da alan için elde edilen optimum üretim deseni ile işletmenin gelirinde %77.19 artış sağlanmıştır. Programlamaya göre üretim deseninde yer alan bitkiler %45 buğday, %10 çeltik, %10 karpuz, %15 şeftali, %10 kiraz, %10 elma ve %45 ile ikinci ürün silajlık mısır olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sulama, Optimum Bitki Deseni, Kuraklık, Doğrusal Programlama

Determination Of Optimum Crop Pattern Under Adequate And Limited Water Supplies For Ozbek Plain Canakkale

Abstract

In dry season due to the scarcity of water, irrigation water used in agricultural sector has gained great importance. The main aim of this study is to determine the optimum plant pattern in an irrigation area and by doing this, to determine the profit of the producer by using lineer programming in case water is scarce and sufficient conditions. The case study was conducted in Ozbek plain, covering 12018 dekar, in Canakkale. In situ, two different scale enterprises, representing comman area in the plane, are discussed in the study. In both enterprises, optimum plant pattern was detemined according to dry, normal and rainy years, therefore water need of the crops for different climatic conditions was met as the full irrigation (S1) and deficit irrigation treatments were the fraction of the full irrigation.

Linear programming (WinQSB) was used to determine the net income for each enterprise and to do that, some informations such as seasonal crop water need, irrigation area, maximum and minimum cropped area were used in the program. According to the results, the income can be increased up to 97.48% fort he first unit area (61 da) in case that the crop pattern should consist of cereal (44.57%), rice(10%), eggplant(10.42%), peach(15%), cherry(10%), apple(10%) and silage corn as a second crop (44.57%). In the second unit area(158 da), the income can be increased up to 77.19% in case that the crop pattern should consist of cereal (45%), rice(10%), water melon(10%), peach(10%), cherry(10%), apple(10%) and also silage corn as a second crop (45%).

Keywords: Irrigation, Optimum Crop Pattern, Drought, Linear Programming

Giriş

Tarımsal üretimdeki artış sulu tarımın uygulanması, sürekliliği ise tarım alanındaki kaynakların optimum bir şekilde kullanılması ile sağlanabilecektir. Tarımda tüm kültürel uygulamaların bilinçli bir şekilde uygulanması ve suyun bilinçli bir şekilde kullanılması sonucu verimde hem kalite hem de kantite yönünden istenen sonuca ulaşılabilecektir.

Dünyada ve ülkemizde yapılan birçok araştırma sonucunda, suyun tasarruf yapılması gerekli sektörün tarım, çevreyle uyumlu bir şekilde kullanılması gereken sektörün sanayi olduğunu söylemektedir. Bu nedenledir ki ülkesel su kaynaklarının tüm sektörler arasında ihtiyaca göre bir denge içerisinde tutulmalıdır. Özellikle, son yıllarda ülkemizde birçok araştırmacı bitkisel üretimde mevcut su kaynaklarının kullanımındaki randımanı geliştirmenin gerekliliğinin üzerinde önemle durmakta ve yapılan bilimsel çalışmalarda da buna vurgu yapılmaktadır. Bu nedenledir ki, son zamanlarda yüzey sulama sistemlerinden basınçlı sulama sistemlerine dönüş için devlet desteklerinin de olduğunu görmek mümkündür.

Tarım sektöründe sulama yönetimini optimize etmek, gelecek için hayati bir öneme sahiptir. Sulama yönetiminde matematiksel modellerin kullanımı su kaynaklarının daha etkili kullanımında güçlü bir araç olabilmektedir. Alamas ve ark. (2017)'na göre Karla gölü havzasında su kıtlığının yaşanması nedeniyle suyun optimum kullanılmasının bir aciliyet gösterdiğini belirtmişlerdir ve bu havza için optimizasyon tekniği kullanılarak kaynaklardan maksimum oranda faydalanılmaya çalışılmıştır. Hall ve Dracup (1970) tarafından optimizasyon, su kaynaklarındaki randımanı arttırmak için su kaynakları yönetiminde temel bir araç olduğunu ve kırsal ekonomiye fayda sağlamak için yaygın bir şekilde uygulandığını söylemiştir. Safavi ve Falsafioun (2017), Mirajkar ve Patel (2016), Kumari ve Mujumdar (2015), Kodal (1996), Albut ve Güngör (1996)'e göre suyun en randımanlı bir şekilde kullanılmasını sağlamak için optimizasyon yöntemini kullanmışlardır. Birhanu ve ark. (2015)'na göre tarımda suyu yöneten kuruluşlar her sulama sezonu başlangıcında sulama suyunun optimum bir şekilde kullanılması, bitki çeşitliliğinin oluşturularak verimin en yüksek düzeyde olması gibi problemler ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmiş ve bu koşulun optimizasyon tekniğini kullanarak, su kaynağı ve bitki deseni arasında bir denge oluşturulabileceğini söylemişlerdir. Qureshi ve ark. (2012)'na göre Pakistan'da, sulama suyu kullanımını optimize etmek için sekonder kanal üzerinde yetiştirilen bitki desenini göz önüne almıştır. Sekonder kanal üzerinde bir yıl içerisinde, kanalın debisi, bitki deseni, bitki yoğunluğu, maliyet, net gelir gibi veriler toplanmış ve bu veriler ışığında yapılan doğrusal programlama tekniği ile bitki yoğunluğunun %65.5 olması koşulunda mevcut uygulanan suyun %76'sının uygulanması koşulunda net gelirin en yüksek olacağı sonucuna varılmıştır.

Doğrusal programlamada belirsizlik, sulama yönetimini etkileyen en önemli bir faktördür, çünkü iklimdeki sürekli veya kısa süreli değişimlerin olması yapılacak planlamayı önemli derecede etkilemektedir (Guo ve ark., 2014). Belirsizliği göz önünde bulundurmadan verilen kararların iki önemli sonucu beklenen net gelirin beklenenden daha düşük olması ve belirlenen taleplerin karşılanamaması veya sistemdeki diğer kısıtlarda oluşabilecek başarısızlıkları ortaya çıkarabilir (Watkins ve Mc Kinney, 1997).

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale İl'i için bir örnek olmak üzere Özbek Ovası'nda grup ortalamalarına çok yakın olan I. İşletme 61 da ve II. İşletme 158 da alana sahip işletmeler ele alınarak; yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında normal, kurak ve yağışlı yıllar için işletme gelirinin maksimum olacağı optimum bitki desenini belirleyerek işletme gelirlerini maksimize etmektir.

Materyal ve Yöntem

Özbek Ovası'na sulama suyu Atikhisar Barajı'ndan sağlanmaktadır. Atikhisar Barajı'ndan yaklaşık $1.92 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ Özbek Ovası için kullanılmaktadır. Özbek Ovası'na ait 12018 da tarım arazisinin 7797 dekarlık kısmında sulu tarım diğer kısmında kuru tarım yapılmaktadır. Bu ovadaki tarım parselleri küçük ve dağınık halde bulunmaktadır. Modelleme için 2017 yılı ÇKS (Çiftçi Kayıt Sistemi) verilerine göre ortalama işletme büyüklükleri belirlenmiş ve işletmeler arasından proje sahasını temsil edecek işletmeler seçilirken; sağlıklı verilerin elde edilebileceği, kuru ve sulu tarımı aynı anda yapan, tek yıllık ve çok yıllık bitkileri yetiştiren aynı zamanda yem bitkisi ekilişi de olan işletmeler ele alınmıştır.

Optimizasyon için WinQSB 2.0 doğrusal programlama modeli kullanılmıştır (Jain ve ark. 2018, Selenay, 2001). Programlama ile oluşturulan modelde 13 adet sulu (buğday, ayçiçeği,

mısır(dane), çeltik, silajlık mısır, fasulye, Biber salçalık, domates, patlıcan, karpuz, şeftali, kiraz, elma) ve 3 adet kuru (Buğday, ayçiçeği, zeytin) olmak üzere toplam 16 bitkinin değişik iklim ve su koşullarına göre oluşturulan amaç fonksiyonunda işletme gelirinin maksimum olması amaçlanmıştır. Sulu tarımı yapılan bitkilerin mevsimlik su gereksinimleri, sulama alanı büyüklüğü, su kaynağı, bitkilerin ekilebileceği maksimum ve minimum alan büyüklükleri, birim alan için toplam ve brüt kar miktarları göz önüne alınarak, doğrusal programlama yöntemiyle optimum bitki deseni belirlenmeye çalışılmıştır.

Kodal ve ark. (1992), sulama suyu miktarının belirlenmesinde uzun yıllar iklim verilerinden yararlanarak %80 (kurak yıl), %50 (normal yıl), %20 (yağışlı yıl) güvenilir yağış değerlerini hesaplamışlardır. Bu çalışma için Caymaz (2010)'da verilen Çanakkale ili 10 yıllık uzun yıllar yağış verilerinden yararlanarak hesaplanan %80 (kurak yıl), %50 (normal yıl), %20 (yağışlı yıl) güvenilir yağış değerleri ele alınmıştır. Sulama zamanlarının ve verilecek sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde, bitki su tüketimi hesaplamasında Penman-Monteith yöntemini kullanan IRSIS paket programı kullanılarak yeterli ve kısıtlı su koşullarına göre uygun sulama programları hazırlanmıştır. Toplam gerekli olan sulama suyu miktarı IRSIS paket programı (Raes ve ark.,1988) kullanılarak tam sulama suyu (S1=%100) elde edilmiş ve daha sonra uygulanan tam sulama suyu miktarının fraksiyonları olacak şekilde %80 (S2) ve %50 (S3)'si alınarak kısıtlı sulama konuları oluşturulmuştur.

Bitki su ihtiyacının tam karşılanması durumunda ve diğer üretim giderleri de optimum düzeyde tutulduğunda verim maksimum düzeyde (Y_m) olacaktır. Bu durumda birim alan için Brüt Kar değeri Mannoche ve Mecarelli (1994) ve Kodal (1996)'da verilen aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır,

$$BK = (Y_m \times SF) - DM \quad (1)$$

Eşitlikte:

BK = Brüt kar (TL/da),

Y_m = Maksimum verim (kg/da),

SF = Ürün satış fiyatı (TL/kg)

DM = Değişen masraflar (TL/da)

Değerlerini göstermektedir (Nimetoğlu, 2006).

Matematiksel programlar, önerilen amaçları yerine getirmek için kıt kaynakları birleştirerek optimal bir çözüm, yani, k 'ı maksimize etmek veya maliyeti minimize etmek şeklinde mevcut kaynakları birleştirerek analiz yapmaktadır (Frizzone ve ark., 1997). Doğrusal programlama modelinde amaç fonksiyonunda, n kadar karar değişkenindeki (x_j) maliyeti etkileyen c_j katsayılarından etkilenmektedir. Kısıt fonksiyonlarındaki, m kadar kısıt, a_{ij} katsayılarından etkilenen değişkenlerden oluşturulan bir lineer kombinasyon da sağ taraftaki b_i değerinden daha az veya en azından eşit olmalıdır. Ayrıca, tüm karar değişkenleri pozitif olmalıdır

$$(Z) = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j \quad (\text{maksimum veya minimum}) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_j \quad (= b_i \text{ veya } \geq b_i) \quad (3)$$

$$x_j \geq 0$$

Eşitlikte;

Z = Amaç fonksiyonu,

x_j = Problemdeki karar değişkenleri,

c_j = Karar değişkenlerinin amaç fonksiyonundaki birim katkı katsayıları,

a_{ij} = Karar değişkenlerinin ilgili kaynağa ilişkin girdi (teknoloji) katsayıları,

b_i = Sınırlı kaynağın miktarı,

n = Karar değişkenleri sayısı,

i = Sınırlı kaynak indisi ($i = 1, 2, \dots, m$)

j = Değişken numarası indisi ($j = 1, 2, \dots, n$)

değerlerini göstermektedir (Esin,1984). Üç farklı sulama konusunda K1-K7 arasında farklı sulama seviyeleri denenmiştir. K1 (%100), Z_{max} 'ın elde edileceği optimum üretim planlamasına göre ihtiyaç duyulan su kaynağına sahip olan işletmeyi ifade etmektedir. Diğer seçenekler ise tam sulama konusunun fraksiyonları olan K2 (%80), K3 (%60), K4 (%50), K5 (%40) ve K6 (%20) su kaynağının kısıtlı olduğu işletmeleri ve K7 (%0) ise kuru tarım yapılan işletmeleri ifade etmektedir.

Bulgular ve Tartışma

Projeli koşulda işletme gelirinde beklenen artış oranının projersiz koşulda işletme net geliri ile karşılaştırmak için 2017 yılında projersiz koşulda yöredeki çiftçiler tarafından uygulanan ekiliş-dikiliş oranları, ortalama verim değerlerine göre hesaplanan brüt kar değerleri, yıllık net gelirleri I. işletme için çizelge 1’de ve ikinci işletme için çizelge 2.’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre 61 dekar alana sahip I. işletmede üreticinin o yıl içerisinde elde edebileceği tahmini gelir 34,841 TL iken, 158 dekar alana sahip II. işletme içerisinde aynı yıl ekimi-dikimi gerçekleşen bitki desenine göre elde edilecek tahmini net gelir 90,316 TL elde edilebileceğini göstermektedir.

Table 1. Production pattern and estimated net income for Enterprise No. 1 (61 da) in no project condition.
Çizelge 1. Projersiz koşulda I. İşletme (61 da) için üretim deseni ve tahmini net gelir.

I. İşletme (61 da) Yetiştirilen Bitkiler	Ekim-Dikim Alanı (da)	Brüt Kar (TL/da)	Toplam Net Gelir (TL)
Arpa	8	115.65	952.25
Buğday	32.5	221.34	7,193.55
Yonca	19	322.38	6,125.22
Kiraz	1.5	3,137.08	4,705.65
II. Ürün S. Mısır	32.5	488.14	15,864.55
Toplam	61	-	34,841.19

Table 2. Production pattern and estimated net income for Enterprise No. 2 (158 da) in no project condition.
Çizelge 2. Projersiz koşulda II. İşletme (158 da) için üretim deseni ve tahmini net gelir.

II. İşletme (158 da) Yetiştirilen Bitkiler	Ekim-Dikim Alanı (da)	Brüt Kar (TL/da)	Toplam Net Gelir (TL)
Arpa	26	115.65	3,006.90
Buğday	62	221.34	13,723.08
Ayçiçeği	44	332.29	14,620.76
Nohut	4	448.26	1,793.04
Şeftali	22	1,223.07	26,907.54
II. Ürün S. Mısır	62	488.14	30,264.68
Toplam	158	-	90,316.00

Her iki işletme için oluşturulan amaç ve kısıtların doğrusal programlama modeli ile çözümlenmesi sonucu farklı koşullara göre optimal üretim planı ve toplam brüt kar değerleri belirlenmiştir. Kurak yıl, normal yıl ve yağışlı yıllar ve farklı sulama suyu miktarlarına göre I. işletmede (61 da) farklı koşullarda yetiştirilmesi gerekli bitki desenleri ve bu koşullarda elde edilecek gelir değerleri çizelge 3.’de verilmiştir. Çizelge ’de farklı iklim ve farklı sulama suyu miktarları koşulunda işletmenin ne kadar alanda sulu ne kadar alanda kuru tarım yapması gerektiği ve elde edebileceği gelir değerleri gibi bilgiler verilmiştir. Söz konusu işletme için üretici projersiz koşulda 34,841 TL olan işletme geliri, doğrusal programlama ile yapılan modellemede, sulama suyunun tam karşılandığı K1 konusunda kurak yıl, normal yıl ve yağışlı yıllarda elde edilen net gelir (Z_{max}) sırasıyla 66,328 TL, 68,807 TL, 70,217 TL olarak elde edilebileceği görülmektedir. Farklı yağış koşullarına bağlı olarak değişen sulama suyu miktarı ve sayısı gibi değişken masraflar net gelirin iklim koşullarına göre değişiklik göstermesine neden olmuştur. Birinci işletme için bitkisel üretimde bitkilerin su ihtiyacının farklı oranlarda karşılanması durumunda; %100 (K1), %80 (K2), %60 (K3), %50 (K4), %40 (K5), %20 (K6) ve %0 (K7) optimum bitki desenine göre bitkilerin ne kadar alan içerisinde üretim yapılması gerektiği belirlenmiştir. K1 konusunda kurak yıl olmasına rağmen işletmenin yeterli su kaynağı olduğu ve bitkilerin su ihtiyacının tam karşılanacağı düşünüldüğünde; doğrusal programlama modeli buğday (23.25 da), çeltik (6.1 da), patlıcan (10.29 da), şeftali (9.15 da), kiraz (6.1 da), elma (6.1 da) olmak üzere toplam 61 da alanda sulu tarım yapılmasını önermiş ve bu koşulda işletmenin elde edeceği geliri 66,328 TL olarak hesaplamıştır. Ayrıca bu koşulda bir üretim sezonunda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı 54,007 m³ olarak belirlenmiştir. Projersiz koşulda yetiştirilen bitki desenine göre gelir yaklaşık iki kat daha fazla elde edilmiştir. İşletmenin yeterli su kaynağı olmadığı

ve bitkisel üretimde %20 su tasarrufu yaptığını düşündüğümüz K2 sulama konusunda kuru koşullarda yetiştirilecek zeytin' in 2.84 dekar ile çözüme girdiği görülmüştür. Bu konuda geliri maksimize etmek için en göze çarpan değişimin su ihtiyacının tam karşılandığı buğday yetiştirme alanını 27.45 da' a çıkardığı aynı sezonda su ihtiyacı fazla olan silajlık mısırın ekim alanını 14.5 da' a düşürdüğü buna karşılık silajlık mısır II. ürün olarak ekim alanını 27.45 da' a çıkarılması gerektiğini ve bu koşulda üreticinin karının 63,133 TL olabileceğini ve çok fazla bir ekonomik kayıp yaşamayacağını belirlemiştir. İşletmede bitki su ihtiyacının %60'nın karşılanması durumunda program 54.9 da alanda sulu, 6.10 da alanda kuru koşullarda zeytin üretimini, %50 koşulunda 48.47 da alanda sulu, 12.53 da alanda kuru tarım yapılmasını ve bu koşulda; ayçiçeği (6.43 da), zeytin (6.1 da) üretiminin çözüme dahil edilmesini önermiştir. Optimizasyon programı %40 koşulunda karı en yüksek ürünlerden vazgeçmemiştir; buğdayın 13.18 da alanda ve çeltikte 6.1 da alanda tam sulaması gerektiğini, şeftali 9.15 da, kiraz 6.1 da, fasulye 3.05 da, silajlık mısır 1.15 da (ikinci ürün olarak) ve bu alanda toplam 37.59 da alanda sulu koşullarda tarımının yapılmasını, kuru koşullarda da ayçiçeği 17.31 da, zeytin 6.1 da alan olmak üzere 23.41 da alanda kuru tarımı önermiş ve bu koşulda bir üretim sezonunda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı 23,784 m³ olarak belirlenmiştir. Bu senaryoda üreticinin elde edebileceği gelirin 46,341 TL kadar olabileceği belirlenmiştir. Program su miktarındaki azalmaya göre çizelge 3'te görüldüğü gibi kuru koşullarda yetiştirilebilecek bitkisel üretim alanını arttırarak üretici gelirinin üst düzeyde olmasını sağlamıştır. Öyle ki, kurak dönemlerde bitki su ihtiyacının %20'sinin karşılandığı K6 konusunda, işletmenin bir sulama sezonunda 11,353 m³ sulama suyu olması durumunda, işletmenin elde edebileceği gelir 34,997 TL olarak belirlenmiştir. Bu değer projesiz koşulda üreticinin elde ettiği gelirle hemen hemen aynı düzeyde olmuştur.

Normal yıl içerisinde, su kısıtı olmadığı düşünüldüğünde buğdayın ekim alanını 27.19 da' a ve II. ürün olarak da silajlık mısır alanını 27.19 da önermiştir. Bu koşullarda doğrusal programlama üretici gelirini maksimize ederek 68,807 TL ye yükseltmiş ve normal yıl olması nedeniyle işletmenin sezonluk su ihtiyacının 46,583 m³ olması gerektiğini belirlemiştir. Normal yıl içerisinde bitki su ihtiyacının %20'nin karşılandığı konuda önerilen bitki deseni ile projesiz koşulda elde edilen gelirden yüksek olduğu belirlenmiştir. Yağışlı yıl içerisinde, kurak ve normal yıllara göre gelirden belirgin bir artış olduğu elde edilen verilerde görülmektedir. Bu durum yağışlı yıl içerisinde ekonomik değeri yüksek ürünlerin yetiştirilmesine olanak tanınmasından kaynaklanmaktadır.

II. İşletme 158da'lık alanı kaplamakta ve söz konusu işletme için üretici projesiz koşulda 90316 TL gelir elde edebilmektedir. Doğrusal programlama ile yapılan modellemede, ikinci grup işletme için farklı iklim koşullarında, Çizelge 4'te görüldüğü üzere sulama suyunun tam karşılandığı (K1) konusunda kurak yıl, normal yıl ve yağışlı yıllarda elde edilen net gelir sırasıyla 153,133 TL, 160,038 TL, 163,652 TL olarak elde edilebileceği görülmektedir. Farklı iklim koşullarında bitki su ihtiyacının tam karşılanmasında elde edilecek gelirin plansız koşula göre daha yüksek olacağı belirlenmiştir. Söz konusu işletmede planlı üretim yapılması koşulunda brüt marj değeri 90,316 TL'den Normal koşula göre 160,038TL artarak brüt marjda %77 oranında artış olabileceği görülmüştür. Farklı iklim koşullarında bitkilerin su ihtiyacının tam karşılanması durumunda (K1), doğrusal programlama tarafından kuru tarım önerilmemiştir. Kurak koşullarda bitki su ihtiyacının %80'nin ve daha düşük olması durumunda kuru koşullarda yetiştirilecek bitkiler çözüm önerisine girmiştir. Normal ve yağışlı koşullarda su kaynağının yetersiz olması durumunda bitki su ihtiyacının %50'sinin ve daha az miktarda karşılanabileceği konularda kuru tarım çözüm önerisi içerisine girmiştir. Farklı iklim koşulları incelendiğinde, doğrusal programlama üretici gelirini maksimize etmek için tek yıllık bitkilerde buğday, çeltik ve karpuz, çok yıllık bitkilerden de şeftali, elma, kiraz yetiştirilmesi önerisinde bulunmuştur. Normal koşulları ele aldığımızda Buğday sulu koşullarda toplam alanın %45 (71.1 da), çeltik %10 (15.8 da), karpuz %10 (15.8 da), şeftali %15 (23.7 da), kiraz %10 (15.8 da), elma %10 (15.8 da) ve buğdayın yerine II. ürün olarak düşünülen silajlık mısırın %45 (71.1 da) oranında yetiştirilmesi sonucunda üreticinin maksimum faydayı sağlayabileceği önerisinde bulunmuştur.

Table 3. Optimum plant pattern (da) for Enterprise No. 1 (61 da).
Çizelge 3. I. İşletme (61 da) için optimum bitki deseni (da).

	Kurak Yıl							Normal Yıl							Yağışlı Yıl						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Buğday100	23.25	27.45	25.33	21.67	13.18	3.88	-	27.19	27.45	27.21	27.45	25.30	11.68	-	27.20	27.45	24.77	27.45	27.45	14.05	-
Buğday80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.15	-	-	-	-	-	-	-	3.40	-
Buğday50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.45	-	-	-	-	-	-	-	-
Çeltik 100	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	-	6.10	6.10	6.10	5.02	3.54	5.17	-	6.10	6.10	0.01	-	-	0.52	-
Çeltik 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	2.56	-	-	-	-	6.08	6.10	5.22	-	-
S. Mısır100	23.25	14.50	-	-	-	-	-	27.19	11.25	4.58	8.46	6.40	-	-	27.20	13.65	-	-	-	-	-
S. Mısır80	-	12.94	13.38	8.16	1.15	-	-	-	16.20	10.12	-	-	-	-	-	13.80	19.46	14.43	10.16	0.43	-
S. Mısır50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fasulye100	-	2.34	3.05	3.05	3.05	1.04	-	-	1.12	-	0.30	0.33	0.56	-	-	2.35	2.67	3.05	3.05	0.71	-
Fasulye80	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K. Biber100	-	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.14	-	-	-	-	-
Patlıcan100	10.29	-	-	-	-	-	-	6.36	-	-	-	-	-	-	6.35	-	-	-	-	-	-
Karpuz100	-	-	-	-	-	-	-	-	4.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Şeftali100	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	6.18	-	9.15	9.15	9.15	9.15	6.87	0.53	-	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	8.95	-
Kiraz100	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	-
Kiraz80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
Elma100	6.10	6.10	5.26	2.39	-	-	-	6.10	6.10	10	3.39	1.58	0.20	-	6.10	6.10	6.10	2.74	-	-	-
Elma80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	0.98	-
Buğday K.	-	-	-	-	-	8.22	27.4	-	-	-	-	-	-	27.45	-	-	-	-	-	-	27.45
Ayçiçeği K.	-	-	-	6.43	17.31	27.45	27.45	-	-	-	40	44	15.04	27.45	-	-	-	0.30	3.93	10.18	27.45
Zeytin K.	-	2.84	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	0.40	10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	2.60	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
Top.S.B.	61.00	58.16	54.90	48.47	37.59	19.23	-	61.00	60.60	54.90	52.50	48.46	39.86	-	61.00	58.40	54.90	54.60	50.97	44.72	-
Top.K.B.	-	2.84	6.10	12.53	23.41	41.77	61.00	-	0.40	10	8.05	12.54	21.14	61	-	60	6.10	6.40	10.03	16.28	61
II.Ürün	23.25	27.45	13.38	8.16	1.55	-	-	27.19	27.45	4.69	8.47	6.40	-	-	27.20	27.45	19.46	14.44	10.16	0.43	-
İşl.Geliri (TL)	66,328	63,133	55,892	51,156	46,341	34,997	7,757	68,807	66,501	59,067	54,242	8,638	37,179	10,078	70,217	8,021	62,908	58,024	2,891	1,295	11,863
Sul.Suyu (m ³)	54,007	48,534	37,989	31,695	23,784	11,353	-	46,583	42,732	32,866	27,570	22,715	12,104	-	43,151	38,341	31,457	26,543	21,432	12,195	-

Table 4. Optimum plant pattern (da) for Enterprise No. 2 (158 da).
Çizelge 4. II. İşletme (158 da) için optimum bitki deseni (da).

	Kurak Yıl							Normal Yıl							Yağışlı Yıl						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Buğday100	71.10	71.10	55.44	37.62	19.78	-	-	71.10	71.10	71.10	71.10	58.88	28.34	-	71.10	67.71	71.10	71.10	71.10	35.72	-
Buğday80	-	-	-	-	1.11	21.70	-	-	-	-	-	-	12.22	-	-	-	-	-	-	35.37	-
Buğday50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.28	-	-	-	-	-	-	-	-
Çeltik 100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	2.53	-	15.80	15.80	15.80	15.8	15.8	11.76	-	15.8	15.80	15.80	15.80	3.56	3.58	-
Çeltik 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.18	-	-	-	-	-	12.24	-	-
S. Mısır100	71.10	29.27	-	-	-	-	-	71.1	21.10	14.65	16.90	9.41	-	-	71.10	19.45	-	-	-	-	-
S. Mısır80	-	36.11	33.86	22.61	11.35	-	-	-	50.00	12.15	-	-	-	-	-	48.26	38.52	27.43	18.84	-	-
Karpuz100	15.80	-	-	-	-	-	-	15.80	5.76	0.76	1.60	2.00	-	-	9.36	1.99	-	-	-	-	-
Şeftali100	23.70	23.70	18.87	10.84	2.79	6.81	-	23.7	23.70	23.70	19.17	12.05	1.65	-	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	19.64	-
Kiraz100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	-	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	14.97	-	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	1.47	-
Elma100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	6.67	-	15.80	15.80	14.79	9.54	6.92	-	-	15.80	15.80	13.78	6.00	-	-	-
Buğday K.	-	-	-	-	-	17.57	71.10	-	-	-	-	-	-	71.10	-	-	-	-	-	-	71.10
Ayçiçeği K.	-	4.30	21.93	46.33	71.10	71.10	71.10	-	-	0.25	9.17	18.53	46.18	71.10	-	-	2.02	9.80	15.80	32.06	71.10
Zeytin K.	-	11.49	14.35	15.80	15.80	15.80	15.80	-	10.74	15.8	15.80	15.80	15.8	15.8	6.43	14.71	15.80	15.80	15.80	15.80	15.8
Top.S.B.	158.00	142.21	121.72	95.87	71.10	53.53	-	158.00	147.26	141.95	133.03	123.67	96.02	-	157.57	143.29	140.18	132.40	126.40	110.14	71.10
Top.K.B.	-	15.79	36.25	62.13	86.90	104.47	158	-	10.74	16.05	24.97	34.33	61.98	158	6.43	14.71	17.82	25.60	31.60	47.86	86.90
II.Ürün	71.10	65.40	33.86	22.61	11.35	-	-	71.10	71.10	26.80	16.90	9.41	-	-	71.10	67.71	38.52	27.43	18.84	-	-
İşl.Geliri (TL)	153,133	142,503	125,341	115,698	105,902	82,227	19,880	160,038	153,333	135,310	124,908	114,347	91,642	6,104	163,652	158,017	142,621	132,238	121,799	95,260	30,727
Sul.Suyu (m ³)	132,476	117,363	89,763	72,823	56,136	30,275	-	115,934	104,445	79,350	67,115	55,157	28,986	-	103,632	94,859	75,001	63,077	51,594	28,600	-

Sonuç ve Öneriler

Doğrusal programlama ve sulama programlaması yapılarak farklı iklim koşullarında kurak, normal ve yağışlı yıl olmak üzere farklı senaryolara göre planlama yapılmıştır. Bu planlamada sulama suyu kaynağına göre ne kadar alanda sulu ne kadar alanda kuru tarım yapılması gerektiği ve bu koşullar altında yetiştirilmesi gerekli bitki deseninin Özbek Ovası koşullarına göre çözüm önerisi getirilmiştir. Bu sonuçlar ışığında suyun giderek kıt bir kaynak olması çok büyük maliyetler ile gerçekleştirilen sulama sistemlerinin performansının yani verimliliğin artırılmasının uygulanacak ürün deseninin ve verilecek sulama suyu miktarının planlanması ile mümkün olabileceğini göstermiştir.

Bu çalışmada küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde kısıtlama yapılırsa dahi planlama ile gerçekleştirilen üretim deseni sayesinde gelir artışının olabileceği belirlenmiştir. Araştırmada ele alınan her iki işletme içinde sulama suyunda kısıtlamaya gidildikçe sulu koşullarda yetiştirilmesi gerekli bitkilerin ekiliş ve dikiliş oranları azalma göstermiştir. Her iki işletme içinde farklı sulama suyu miktarlarına göre K1, K2, K3, K4, K5, K6 ve susuz koşullarda yetiştirilen K7 konusunda maksimum net gelirler hesaplanmış şekil 1. ve şekil 2.' de verilmiştir.

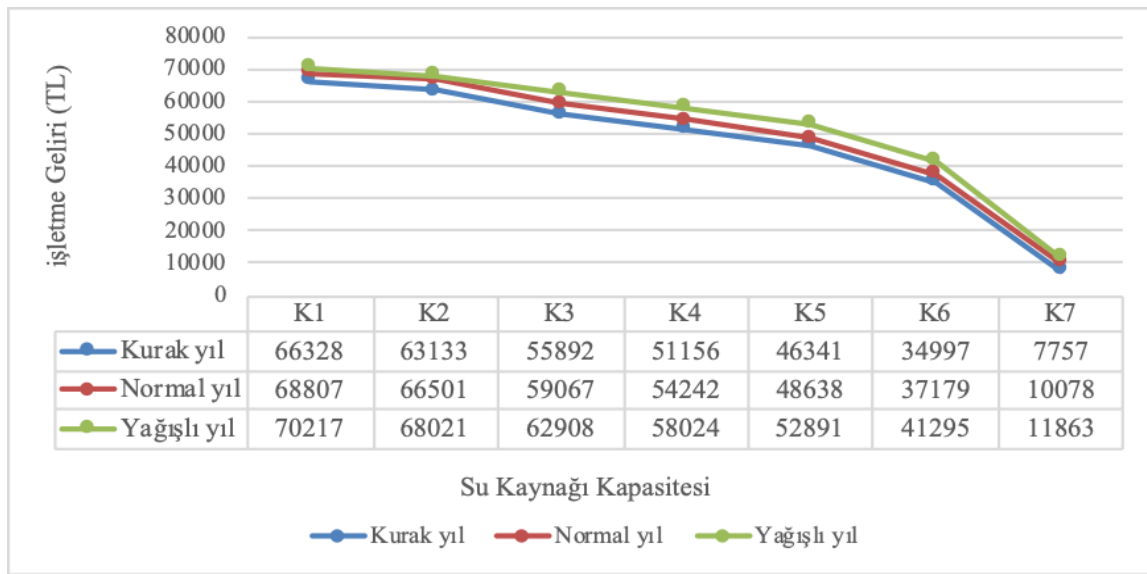


Figure 1. Net income that can be obtained for Enterprise No. 1 (in TL/61)

Şekil 1. I. İşletme için elde edilebilecek net gelir (TL/61 da)

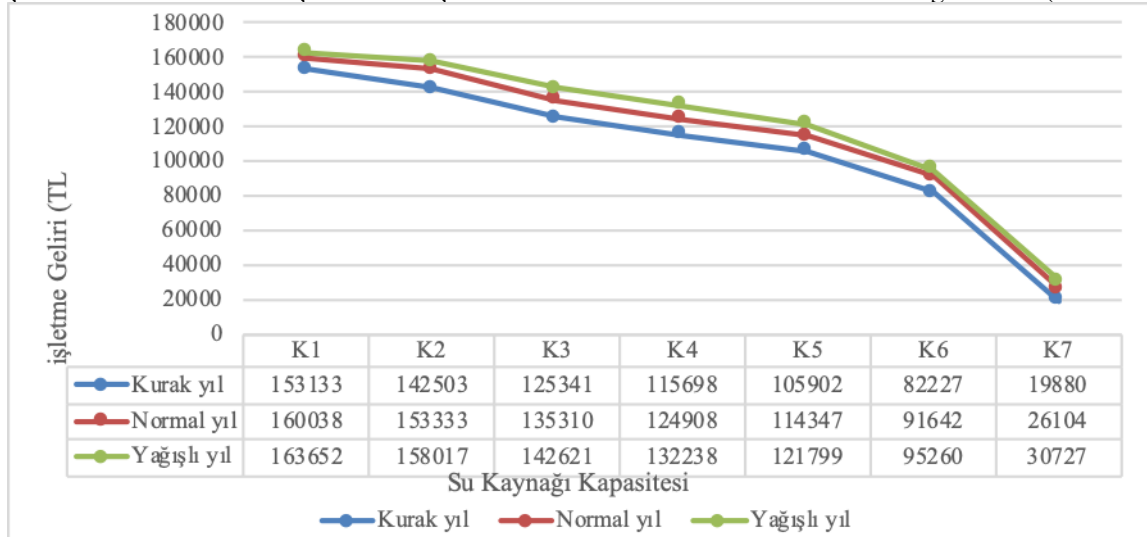


Figure 2. Net income that can be obtained in Enterprise No. 2 (TL/158 da)

Şekil 2. II. İşletmede elde edilebilecek net gelir (TL/158 da)

Şekillerden görüldüğü gibi her iki işletmede de doğrusal programlama modeli kullanılarak toprak ve su kaynaklarından optimum düzeyde yararlanarak kurak koşullarda bile üretici gelirini projersiz koşula göre daha üst düzeyde tutmak mümkün olabilecektir. Bu nedenlerle doğrusal programlama modelinden yararlanarak oluşturulacak üretim deseni hem ülke hem üretici hem de doğal kaynaklar yönünden önemli kazanç sağlayacaktır.

Not: Seher Akyüz'ün Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Alamas, A., Xenarios, S., Mylopoulos, N., Stalnacke, P., 2017. Integrated water resources management in agro economy using linear programming. The case of lake Karla basin, Greece. *European Water* 60:4147.
- Albut, S., Güngör, Y., 1996. İpsala Altınyazı-Karasaz sulama şebekesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 248. Tekirdağ Doktora Tezi.*
- Birhanu, K.T., Alamirew, T., Olumuna, M.D., Ayalews, S., Aklog, D., 2015. Optimizing cropping pattern using chance constraint Linear Programing for Koga Irrigation Dam. *Ethiopia, Irrigat. Drainage System Eng.* 4:134.
- Caymaz, U., 2010. Güvenilir Yağış Hesaplaması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Çanakkale Lisans Bitirme Tezi.
- Frizzone, J.A., Coelho., R.D., Dourado-Neto, D., Soliani, R., 1997. Linear programing model to optimize the water resource use in irrigation projects: An application to the senator Nilo Coelho Project. *Sci. Agric. Piracicaba.* 54:136-148.
- Esin, A., 1984. Yöneylem araştırmasında yararlanılan karar yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Yayınları No: 41. Fen Edebiyat Fakültesi* 5:371.
- Guo, P., Chen, X., Tong, L., Li, J., Li, M., 2014. An optimization model for a crop deficit irrigation system under uncertainty. *Engineering Optimization* 46:1-14.
- Hall, W. A., Dracup, J. A., 1970. *Water Resources System Engineering.* McGrawHill. New York.
- Jain, R., Malangmeih, L., Raju, S.S., Srivastava, S. K., Immanuelraj, K., Kaur, A. P., 2018. Optimization techniques for crop planning. *A review Indian Journal of Agricultural Sciences.* 88(12): 1826-35.
- Kodal, S., Tokgöz, M.A., Olgun, M., Öztürk, F., Selenay, M. F., Beyribey, M., 1992. Yağış toprak ve bitki desenin sulama suyu miktarı ile sistem kapasitesine etkisi, IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri. 2. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Kodal, S., 1996. Ankara-Beypazarı Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programlaması. İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtımı. *Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayın No: 1465. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler* 807:69.
- Kumari, S., Mujumdar, P.P., 2015. Reservoir Operation with Fuzzy State Variables for Irrigation of Multiple Crops., *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 141(11): 04015015.
- Mannocchi, F., Mecarelli, P., 1994. Optimizasyon analysis of deficit irrigation systems, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE.* 120:484-503.
- Nimetoğlu, S.T., 2006. Yaylak proje alanındaki işletmelerde yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama zamanı planlaması ve optimum bitki deseni *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.*
- Mirajkar, A.B., Patel, P.L. 2016. Multiobjective Two-Phase Fuzzy Optimization Approaches in Management of Water Resources, *Journal of Water Resources Planning and Management.* 142(11): 04016046.
- Raes, D., Lemmens. H., Aelst, P.V., Bulcke, M.V., Smith, M., 1988. *IRSI. Irrigation Scheduling Information System Katholieke Universiteit Leuveni Belgium.*
- Safavi, H.R., Falsafioun, M., 2017. Conjunctive Use of Surface Water and Groundwater Resources under Deficit Irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 143(2):05016012.
- Selenay, F., 2001. GAP-Fırat sulama birliğinde yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında sulama programlaması ve optimum bitki deseni. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 7(3):149-155.
- Qureshi, A.L., Khero, Z.L., Lashavi. B.K., 2012. Optimization of irrigation water management: a case study of secondry canal. *Sindh. Pakistan* 16. *International Water Technology Conferance. IWTC. Istanbul. Turkey.*
- Watkins, D.W., McKinney, D.C.1997. Finding robust solutions to water resources problems. *Journal of water Resources planning and management* 123:49-58



Reserach Article

Physical and Chemical Properties of Vineyard Soils in Manisa Province Alaşehir District

Fadime Ateş¹  Fulya Kuştutan¹  Halis Simsek²  Metin Turan³ 

Alper Dardeniz^{4*} 

¹Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, Manisa Viticulture Research Institute. 45125, Manisa/Turkey.

²Purdue University, Department of Agricultural and Biological Engineering. 225, South University Street. USA.

³Yeditepe University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Genetic and Bioengineering. 34755, Istanbul/Turkey.

⁴Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. 17100, Canakkale/Turkey.

*Corresponding author's: adardeniz@comu.edu.tr

Received Date: 27.07.2022

Accepted Date: 23.11.2022

Abstract

This research was carried out on 100 soil samples collected from 0-60 cm depths from 100 vineyards in 20 rural settlements in order to determine the general characteristics of the soils where grape production is made in the Alaşehir district of Manisa, which has the largest vineyard areas. With this research, the soil pH, EC, organic matter, textural classes, macro and micro nutrients of Manisa vineyard were determined. Results of the analysis of soil samples related to research area were compared with the limit values and fertility conditions of soils were evaluated. According to the findings; although the pH of the vineyard soil of Manisa province samples varies from strongly alkaline to neutral and the majority of the samples were characterized by organic matter deficiency. The salt values of vineyard soils were not constitute limiting factor. In terms of total nitrogen, all samples were classified in the lower nitrogen class. Approximately 48% of soil was calcareous, the available phosphorus was low by 29% and medium by 71% and the available potassium was found to be very low by 97% and low by 3%. Furthermore, available magnesium was very low (3%), low by 26%, medium by 27%, higher by 28%, and very high (16%); and the available calcium was very low (26%), low by 27%, medium by 34% and higher (13%). It was also found that available zinc was low by 69% of the samples; iron content was adequate by 65% of the soil; manganese and copper were adequate in all samples. However, it was concluded that there are important relationships among the nutrient content of the vineyard soil samples.

Keywords: Viticulture, Soil Properties, Nutrient Contents, Alaşehir.

Manisa İli Alaşehir İlçesi Bağ Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Öz

Bu araştırma, Manisa ilinin en büyük bağ alanlarına sahip Alaşehir ilçesinde üzüm üretiminin yapıldığı toprakların genel özelliklerini belirlemek amacıyla, 20 kırsal yerleşim yerlerindeki 100 bağdan 0-60 cm derinliklerden olmak üzere toplanan 100 toprak örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma ile Manisa bağlarının toprak pH, EC, organik madde, doku sınıfları, makro ve mikro besin maddesi özellikleri belirlenmiştir. Araştırma alanıyla ilgili toprak örneklerinin analiz sonuçları sınır değerlerle karşılaştırılmış ve toprakların verimlilik durumları değerlendirilmiştir. Bulgulara göre; Manisa ili bağ toprak örneklerinin pH'ı kuvvetli alkalinden nötre doğru değişmekle birlikte örneklerin çoğu organik madde eksikliğiyle karakterize edilmiştir. Bağ topraklarının tuz değerleri sınırlayıcı bir faktör oluşturmamaktadır. Toplam azot açısından, tüm örnekleri alt azot sınıfında sınıflandırılmıştır. Bağ topraklarının yaklaşık %48'i kalkerli, mevcut fosforun %29'unun düşük ve %71'inin orta, mevcut potasyumun %97'sinin çok düşük ve %3'ünün ise düşük olduğu bulunmuştur. Mevcut magnezyumun %3'ünün çok düşük, %26'sinin düşük, %27'sinin orta, %28'inin yüksek ve %16'sının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mevcut kalsiyumun %26'sinin çok düşük, %27'sinin düşük, %34'ünün orta ve %13'ünün yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bağ toprak örneklerinin %69'unda mevcut çinkonun düşük olduğu saptanmıştır. Demir, %65'inde yeterli; manganez ve bakır, tüm örneklerde yeterli

bulunmuştur. Bununla birlikte, bağ toprak örneklerinin besin element içerikleri arasında önemli ilişkilerin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bağcılık, Toprak özellikleri, Besin maddeleri, Alaşehir.

Introduction

Turkey, located in the most convenient climate zone in the world for viticulture, has a longstanding and long-established viniculture culture and a rich grapevine gene potential due to its location in the center of the geography where the gene centers intersect (Celik, 2011).

According to the statistics of the year 2016, Turkey is one of the world's major wine producing countries with 435 227 hectares of vineyards and 4 000 000 tonnes of grape production. In terms of area and production it takes the 5th and 6th places in the world, respectively. Table grape accounts for 49.8% total grape production, and dried grape and wine varieties follow table grape with 38.4% and 11.8%, respectively (Anonymous, 2017). Grape is a valuable product that has a significant place in the agricultural sector of Turkey with its diversity of evaluation forms, domestic market consumption and export share, and thus constitutes the area of activity and direct income of a large farmer's sector.

Soil fertility is defined as containing sufficient and balanced amounts of nutrients, soils with suitable physical, chemical and biological properties for the growth of crop plants. It is also important for knowing the soil properties and determining the possible effects in advance for the healthy development of plant and the creation of a suitable nutrition program (Basar, 2001; Basayigit et al., 2008). In the agricultural production process, if the nutrients required for the plants are not found in the soil in sufficient amounts or in excessive amounts, they limit the utilization of the plants in the soil and cause the cultivated product to be negatively affected (Turan et al., 2010; Karaman, 2012). Increase yield and quality in viticulture could be changed depending on variety, rootstock, type of soil, content of available nutrients in the soil and tillage, fertilization, summer and winter trim, plant protection etc. as cultural practices (Viets et al., 1973; Winkler et al., 1974; Kovancı and Atalay, 1977; Çelik, 1996; Yağmur et al., 2002; Bahar et al., 2006; Uzun, 2011; Çelik, 2011; Zengin and Özbahçe, 2011; Bahar et al., 2018). Soil analysis is one of the most practiced methods in determining the physical and chemical properties of soils, and in researching nutrients and nutritional status of plants (Mulla and Mc Bratney, 2001). In this respect, many studies have been carried out in order to determine the various soil characteristics and productivity conditions of different regions and agricultural areas throughout Turkey, to identify possible problems in advance and to increase the yield and continuity of cultivated plants (Atalay, 1977; Atalay, 1978; Brohi and Aydeniz, 1987; Aktas and Karacal, 1988; Irget and Atalay, 1992; Aydın and Coban, 2002; Coban, 2008; Ates and Turan, 2015).

The Aegean Region (especially, Manisa and its surroundings) is in the first place among seven districts of Turkey, accounting for 28% of total vineyard area and 45% of grape production. According to the statistical data related to the year 2016; in Alaşehir, 120 251 hectares of vineyards are being used and 458 683 tons of fresh grapes are produced (Anonymous, 2018). Sultani Cekirdeksiz, Mevlana, Red Globe, Superior Seedless, Crimson Seedless, Antep Karası, Trakya Ilkeren are produced and imported mainly in Alasehir province. This study has been designed with the belief that it is important to determine status of physical and chemical properties of vineyard soil in Alasehir province where the grape is intensely produced in Aegean Region. It is also important that changes can be monitored which will happen in future.

Material and Methods

Experimental Site

Experiments were conducted in 2015 in Alaşehir district of Manisa located in Western Turkey (38°20'N, 28°38'W). The total area of this district is 977 km² and its elevation from sea level to center is 189 meters. Alaşehir district is the largest grape producing vineyard area of Manisa Province (Figure 1). The area has a transition towards a continental climate from a Mediterranean climate. The annual average temperature is recorded as 16.7°C with and a mean annual precipitation of 598 mm, the summer months, including harvesting season, are quite hot with mean temperature as 30°C. Location of soil samplings taken from vineyards are given in Table 1.

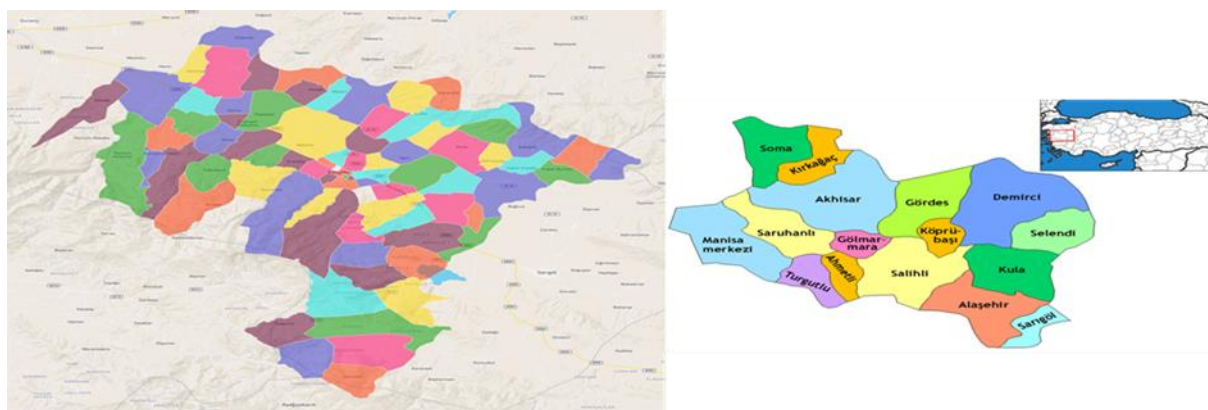


Figure 1. Map of the province of Alaşehir district of Manisa, Turkey.

Table 1. Name of rural settlements and number of collected samples

Rural settlements	Number of vineyard	District	Number of vineyard
Yesilyurt	9	Kozluca	5
Kavaklidere	5	Piyadeler	5
Sahyar	5	Badınca	4
Akkecili	8	Örnekkoy	4
Merkez	6	Delemenler	4
AlemSahli	5	Badınca	4
Sobran	4	Matarli	4
Toygar	5	Belenyaka	4
Killik	6	Uzumlu	5
Baklaci	4	Yenikoy	4

Methods

A total of 100 soil samples collected at fruit setting stage from 0-60 cm depth at which the vine's nutrient uptake and root development are the highest from 100 vineyards in 20 rural settlements Alaşehir district in Manisa of several points of vineyards. Sultani Çekirdeksiz, Mevlana, Red Globe, Superior Seedless, Crimson Seedless, Antep Karası, Trakya Ilkeren grape varieties are mainly produced and imported in the Alasehir district.

Soils were mixed, dried in the shade, and aiming to prepare for analysis, soils are pounded with a wooden hammer, passed through from a 2 mm sieve (Chapman and Pratt, 1961). As stated from Ulgen and Yurtsever (1995), soil texture was determined by adding distilled water to soil samples until soil samples reached the saturation. pH meter is used to determine soil reaction (pH) (Jackson, 1967; Kacar, 1995). EC meter is used to determine electrical conductivity (Soil Survey Staff, 1951); soil salinity (%) were determined as electrical conductivity (EC) with a ratio of 1:5 soil: distilled water suspension set have been different places of according to Richards (1954). Organic matter was determined using a wet oxidation technique (Nelson and Sommer, 1982). The amount of lime (CaCO_3) was determined according to Caglar (1958). Total nitrogen (N) was determined by using the Kjeldahl method (Kacar, 1995). Available phosphorus (P) was determined according to Olsen et al., (1954). Available calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) were determined by extraction with 1 N ammonium acetate according to Bayraklı (1987). Available iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn) and copper (Cu) by extraction with 0.05 DTPA-TEA according to Lindsay and Norvell (1978).

Some physical and chemical properties of soils assessed by Pearson correlation coefficient and their relationships, with each other, are examined.

Results and Discussion

Soil Analysis

The minimum, maximum and average values of the characteristics of soil samples contents of research areas by rural settlements are given in Table 2. As can be seen from Table 2. classification according to the limit value of each investigated property of Alaşehir vineyard area was performed and the following average results have been obtained.

Physical Analysis of Soil of Alaşehir Vineyards

It has been reported that the saturation develops well in textured soils, which can be aerated for vineyards, even in permeable clayey soils (Colakoglu, 1985). Texture of the soil samples varied between 29.70–70.95%. According to Ulgen and Yurtsever (1995), the area of reasearch soils were classed to 72% loamy, 25% clay–loamy, 2% clay and 1 % sandy in texture. In our study, it has been determined that a significant part of soils examined was medium soils texture (98%). Medium soils texture are the most favorable soils to be used as agricultural lands, and they are almost suitable for growing the all plants. When the results of our study are analyzed, it is understood that the soil of the study area is suitable for practicing the viticulture. It has been reported that the vineyards show the best development in soils which are rich in terms of calcium and their pH limit varies between 6.0–8.0 (Colakoglu, 1985). As can be seen from Table 2., the pH values of soil samples showed differences between 5.74 – 9.16 Soils of the reasearch area were classified as to %48 strong alkaline (48%), alkaline (37%), light alkaline (7%) and neutral (8%) according to Jackson (1967) and Kacar (1995). Soil pH was the limiting factor for viticulture in research areas. Alkaline reaction of soils causes yellowness in the vineyard. Therefore, it has been considered to carry out the necessary applications in the district where the research was conducted (Horuz et al., 2016). Salinity level of soil samples has been varied between 0.02–0.66%. According to the Soil Survey Staff (1951), the soil samples of the overall reasearch area were found with a saltless level between 0.00–0.15%. When the obtained results of our research evaluated, it has been understood that the vineyard can be established in Alaşehir district without any limitation in terms of salinity (Table 2.).

In Table 2., lime (CaCO_3) content of soil samples varied between 0.49–56.24 %. Soils of reasearch area were classified as 52% low lime (0.00–2.50%), 27% limy (2.50–5.00%), 14% high (10.00–20.00%) and 7% very high level according to Caglar (1958). Lime in certain amounts in the soil has a positive effect on the physical and chemical properties of soil. However, the large amount of lime in the soil shows some negative effects on plant development. For this reason, it is necessary to find optimum amounts of lime in soil both in terms of soil fertility and plant demands. Kacar and Katkat (1999) reported that the medium calcareous soils are ideal vineyard soils. The salt level of vineyard soils didn't consider a limiting factor. CaCO_3 level of soil was without any limitation factor for viticulture in reasearch area. Soil organic matters of the samples varied between 0.80–1.20%. Soil organic matters of the whole reasearch area were determined to be in low (<2.00%) class according to Rauterberg and Kremkus (1951) and Ozbek (1975). The importance of soil organic materials is much more than that of other nutrient materials for grapes (Table 2.). Organic matter has a significant effect on the physical, chemical and biological properties of soils. Guzel (1989) reported that the fertile field soils mostly contain between 2–5% organic matters. According to this information and assessments, it is necessary to take adequate measures to ensure that the contents of organic matter of Alaşehir district lands are between 2–5% due to the low organic matter contents.

Macro Nutrient Contents of Soil of Alaşehir Vineyards

The total nitrogen contents of the soil of reasearch area varied between 0.04–0.06%. The soil samples of reasearch area were found to be low nitrogen level determined by Kacar (1995) as 0.045 % (Table 2.). Nitrogen (N) has a major impact on development, shoot growth, yield and quality in vineyards (Bell and Robson, 1999; Bell and Henschke, 2005). In order to positively affect the development of grapevine, nitrogen enhancing applications should be applied to the Alaşehir vineyard areas. As can be seen from Table 2., the available phosphorus contents of collected samples varied between 4.81–89.71 ppm. The soil phosphorus level of reasearch area has been classified as 29% low and 51% adequate level (7.00–20.00 ppm), and 20% very high level (>20.00 ppm) according to Olsen et al., (1965). The available Potassium content of the soil samples varied between 3.42–130.97 ppm (Table 2.). The soils potassium of reasearch area has been classified to 97% very low level (<100 ppm) and 3% low level (100.00–200.00 ppm) according to Kacar (1995).

In Table 2., the available magnesium content of soil samples varied between 18.44–1110.00 ppm. The magnesium level of the soil of reasearch area has been reported as 3 % very low level (<55 ppm), 26 % low level (55.00–117.00 ppm), 27% adequate level (117.00–200.00 ppm), 28% high level (200.00–400.00 ppm) and 16% very high level (>400 ppm) according to Kacar (1995). The plant needs Mg to activate many enzymes required for plant growth. It is a primary constituent of the chlorophyll molecule, so deficiency causes leaf chlorosis (Christensen and Peacock, 2000; Tewari et

al., 2006). According to such information and assessments due to the low Mg content, in order to increase grape yield and quality, Mg fertilizer applications should be done. As can be seen from Table 2., the available calcium component in grapes varied between 116.40–5016.00 ppm. Soil calcium level of the reasearch area has been classified as 26% very low level (<715 ppm), 27% low level (715–1440 ppm), 34% adequate level (1440–2867 ppm) and 13% high level (2867–6120 ppm) according to Kacar (1995).

Micro Nutrient Contents of Soil of Alaşehir Vineyards

In Table 2., the available zinc components of the soil samples collected from reasearch area varied between 0.01–6.27 ppm. The samples were found to be 67% low level (<0.5 ppm), 30% critical level (0.5–1.0 ppm) and 3% adequate level (>4.50 ppm) according to Lindsay and Norvell (1978). It is involved in multiple metabolic processes and participates in the development of reproductive parts of grape vines. As can be seen from Table 2., the available iron content of the soil samples of reasearch area varied between 1.31–21.66 ppm. The samples were found to be 15% low level (<2.5 ppm), 20% critical level (2.50–4.50 ppm) and 65% adequate level (>4.50 ppm) according to Lindsay and Norvell (1978). Iron has major importance in grapevine nutrition. Fe deficiency has a particularly negative effect on chloroplast size, protein content and photosynthetic efficiency. When the results of our study are analyzed, in Fe-deficient areas, soil or foliar fertilizer applications of Fe should improve grapevine growth, yield and quality. In Table 2., the available copper components varied between 0.06–39.60 ppm. The soil calcium level of the research area has been recorded as 96% adequate level (>0.2 ppm) and 4% critical level (<0.2 ppm) according to Viets and Lindsay (1973). As can be seen from Table 2., available manganese components varied between 0.64–29.34 ppm. The critical value of 1 ppm, which was determined by Lindsay and Norvell (1978) was found to be 98% adequate level (>1 ppm), 2% critical level (<1 ppm) and in all the samples.

Table 2. The min., max.–avg. values of characteristics of soil samples contents of research areas

Properties	Unit	Maximum	Minimum	Average
Saturation	(%)	70.95	29.7	45.52
Texture	–	Clay loam	Sandy	Loamy
pH	–	9.16	5.74	8.24
Salt	(%)	0.66	0.02	0.08
CaCO ₃	(%)	56.24	0.49	4.46
OM	(%)	1.20	0.80	0.96
N	(%)	0.06	0.04	0.05
K	(ppm)	89.71	4.81	10.16
Mg	(ppm)	130.97	0.04	30.84
Ca	(ppm)	1110	18.44	252.39
Zn	(ppm)	5016.00	116.40	1591.85
Fe	(ppm)	6.27	0.01	0.61
Cu	(ppm)	21.66	1.31	6.34
Mn	(ppm)	39.60	0.06	2.67

As far as the characteristics of soil types, it has seen that the majority of soil samples are found as loamy type (Table 2.). Previous research results indicated that the most of the vineyards in the Aegean Region had a loamy soil, which is generally calcareous, neutral, alkaline and having inadequate organic matter and nitrogen, but has no salt problem in the soil (Kovancı and Atalay, 1977; Konuk and Colakoglu, 1986; Irget, 1988; Atalay and Anac, 1991; Irget and Atalay, 1992; Yener et al., 2002).

Correlation coefficients between characteristics of some physical and chemical properties of vineyard soil of research area

The relationships between the soil characteristics of soil samples taken from reasearch area and their nutrient contents are presented in Table 3. The importance of interactions among different nutrients increase as the agriculture intensifies in Turkey and the deficiencies of nutrients in different products increase. Therefore, revealing the interactions between some of the physical and chemical properties of vineyard soils as well as demonstrating the rates of these interactions is of great importance in order to obtain higher yield and quality products from the vineyards of Alaşehir.



Table 3. Soil characteristics of soil samples taken from reasearch area and correlation coefficients of some nutrients

	Saturation (%)	pH	Salt (%)	CaCO₃ (%)	P (ppm)	K (ppm)	N (%)	O.M. (%)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)
Saturation (%)	1													
pH	0.324 ns	1												
Salt (%)	0.564*	0.130 ns	1											
CaCO₃ (%)	0.154 ns	0.104 ns	0.224 ns	1										
P (ppm)	-0.008 ns	-0.330 ns	-0.118 ns	-0.091 ns	1									
K (ppm)	0.489*	0.156 ns	0.346 ns	0.316 ns	0.202 ns	1								
N (%)	-0.476*	-0.090 ns	-0.215 ns	0.099 ns	-0.243 ns	-0.250 ns	1							
O.M. (%)	-0.597*	-1.094 ns	-0.339 ns	0.298 ns	-0.385 ns	-0.397 ns	-0.415	1						
Zn (ppm)	0.108 ns	-0.032 ns	-0.058 ns	-0.017 ns	0.484*	0.096 ns	-0.336 ns	-0.336 ns	1					
Fe (ppm)	0.337 ns	-0.041 ns	0.175 ns	-0.171 ns	0.330 ns	0.078 ns	-0.308 ns	-0.308 ns	0.142 ns	1				
Cu (ppm)	0.228 ns	0.055 ns	0.044 ns	-0.008 ns	0.150 ns	0.218 ns	-0.285 ns	-0.285 ns	0.352 ns	0.203 ns	1			
Mn (ppm)	0.313 ns	-0.101 ns	0.125 ns	-0.120 ns	0.161 ns	0.130 ns	-0.329 ns	-0.329 ns	0.146 ns	0.493*	0.128 ns	1		
Mg (ppm)	0.452*	0.317 ns	0.295 ns	0.228 ns	-0.105 ns	0.560*	-0.154 ns	-0.154 ns	-0.132 ns	0.198 ns	0.035 ns	0.209 ns	1	
Ca (ppm)	0.404*	0.223 ns	0.291 ns	0.408*	-0.197 ns	0.499*	-0.060 ns	-0.060 ns	-0.058 ns	-0.141 ns	-0.066 ns	0.043 ns	0.497*	1

*= significant at 5% ns: not significant.



The multiple correlation analysis of the content of elements determined in vineyards of Alaşehir. Looking at the correlations among nutrient contents of soil characteristics of reasearch area in 0–60 cm depth, the correlation was significant and positive between saturation percentage (SP) and salt at 5% significance level (0.564); significant and negative between SP and organic matter at 5% significance level (–0.476); significant and negative between SP and nitrogen at 5% significance level (–0.476); significant and positive between SP and potassium at 5% significance level (0.489); significant and positive between SP and magnesium at 5% significance level (0.452); significant and positive between SP and calcium at 5% significance level (0.404); significant and positive between lime and calcium at 5% significance level (0.408); significant and positive between phosphorus and zinc at 5% significance level (0.484); significant and positive between potassium and calcium at 1% significance level (0.499); significant and positive between potassium and magnesium at 5% significance level (0.560); significant and positive between magnesium and calcium at 5% significance level (0.497), and significant and positive between iron and manganese at 5% significance level (0.493).

Conclusions

According to the results of soil samples analyses obtained from reasearch area in Alaşehir district, the soil samples vary from loamy to clayey–loamy structure of which 72% has a loamy structure. The pH of the soil samples varies from highly alkaline to notr, 48% highly alkaline, 38% alkaline, 7% mild alkaline and 5% was notr and the majority of the samples were characterized by organic matter deficiency. The salt values of the vineyard soils were not found a limiting factor. In terms of total nitrogen, all samples were classified as lower nitrogen class. The soil was calcareous, the available P and Ca was medium and the available K was found to be very low. Moreover, the available Mg was medium and higher. It was also found that available Zn was low and Fe was adequate of the samples. Mn and Cu were adequate among whole samples. In addition, the presence of significant bilateral relations regarding to some physical and chemical properties of vineyard soils were also determined. P, K, and Ca directions were variable in reasearch areas of Alaşehir distirct. Fe, Mn and Cu of research area soils were determined as above level and Zn as inadequate level on the recommended level of the soil of whole research area.

According to the overall results of our study, it is determined that it would be beneficial to enrich vineyard area of Alaşehir district of Manisa, where the organic matter is decomposed rapidly due to its high temperature. At least, once in every two years regularly with old farmyard manure as well as supplementing. And also it should be supplied the nitrogenous and zinc fertilizers to research area where N and Zn deficiencies are found in the soil.

Conflict of Interest Statement

The authors declare no conflicts of interest concerned to this work.

Contribution Rate Statement Summary

The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Aktas, M., Karacal, I., 1988. Kırkkale ve Delice ilçelerinde Hasandede çeşidi üzüm yetiştirilen bağların beslenme durumlarının belirlenmesi. *Doğa Tarım ve Ormanlık Dergisi*. 12 (3): 291–304.
- Atalay, I.Z., 1977. İzmir ve Manisa bölgesi çekirdeksiz üzüm bağlarında bitki besini olarak azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyumun toprak–bitki ilişkilerine dair bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*. Yayın No: 345. 159 s. İzmir.
- Atalay, I.Z., 1978. The petiole and leaf blade relationships for the determination of phosphorus and zinc status of vineyards. *VITIS*. 17: 147–151.
- Atalay, I.Z., Anac, D., 1991. Salihli bağlarının beslenme durumunun toprak ve bitki analizleri ile incelenmesi. *Proje Raporu*. Tübitak Proje No: TOAG–659.

- Ates, K., Turan, V., 2015. Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. 2: 108–113
- Aydın, S., Coban, H., 2002. Ege Bölgesi'nde bağların beslenmesi. Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu Bildirileri. (Cappadocia) Nevşehir. 176–182.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Demir, K. Ö. K., 2006. Türkiye Bağcılığının Son Yıllardaki Gelişiminde Görülen Başlıca Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(1), 65–69.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Hüseyin, Ö. N. E. R., (2018). Bağcılıkta terroir unsurları. Bahçe, 47(2), 57–70.
- Basar, H., 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 15: 69–83.
- Basayigit, L., Senol, H., Müjdecı, M., 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 3 (2): 1–10.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. (Schouwenburg, J.C., Hoube, V.J.G., Novozamsky, I., Walings, I.'den tercüme). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları. No:17, 198 s. Samsun.
- Bell, S.J., Henschke, P.A., 2005. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. Australian Journal of Grape and Wine Research. 11 (3): 242–295.
- Bell, S.J., Robson, A., 1999. Effect of nitrogen fertilisation on growth, canopy density and yield of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. American Journal of Enology and Viticulture. 50: 351–358.
- Brohi, A.R., Aydeniz, A., 1987. Tokat ilinde yetiştirilen narince ve Çavuş üzüm çeşitlerinin bitki besin kapsam durumu. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi. 3 (1): 27–58.
- Çaglar, K.O., 1958. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayın No: 10. Ankara.
- Celik, S., 2011. Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Cilt:1 3. Baskı. Avcı Ofset. 428 s. Tekirdağ.
- Chapman, H.D., Pratt, P.F., 1961. Methods of analysis for soils, plant and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences. USA. 1–30 pp.
- Christensen, L.P., Peacock, W.L., 2000. Mineral nutrition and fertilization. Raisin production manual. Raisin production manual. 102–114.
- Coban, H., 2008. Investigation to determine fertility status in a semi-arid environment of agricultural areas, Turkey. RJC Rasayan Journal of Chemistry. 1 (1): 158–165.
- Colakoglu, H., 1985. Gübre ve Gübreleme. E.Ü. Zir. Fak. Teksir No: 17. Bornova/İzmir.
- Çelik, H., 1996. Bağcılıkta Anaç Kullanımı ve Yetiştiricilikteki Önemi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6(2).
- FAO, 2016 Agricultural Production and Field Statistics, <http://www.faostat.org>, (Available from: 29.03.2017).
- Guzel, N., 1989. Süs Bitkilerinin Gübrenmesi. Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitabı. No:113. Adana.
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akınoglu, G., Boz, E., 2016. Bitkilerde demir klorozunun nedenleri ve giderilme yöntemleri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 4 (1): 32–42.
- Irget, M.E., Atalay, I.Z., 1992. Menemen bağlarının demir, çinko ve mangan durumunun toprak ve bitki analizleri ile incelenmesi. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 2. 487–492, İzmir.
- Jackson, M.L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Pvt. Ltd. New Delhi, 498 pp.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 3: Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No: 3. 705 s.
- Kacar, B., Katkat, V., 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 144. Vipaş Yayın No: 20. 531s. Bursa.
- Karaman, M.R., 2012. Bitki Besleme. GÜBRETAS Rehber Kitaplar Dizisi: 2. ISBN: 978–605–87103–2–0.
- Konuk, F., Colakoglu, H., 1986. Gediz ovası çekirdeksiz üzüm bağlarında makro besin elementleri, toprak–bitki ilişkileri ve bağların beslenme durumu. Tarış Araş. Geliştirme Müdür. Proje No: Ar–Ge 001. İzmir.
- Kovancı, I., Atalay, I.Z., 1977. Çal bağlarında makro besin elementi ve toprak bitki ilişkileri. Bitki. 4 (2): 192–212.
- Lindsay, W.L., Norwel, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal. 42 (3): 421–428.
- Mulla, D.J., Mc Bratney, A.B., 2001. Soil spatial variability. Handbook of Soil Science CRS. Pres: 321–352.
- Nelson, D.W., Sommer, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. (Eds: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney), American Society of Agronomy, Madison, WI, 539–579 pp.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean. L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with NaHCO₃. USDA Cir. 939. U.S. Government Printing Office. Washington DC.
- Olsen, S.R., Dean, L.A., 1965. Phosphorus, Ed. C.A. Black, In: Methods of Soil Analyses, Part II American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA: 1035–1049.
- Ozbek, N., 1975. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ankara Ü. Zir. Fak. Yay.: 54, Ders Kitabı: 180, A. Ü. Basımevi, Ankara. 196 s.

- Rauterberg, E., Kremkus, F., 1951. Bestimmung Von Gesamt Humus und Alkalischen Humusstoffen in Boden. Z. fur Pflanaenernaehrung Düngung und Bodenkunde, Verlag Chemie, Gmbh, Weinheim.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook 60, Washington D. C. 159 pp.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manuel. U.S. Department Griculture Handbook, U.S. Government Printing Office, Washington. USA. 203 pp.
- Tewari, P.K., Kumar, P., Sharma, P.N., 2006. Magnesium deficiency induced oxidative stress and antioxidant responses in mulberry plants. *Scientia Horticulturae*. 108 (1): 7–14.
- TUIK, 2017. <http://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul.>, (Available from: 29.03.2017).
- Turan, M.A., Katkat, A.V., Ozsoy, G., Taban, S., 2010. Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 24 (1): 115–130.
- Ulgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209. Teknik Yayınlar No: 66. 230 s. Ankara.
- Uzun İ., 2011. Bağcılık El Kitabı. Hasad Yayıncılık, İstanbul
- Viets, F.W., Grand, Lindsay, L., 1973. Testing soils for zine, copper manganese and iron, soil testing and plant analysis. (ed) Walsh L.M. and Beaton J.O, Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison Wisconsin, USA. 153–172 pp.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A., 1974. General viticulture. University of California Press. Berkeley. ISBN: 9780520025912. 710 pp.
- Yağmur B., Ceylan Ş., Oktay M., 2002. Çinko gübrelemesinin çekirdeksiz üzümde (*vitis vinifera* L. cv. Sultani çekirdeksiz) verime etkisi. *E. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 39(2): 111-117, Bornova, İzmir.
- Yener, H., Aydın, Ş., Gülec, I., 2002. Alaşehir yöresi Kavaklıdere bağlarının beslenme durumu. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 12 (2): 110–138.
- Zengin, M. Özbahçe, A., 2011. Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. 1. Atlas Akademi Yay. No: 04, Konya. 167.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Bingöl İli Silajlık Mısır Üretim Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Ekonomik Analizi

Mehmet Ayçiçek¹ 

Ersin Karakaya^{2*} 

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bingöl, Türkiye

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bingöl, Türkiye

*Sorumlu yazar: karakayaersin@hotmail.com

Geliş Tarihi: 19.09.2022

Kabul Tarihi: 15.11.2022

Öz

Bu araştırma; Bingöl ili silajlık mısır üreten işletmelerin ekonomik analizini yaparak, mevcut durumu ortaya çıkarmak, üreticilerin sosyo-ekonomik durumlarını ve kültürel durumlarını belirlemek ve silajlık mısır yetiştiriciliğinin gelişebilmesi için önerilerde bulunmak amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın temel verilerini Bingöl ili Merkez ilçesine bağlı köylerden Nisan-Haziran 2022 tarihleri arasında basit tesadüfî örnekleme yöntemi ile belirlenen gayeli olarak silajlık mısır üreten 62 işletmeden anket yoluyla toplanan veriler oluşturmuştur. Araştırma bulgularına göre; tüm işletmelerde ekilen alan ortalama 42.8 da olarak hesaplanmıştır. Anket yapılan çiftçilerin silajlık mısır yetiştirme amaçlarına bakıldığında; geçim amacı %74.6, kolay olması %100, karlı olması %28.6 ve işgücünün az olması ise %79.4 olarak belirlenmiştir. Anket yapılan çiftçilerin %93.7'sinin destek aldığı belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde ortalama verim miktarı 4468.2 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Gayrisafî üretim değeri işletmeler ortalamasında 1546.9₺ olarak hesaplanmıştır. 1 kg silajlık mısırın üretim maliyeti 0.18₺ olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde ortalama brüt kar; 846.6, net kar ise 720.4 olarak bulunmuştur. 1 kg ürün net kârı; işletmeler ortalamasında 0.16₺ olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak; devlet desteğinin devam etmesi, silajlık mısır yetiştiriciliği ile ilgili teknik bilgilerinin çiftçilere verilmesi ve üretim aşamasında girdilerin optimum seviyede kullanılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Silajlık mısır, üretim maliyeti, brüt kar, net kar, Bingöl.

Current Situation and Economic Analysis of Silage Corn Production Activity in Bingol Province Abstract

This study was conducted in order to reveal the current situation, to determine the socio-economic and cultural conditions of the producers, and to make suggestions for the development of silage corn cultivation by making an economic analysis of the enterprises producing silage corn in Bingol province. The basic data of the research consisted of the data collected through a questionnaire from 62 enterprises producing silage corn for the purpose determined by simple random sampling method between April and June 2022, from the villages of the Merkez district of Bingol province. According to the research findings; The average cultivated area in all enterprises was calculated as 42.8 decare. Considering the objectives of the surveyed farmers for growing silage corn; subsistence aim is 74.6%, easy 100%, profitable 28.6% and labor force 79.4%. It was determined that 93.7% of the surveyed farmers received support. The average yield amount in the examined enterprises was determined as 4468.2 kg da⁻¹. The gross production value was calculated as 1546.9₺ in the average of the enterprises. Production cost of 1 kg of silage corn was determined as 0.18₺. Average gross profit in the examined enterprises; 846.6, net profit was found as 720.4. 1 kg of product net profit; It was calculated as 0.16 on the average of the enterprises. As a result; it is necessary to continue the state support, to give the technical information about corn cultivation to the farmers and to use the inputs at the optimum level during the production phase.

Keywords: Silage corn, production cost, gross profit, net profit, Bingol.

Giriş

Mısır; yetiştiriciliği bütün iklim çeşitlerine uygun olduğu için, neredeyse dünyanın bütün ülkelerinde az ya da çok tarımı yapılan Türkiye'ye ise kuzey Afrika üzerinden giren ve yetiştiriciliği

yapılan ender bir bitkidir. Beslenmede, hayvan yemi olarak ve sanayinin çeşitli sektörlerinde hammadde olarak kullanılabilmesinden dolayı birçok ülkenin tarımsal ürün deseninde yer almaktadır (Babaoğlu, 2022). Yem amaçlı kullanımındaki artışın devam ettiği belirlenirken, bir diğer önemli kullanım alanı olan biyoyakıt üretiminde ise bazı ülkelerde yüksek miktarda hacme ulaşılmış olmakla birlikte, otomotiv endüstrisinin hibrit ve elektrikli motorlara yöneliminin, mısır üretimini etkileyebileceği düşünülmektedir (TEPGE, 2021).

Dünya mısır verilerine bakıldığında 2016/2017 yılında 194.966 bin ha olan mısır alanı 2020/2021 yılında %2 artarak 198.811 bin ha olarak, 5.8 ton/ha olan verim değeri %2.6 azalarak 5.65 ton/ha ve üretim ise 1.127.843 ton iken %0.4 azalarak 1.122.803 ton olarak gerçekleşmiştir. 2020/2021 üretim döneminde dünya mısır alanındaki artışa rağmen mısır üretimi ve veriminde azalma yaşanmıştır. Daha önceki yıllarda olduğu gibi 2020/2021 üretim döneminde de mısır üretim ve ekim alanında en önemli ülkeler ABD, Çin ve Brezilya olarak belirlenmiştir. ABD en büyük ihracatçı ülke iken Çin ise en büyük ithalatçı ülke konumundadır. Türkiye mısır verileri tablo 2’de verilmiştir. 2016/2017 üretim döneminde 6.800 bin da olan ekim alanı 2020/2021 yılında %2 artarak 6.916 bin da, 941 kg da⁻¹ olan mısır verimi %0.1 azalarak 940 kg da⁻¹ ve üretim değeri ise 6.400 ton iken %1.6 artarak 6.500 ton olarak gerçekleşmiştir. Mısır ekim alanının 2020/2021 yılında artması mısır üretiminde de artışa neden olurken mısır veriminde çok az bir düşüş gerçekleşmiştir. Mısır üretiminde Konya, Şanlıurfa ve Adana illeri ilk sırada yer alırken, Türkiye’nin mısırdaki kendine yeterlilik oranı 2021 yılı itibarıyla %85 olarak belirlenmiştir (TEPGE, 2021).

Bingöl’de son yıllarda yapılan birçok kamu-özel sektör yatırımlarından biri olan Türkiye ve Avrupa’nın en büyük süt sığırcılığı işletmesi olacak olan SÜTAŞ Entegre tesislerinin inşa edilmesiyle süt sığırcılığına olan yönelim hızlı bir ivme kazanmıştır. Bu yönelimle birlikte Bingöl ilinde kaliteli kaba yem üretim ihtiyacı da artmıştır. Bingöl ili yem bitkisi üretimi 2017’de 77 bin dekar alanda 288 bin ton iken, 2021’de 101 bin dekar alanda 382 bin tona yükselmiştir. Özellikle silajlık mısır üretimi 2017 yılında 3 bin 140 dekar alanda 14 bin ton iken, bu rakam 2021 yılında 14 bin dekar alanda 65 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Yürütülen çalışmalar ve verim öngörülerine göre 2022 yılında 18 bin dekar alanda 80 bin ton civarında bir silajlık mısır üretimi gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2022). Hayvan beslemede (özellikle süt sığırcılığında) faydalanılabilecek en önemli kaliteli kaba yem kaynağı mısır silajıdır. Gerek yem amaçlı kullanımı gerek se biyoyakıt üretiminde artan kullanımından dolayı önem kazanan mısır üretimi için Türkiye’de ekonomik analiz ve maliyet belirlemek üzere birçok çalışma yapılmıştır (Taşdan, 2005; Akay Tuvaç ve Dağdemir, 2009; Alemdar ve ark., 2014; Çarkacı ve ark., 2016; Yıldız, 2016; Paksoy ve Ortasöz, 2018; Demirtaş, 2019; Aydın ve ark., 2020; Doğan ve Külekçi, 2020). Yerelde yürütülecek araştırmalara özellikle gereksinim vardır.

Bu çalışma; Bingöl ili silajlık mısır üreten işletmelerin ekonomik analizini yaparak, mevcut durumu ortaya çıkarmak, üreticilerin sosyo-ekonomik durumlarını ve kültürel durumlarını belirlemek ve silajlık mısır yetiştiriciliğinin gelişebilmesi için önerilerde bulunmak amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın birincil verilerini Bingöl ili Merkez ilçesine bağlı köylerden Nisan- Haziran 2022 tarihleri arasında yapılan anketlerden sağlanan veriler oluşturmuştur. Anketlerin tamamı silajlık mısır üreten işletmelerden gayeli olarak seçilmiştir. Çalışmanın ikincil verilerini ise; Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtları ile konu ile ilgili yapılan birçok araştırma, çeşitli kurum ve kuruluşlardan sağlanan veriler oluşturmuştur. Dane ve silajlık mısır yetiştiriciliği yüksek oranda (%93.2) Bingöl merkez ilçede yapıldığı için araştırma kapsamına merkez ilçesi alınmıştır.

Bingöl ili merkez ilçede mısır yetiştiren işletmeler araştırmanın ana kitlesini oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü hesaplanırken %10 hata seviyesi dikkate alınmıştır. Tarım ekonomisi alanında yapılan bilimsel araştırmalarda örnekleme birimi olarak işletme arazisi dikkate alınmaktadır. İşletmelerin 2017 yılında silajlık mısır yetiştiriciliğine ayırdıkları arazi büyüklüğü ölçütü esas alınarak araştırmanın popülasyonu oluşturulmuştur. Anket yapılacak işletme sayısı, “basit tesadüfi örnekleme” yöntemiyle tespit edilmiştir (Güneş ve Arıkan, 1988). Bu yöntemde popülasyonu meydana getiren tüm birimlerin örneğe katılma şansı eşit olduğundan yöntem kısıtsız örnekleme olarak da isimlendirilmektedir. Örnek istatistiklerin belirlenmesinde bütün birimlerin eşit ağırlıkta olduğu varsayılmaktadır. Popülasyonun küçük olduğu ve örnekleme birimlerinin kolay ve ucuz olarak elde

edildiği şartlarda, bu yöntemin kullanımı uygundur. Ayrıca popülasyon birimlerinin dar bir sahada olduğu zamanda, bu yöntemin kullanımı pratiktir (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n=(N * \sigma^2)/(N - 1)D + \sigma^2)=(124 * 16.84)/(123[(12.15 * 0.05^2)/1.65^2] + 16.84)=62 (1)$$

Formülde,

n = Anket yapılacak işletme sayısı,

N= Popülasyondaki işletme sayısını (popülasyon Bingöl ili merkez ilçesinde yer alan gayeli olarak belirlenen köylerdeki toplam işletme sayısı: 124 adet) ,

σ^2 = Popülasyonu meydana getiren işletmelerin mevcut arazi genişliğinin varyansını,

D = (d^2/z^2) değeri olup;

d = Örnek ortalaması ile popülasyon ortalaması arasındaki farkın hata payını,

Z = Hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki z değerini göstermektedir (Miran, 2002).

Anket uygulaması yapılacak işletme sayısı yukarıda verilen basit tesadüfi örnekleme yönteminden yararlanılarak %95 güven aralığı ve %5 hata payı ile 62 olarak belirlenmiştir. İşletmelerde muhasebe kayıtları tutulmadığından, belirlenen işletmelerle anket aşamasında yüz yüze görüşme sağlanmış ve daha önceden hazırlanan sorularla beraber ucu açık sorular da sorulmuştur.

Yöntem

Yürütülen çalışmada anketlerden elde edilen veriler uygun olan istatistik paket programına yüklenmiştir. Sorulan sorulara karşı verilen cevaplarının frekans ve oranları hesaplanmıştır. Oluşturulmuş olan işletme gruplarının silajlık mısır yetiştiriciliğinde yapmış oldukları Toplam Değişken Masraf (TDM), Toplam Sabit Masraf (TSM) ve Toplam Üretim Masraf (TÜM)'ları ve 1 kg mısır üretiminin maliyeti hesaplanmıştır. İşletmelerde

- 1) tohum,
 - 2) geçici işçi ücretleri,
 - 3) gübre ve ilaç masrafları,
 - 4) toprak işleme,
 - 5) gübreleme ve ilaçlamada harcanan mazot masrafı,
 - 6) hasat ve nakliye giderleri ve
 - 7) Döner Sermaye Faizi (%5) TDM'yi oluşturan kalemler olarak belirlenmiştir.
- İşletmelerde TSM'yi oluşturan unsurlar ise;

- 1) tarla kirası,
- 2) sermaye faizi ve
- 3) Genel idare Girdileri (%3) olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca işletme gruplarının işçilik masrafları, günlük ücret karşılığı olduğu tespit edilmiş ve masraf kalemlerine eklenmiştir. İşçi kullanmayan işletmeler ortalamaya dahil edilmemiştir. TDM, TSM hesaplanmış ve toplamı TÜM'yü oluşturmuştur. Böylece TDM ve TSM'nin TÜM'ün içindeki payı hesaplanmıştır.

Dane ve silajlık mısırın Gayri Safi Üretim Değeri= birim alandan alınan ürün miktarı X o ürünün birim fiyatı eşitliğiyle bulunmuştur. Böylece işletmelerin silajlık mısırdaki GSÜD'ye bakılmış; brüt kar ve net kar aşağıdaki formüllerdeki gibi hesaplanmıştır.

$$GSÜD - TDM = \text{Brüt kar}$$

$$GSÜD - TSM = \text{Net kar}$$

Bu çalışmada silajlık mısır üretim maliyeti hesaplaması aşağıda gösterilmiştir.

Kira ile tutulan araziler için fiilen ödenen kira bedeli ve mülk arazide ise alternatif kira bedeli esas alınmıştır.

Genel idare giderleri işletmenin sevk ve idaresi ile işletmenin bütün üretim faaliyetlerini kapsayan ortak hizmetler için yapılan masraflardan oluşmakta ve değişen masraflar toplamının %3'ü alınarak hesaplanmıştır (Kıral ve ark., 1999).

Mısır üretimi yapabilmek için kullanılan girdilerin masrafları; ilaç-tohum ve gübre masrafı olarak belirlenmiştir.

Gübreleme-ilaçlama-sulama ve toprak bakım masrafı, işletmelerin üretimden hasada kadar yapılan bütün mekanizasyon ve bakım işlerinde harcanan mazot masrafıdır.

Bazı işletmelerin yabancı işgücü kullanımından dolayı ortaya çıkan masraf; işçilik masrafı olarak hesaplanmıştır.

İşletmelerin ürün hasadından sonra ürünü pazara ulaştırırken ortaya çıkan masraf; nakliye masrafı olarak hesaplanmıştır.

Hasat işleminin yapıldığı arazinin miktarına göre yapılan masraf Hasat masrafı olarak hesaplanmıştır.

Çeşitli girdilerin masrafı, mısır üretimi aşamasında kullanılan girdilerin dışında ihmal edilen masrafları oluşturmaktadır. TDM'nin %5'i alınarak hesaplanmaktadır.

Döner Sermaye Faizi, mısır üretiminde yapmış oldukları masrafa karşılık paranın fırsat maliyetini ifade etmekte ve TDM'nin %5'i alınarak hesaplanmıştır (Kıral ve ark., 1999).

Silajlık mısır yetiştiren işletmelerde kullanılan işgücü; yaş ve cinsiyet yönünden farklılıkları ortadan kaldırmak için EİB'ne (Erkek İş Birimi) çevrilmiştir. Mevcut aile iş gücünü EİB' ne çevirmede kullanılan katsayılar Çizelge 1'de verilmiştir (Kızıloğlu, 1991; Karagölge, 2001; Dağdemir, 2004; Dağdemir, 2005; Tuvanç, 2009; Doğan ve Külekçi, 2020).

Table 1. Coefficients Used in Converting Labor Force to EİB
Çizelge 1. İşgücünü EİB' ne Çevirmede Kullanılan Katsayılar

Yaş	Erkek	Kadın
07-14	0.50	0.50
15-49	1.00	0.75
50+..	0.75	0.50

Brüt üretim değeri, işletmenin bir üretim döneminde ürettiği asıl ve yan ürünlerin üretiminden sağladığı değerdir. Başka bir ifadeyle, bir teşebbüsten veya üretim dalından sağlanan ürünün kıymetidir (Karagölge, 2013; Doğan ve Külekçi, 2020). Brüt üretim değeri silajlık mısır üretimi sonucunda ortaya çıkan üretim miktarıyla, piyasa fiyatının çarpılmasıyla hesaplanmıştır (Tuvanç, 2009). Brüt kâr, işletmenin üretim kollarını kârlılık açısından karşılaştırmaya yarayan bir değerdir. Brüt kâr; brüt üretim değerinden o üretim dalına ait değişken masrafların çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır (Karagölge, 2013; Doğan ve Külekçi, 2020). Tüm hesaplamalar işletmeler ortalamasında birim alan üzerinden (dekar) yapılmıştır. Üretim miktarı dekara elde edilen verim ile ekilen alanın çarpımı sonucunda hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çiftçilerin Sosyo-Demografik Özellikleri

Anket yapılan çiftçilerin yaşları 28 ile 80 arasında değişmekle beraber çiftçilerin ortalama yaşı yaklaşık 48.5 yıl olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). İlkokul ve lise mezunu olan çiftçilerin oranı %30.6, ortaokul mezunu olan çiftçilerin oranı %37.1 ve üniversite mezunu olan çiftçilerin oranı ise %1.6 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Aydın vd (2020) tarafından Edirne'de yapılan çalışmada destek alan işletme yöneticilerinin yaş ortalaması 52.73, eğitim süresi ortalaması 7.27 yıl, Destek almayan işletme yöneticilerinin yaş ortalaması 53.59, eğitim süresi ortalaması 7.27 yıl, olarak belirlenmiştir. Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesinde yapılan bir çalışmada çiftçilerin %7.3'ü lisans, 12.7'i ortaöğretim ve %80'i ise ilköğretim mezunudur. Araştırma kapsamında ele alınan işletmelerde çiftçilerin yaşları 27 ile 77 arasında değişmekle beraber çiftçilerin ortalama yaşı yaklaşık 55 yıl olarak belirlenmiştir (Paksoy ve Ortasöz, 2018). Demirtaş (2019) tarafından Amasya'da yapılan çalışmada çiftçilerin yaş ortalaması 49, eğitim durumu ise %30 oranında ortaokul mezunu olarak belirlenmiştir. Çalışma bulguları diğer çalışma bulguları ile benzer sonuç ortaya koymuştur.

Table 2. Age of the surveyed farmers
Çizelge 2. Anket yapılan çiftçilerin yaşı

Tanımlayıcı istatistikler	Yaş
Sayı	62
Ortalama	48.56
Standart sapma	8.21
varyans	67.52
Minimum	28
Maximum	80

Table 3. Educational status of the surveyed farmers
Çizelge 3. Anket yapılan çiftçilerin eğitim durumu

Eğitim durumu	Sayı	Oran (%)
İlkokul	19	30.6
Ortaokul	23	37.1
Lise	19	30.6
Üniversite	1	1.6
Toplam	62	100.0

Çiftçilerin Ekilen Alan Varlığı, Arazi Tasarruf Şekli Ve Üretim Şekli

Anket yapılan çiftçilerin %39.7'sinin ekilen alanı 25 da ve altında, %41.3'ünün 26-50 da arasında ve %19'unun ise 50 da ve üstünde olarak belirlenmiştir. Tüm işletmelerde ekilen alan ortalama 42.8 da olarak hesaplanmıştır. Ekilen alan ortalaması 1. grup işletmelerde 19.6, 2. grup işletmelerde 34.6 ve 3. grup işletmelerde ise 108.7 da olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). Ekilen alan ortalamaları arasındaki fark işletme grupları itibariyle istatistiki olarak anlamlı bulunmuş, 3. grup işletmelerin diğer işletmelere göre daha yüksek ekilen alana sahip oldukları belirlenmiştir.

Table 4. Descriptive statistics of the cultivated area value by business groups
Çizelge 4. İşletme grupları itibariyle ekilen alan değerine ait tanımlayıcı istatistikler

İşletme grupları/Ekilen alan	Sayı	Oran (%)	Ortalama	Standart hata
1. grup (≤ 25 da)	25	39.7	19.6 ^a	0.99
2. grup (26-50 da)	26	41.3	34.6 ^a	1.03
3. grup (≥ 50 da)	12	19.0	108.7 ^b	25.09
Toplam	63	100.0	42.8	6.23
F ve p değeri	23.92 ve 0.000			

a, b: aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p \leq 0,05$).

Anket yapılan işletmeler genelinde mülk arazinin oranı %66.6, kira arazisinin oranı ise %33.3 olarak belirlenmiştir. Arazinin tasarruf şeklinin mülk olma oranı 1. grup işletmelerde %45.2, 2. grup işletmelerde %28.6 ve 3. grup işletmelerde ise %26.2 olarak belirlenmiştir. Arazinin tasarruf şeklinin kira olma oranı 1. grup işletmelerde %28.6, 2. grup işletmelerde %66.7 ve 3. grup işletmelerde ise %4.8 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Arazi tasarruf şekli ile işletme grupları arasında istatistiki olarak önemli ilişki olduğu ve arazi tasarruf şeklinin işletme gruplarına bağımlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Table 5. The relationship between land saving methods by business groups
Çizelge 5. İşletme grupları itibariyle arazi tasarruf şekli arasındaki ilişki

Ekilen alan (da)	Mülk		Kira	
	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
≤25	19	45.2	6	28.6
26-50	12	28.6	14	66.7
≥50	11	26.2	1	4.8
Toplam	42 (%66.6)	100	21 (%33.7)	100
Ki kare ve p değeri	9.278 ve 0.010			

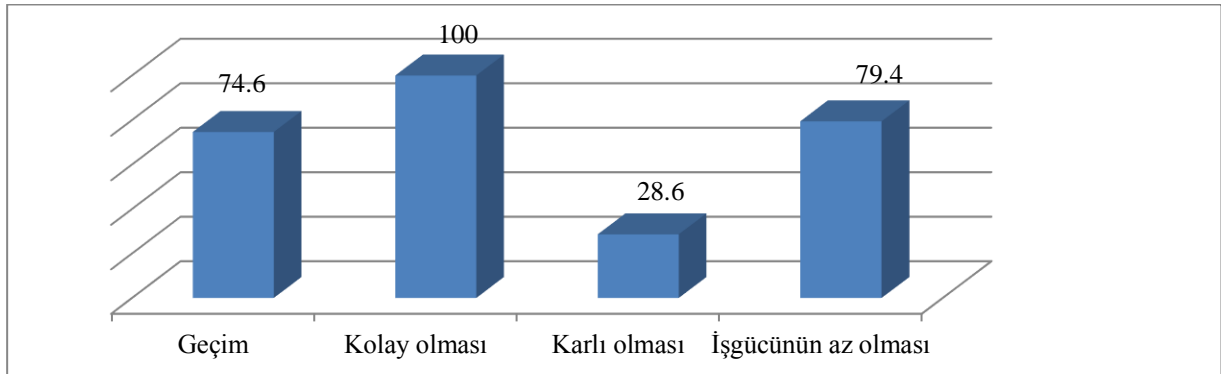
Anket yapılan işletmelerde genel ortalama itibariyle %60.3 oranında serbest, %39.7 oranında ise sözleşmeli üretim yapıldığı belirlenmiştir. Üretim şeklinin serbest olma oranı 1. grup işletmelerde %42.1, 2. grup işletmelerde %36.8 ve 3. grup işletmelerde ise %21.1 olarak belirlenmiştir. Üretim şeklinin sözleşmeli olma oranı 1. grup işletmelerde %36, 2. grup işletmelerde %48 ve 3. grup işletmelerde ise %16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Üretim şekli ile işletme grupları arasında istatistiki olarak önemli ilişki olmadığı ve üretim şeklinin işletme gruplarına bağımlı olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Table 6. The relationship between the mode of production by business groups
Çizelge 6. İşletme grupları itibariyle üretim şekli arasındaki ilişki

Ekilen alan (da)	Serbest		Sözleşmeli	
	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
≤25	16	42.1	9	36
26-50	14	36.8	12	48
≥50	8	21.1	4	16
Toplam	38 (%60.3)	100	25 (%39.7)	100
Ki kare ve p değeri	0.799 ve 0.671			

Çiftçilerin Silajlık Mısır Yetiştirme Amacı

Anket yapılan çiftçilerin silajlık mısır yetiştirme amaçları şekil 1’ de oransal olarak verilmiştir. Geçim amacı %74,6, kolay olması %100, karlı olması %28,6 ve işgücünün az olması ise %79,4 olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Birden fazla seçenek işaretlendiği için toplam 100’ü geçmektedir.

Figure 1. The purpose of the farmers to grow silage corn

Şekil 1. Çiftçilerin silajlık mısır yetiştirme amacı

Çiftçilerin Destek Alma Durumu ve Aldıkları Destek Türü

Anket yapılan çiftçilerin %93,7’sinin destek aldığı ve destek alan çiftçilerin tamamının ise 120 ₺ da⁻¹ mazot + gübre desteği aldıkları sonucu saptanmıştır

Sulama İhtiyacının Karşılama Durumu

İncelenen işletmelerin tamamında mısırdaki sulama ihtiyacının karık sulama şeklinde karşılandığı tespit edilmiştir. Bu durum bize sulu tarım ürünü olan mısır ekimin bölgedeki sulama kanalının ve diğer sulu tarım arazilerinin etkisiyle mısır tarımının kolay yapılabildiğinin göstergesidir.

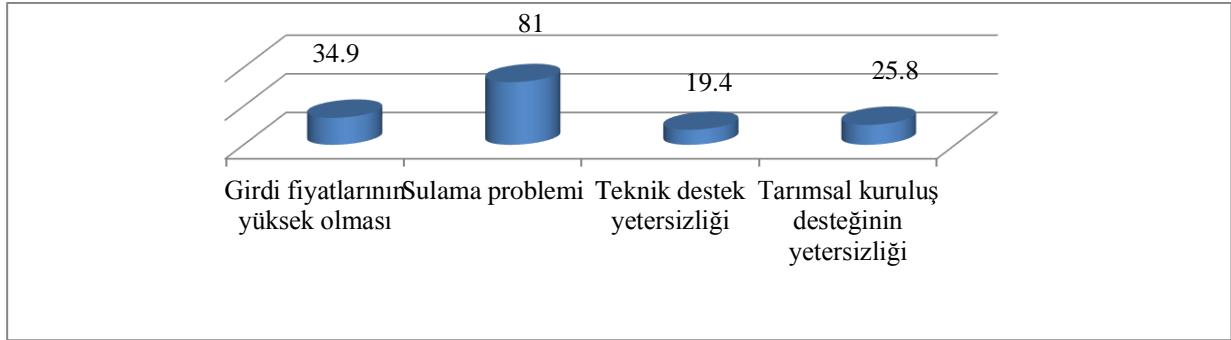
İşletme grupları itibariyle sulama sayısına bakıldığında işletmeler ortalamasında 6.29 defa sulama yapılırken bu değer 1. grup işletmelerde 6.20, 2. grup işletmelerde 6.58 ve 3. grup işletmelerde ise 5.83 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7). İşletme grupları itibariyle sulama sayısı ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Table 7. Number of irrigation according to enterprise groups
Çizelge 7. İşletme gruplarına göre sulama sayısı

İşletme grupları/Ekilen alan	Ortalama	Standart hata
1. grup (≤ 25 da)	6.20	0.19
2. grup (26-50 da)	6.58	0.27
3. grup (≥ 50 da)	5.83	0.16
İşletmeler ortalaması	6.29	0.14
F ve p değeri	1.964 ve 0.149	

Çiftçilere Göre Silajlık Mısır Üretim Sorunları

Anket yapılan çiftçilere göre silajlık mısır üretiminin %81 oranında sulama, %34.9 oranında girdi fiyatlarının yüksek olması, %25.8 oranında tarımsal kuruluş desteğinin yetersizliği ve %19.4 oranında ise teknik destek yetersizliği gibi sorunları olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Sermayenin düşük olması ve pazarlama gibi sorunlar anket yapılan çiftçiler tarafından işaretlenmemiştir.



Birden fazla seçenek işaretlendiği için toplam 100'ü geçmektedir.

Figure 2. Problems of silage corn production

Şekil 2. Silajlık mısır üretiminin sorunları

İncelenen İşletmelerde Çalıştırılan İşçi Sayısı Ve Çalışılan Gün Sayısı

İncelenen işletmeler ortalamasında 2.05 adet işçi çalıştırıldığı belirlenirken bu değer 1. grup işletmelerde 2.56, 2. grup işletmelerde 1.46 ve 3. grup işletmelerde ise 2.25 olarak belirlenmiştir. İşletmeler ortalamasında 10.22 gün çalışıldığı belirlenirken bu değer 1. grup işletmelerde 11.88, 2. grup işletmelerde 9.12 ve 3. grup işletmelerde ise 9.17 olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). İşçi sayısı ve çalışılan gün sayısı ortalamaları arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Table 8. Number of workers employed and number of days worked in the surveyed enterprises
Çizelge 8. İncelenen işletmelerde çalıştırılan işçi sayısı ve çalışılan gün sayısı

İşletme grupları/Ekilen alan	İşçi sayısı ortalama	Standart hata	Çalışılan gün sayısı ortalama	Standart hata
1. grup (≤ 25 da)	2.56	0.66	11.88	1.35
2. grup (26-50 da)	1.46	0.10	9.12	0.77
3. grup (≥ 50 da)	2.25	0.35	9.17	0.80
İşletmeler ortalaması	2.05	0.27	10.22	0.65
F ve p değeri	1.660 ve 0.199		2.162 ve 0.124	

İncelenen İşletmelerde Kullanılan Tohum ve Gübre Miktarı (kg da⁻¹)

İncelenen işletmeler için ortalama olarak kullanılan tohum miktarının 2.90 kg da⁻¹ olduğu belirlenirken bu değer 1. grup işletmelerde 2.50, 2. grup işletmelerde 3.25 ve 3. grup işletmelerde ise 3 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. 2. grup ve 3. grup işletmelerin istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve 1. grup işletmelere göre daha fazla tohum kullandıkları belirlenmiştir. Kullanılan gübre miktarı ortalaması 1. grup işletmeler için 46.6, 2. grup işletmeler için 44.2 ve 3. grup işletmeler için ise 64.4 kg da⁻¹ olarak hesaplanmış 1. grup ve 2. grup işletmelerin istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve 3. grup işletmelerden daha az gübre kullandıkları belirlenmiştir. İncelenen işletmeler için kullanılan gübre miktarı ortalama 48.3 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 9).

Table 9. Amount of seeds and fertilizers used in the surveyed enterprises (kg da⁻¹)Çizelge 9. İncelenen işletmelerde kullanılan tohum ve gübre miktarı (kg da⁻¹)

İşletme grupları/Ekilen alan	Ortalama tohum miktarı	Standart hata	Ortalama gübre miktarı	Standart hata
1. grup (≤25 da)	2.50 ^a	0.170	46.6 ^a	3.185
2. grup (26-50 da)	3.25 ^b	0.176	44.2 ^a	3.484
3. grup (≥50 da)	3 ^b	0.000	64.4 ^b	8.352
İşletmeler ortalaması	2.90	0.106	48.3	2.491
F ve p değeri	6.076 ve 0.004		4.321 ve 0.018	

a, b: aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p≤0.05).

İncelenen İşletmelerde Kullanılan İlaç ve Gübre Türü

İncelen işletmelerde kullanılan gübre türü şekil 3'te verilmiştir. İşletmelerin %79.4'ünde taban + üre, %12.7'sinde üre, %6.3'ünde dal + taban ve %1.6'sında ise Diamonyum Fosfat (DAP) gübresinin kullanıldığı belirlenmiştir (Şekil 3). İncelenen işletmelerin tamamında herbisit ilacının kullanıldığı belirlenmiştir.

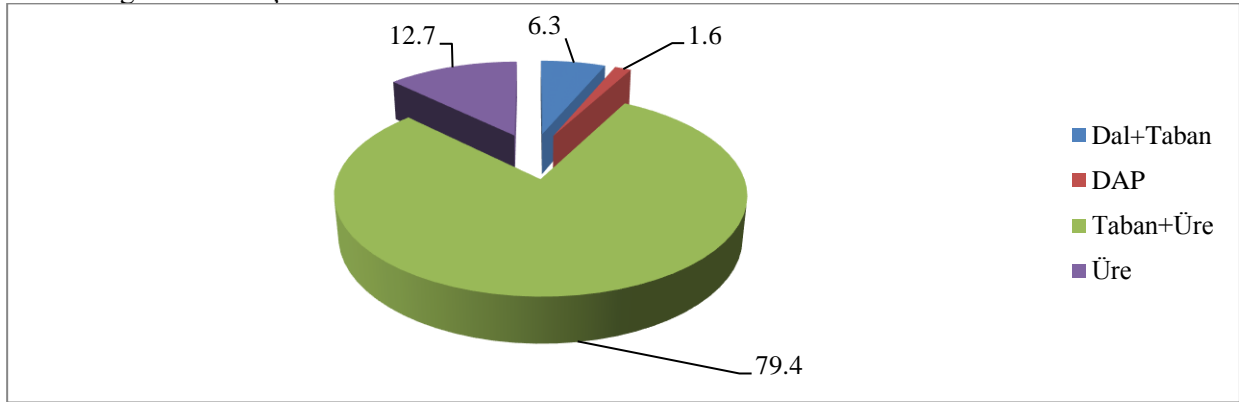


Figure 5. The type of pesticides and fertilizers used in the surveyed enterprises

Şekil 3. İncelenen işletmelerde kullanılan ilaç ve gübre türü

İncelenen İşletmelerde Verim, Üretim, Satılan Miktar ve Satış Fiyatına Ait Tanımlayıcı Değerler

İncelenen işletmelerde ortalama verim miktarı 4,468.25 kg da⁻¹ olarak belirlenir iken 1. grup işletmelerde bu değer 4,512. 2. grup işletmelerde 4,484.62 ve 3. grup işletmelerde ise 4,341.67 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İşletme grupları itibariyle incelendiğinde ortalama verim miktarının işletme alanı arttıkça azaldığı belirlenmiş fakat bu durumun istatistiki olarak önemli olmadığı sonucu saptanmıştır. Ortalama üretim miktarı işletmeler ortalamasında 203,325.00 kg da⁻¹ olarak belirlenirken bu değer 1. grup işletmelerde ortalama 101,180.00, 2. grup işletmelerde 158,788.46 ve 3. grup işletmelerde ise 512,625.00 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İşletme grupları itibariyle incelendiğinde ortalama üretim miktarının işletme alanı arttıkça arttığı belirlenmiş ve bu durumun istatistiki olarak önemli olduğu sonucu saptanmıştır. 3. grupta yer alan işletmelerde 1. grup ve 2. gruptaki işletmelere göre ortalama üretim miktarı daha yüksektir. İncelenen işletmelerde silajlık mısırın büyük oranda

satıldığı ve işletmeler ortalamasında satılan miktarın 242,346.15 kg da⁻¹ olduğu belirlenmiştir. 1. grup ve 2. grupta yer alan işletmeler istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve ortalama satılan miktarlar sırasıyla 97,500.00 ve 146,093.75 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. 3. grupta yer alan işletmelerde ise satılan miktar ortalama 485,125.00 kg da⁻¹ olarak diğer işletmelerden oldukça yüksek olarak bulunmuştur (Çizelge 10).

Table 10. Descriptive values of yield, production, quantity sold and sales price in the examined enterprises
Çizelge 10. İncelenen işletmelerde verim, üretim, satılan miktar ve satış fiyatına ait tanımlayıcı değerler

İşletme alan	İşletme grupları/Ekilen alan	Ortalama verim miktarı	Standart hata	Ortalama üretim miktarı	Standart hata	Ortalama satılan miktar	Standart hata
1. grup (≤25 da)		4,512.00	161.17	101,180.00 ^a	10,139.48	97,500.00 ^a	19,179.17
2. grup (26-50 da)		4,484.62	245.87	158,788.46 ^a	11,842.88	146,093.75 ^a	13,778.32
3. grup (≥50 da)		4,341.67	111.09	512,625.00 ^b	141,224.22	485,125.00 ^b	131,010.13
İşletmeler ortalaması		4,468.25	120.54	203,325.00	32,970.00	242,346.15	47,746.87
F ve p değeri		0.131 ve 0.877		15.729 ve 0.000		7.861 ve 0.001	

a, b: aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p≤0.05).

İncelenen İşletmelerde Silajlık Mısır Üretiminin Ekonomik Analizi

İncelenen işletmelerde işletmeler ortalaması için toplam değişen masraflar 661.12₺ olarak hesaplanmış ve toplam masraflar içindeki oranı ise yaklaşık olarak %80 olarak belirlenmiştir. Sabit masraflar toplamı ise ortalama 165.33₺ olarak hesaplanmış ve toplam masraflar içinde %20 pay aldığı belirlenmiştir. Değişen masraflar içinde gübreleme ve hasat masraflarının payının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde Gayri Safi Üretim Değeri (GSÜD) 1. gruptaki işletmeler için 1,559.34, 2. gruptaki işletmeler için 1,555.71 ve 3. Gruptaki işletmeler için ise 1,501.34₺ olarak hesaplanmıştır. GSÜD değeri işletmeler ortalamasında 1,546.90₺ olarak hesaplanmıştır. Kg Başı Silajlık Mısır Üretim Maliyeti 1. Grup işletmelerde 0.22, 2. Grup işletmelerde 0.19, 3. Grup işletmelerde 0.16 ve işletmeler ortalamasında ise 0.18₺ olarak bulunmuştur (Çizelge 11). Paksoy ve Ortasöz (2018) tarafından Kahramanmaraş'ta yürütülen çalışmada, silajlık mısır üreten işletmelerde; değişken masrafların toplam masraf içindeki payı %83.44, sabit masrafların ise %16.56 olarak belirlenmiştir. Gübreleme ve işçilik masrafının değişken masraflar içerisindeki en büyük paya sahip olduğu, bu masrafı diğer değişken masraflardan tohum, sulama ve işçiliği ile taşıma masraflarının takip ettiği belirlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada silajlık mısır ana ürün verimi ortalama 5,188.89 kg da⁻¹, 1 kg silajlık mısır maliyeti 0.11 ₺ kg⁻¹, satış fiyatı 0.122 ₺ kg⁻¹, devlet desteği 0.014 ₺ kg⁻¹ ve net kar ise 0.0136 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Table 11. Distribution of production costs in the examined enterprises
Çizelge 11. İncelenen işletmelerde üretim masraflarının dağılımı

Üretim işlemleri/işletme grupları	≤25 da		26-50 da		≥50 da		İ. Ort.	
	₺	%	₺	%	₺	%	₺	%
Toprak Hazırlığı								
Birinci sürüm	53.4	5.31	61.2	7.05	57.5	8.21	58.5	7.07
İkinci sürüm	29.2	2.90	30.3	3.49	29.3	4.18	29.9	3.61
Üçüncü sürüm	30.7	3.05	33.3	3.83	34.3	4.89	35.2	4.25
Ekim veya dikim	32.4	3.22	32.8	3.78	29	4.14	30.9	3.73
Bakım								
Gübreleme	261.9	26.05	140.4	16.18	121.8	17.39	146.1	17.67
Çapalama	30.3	3.01	88.6	10.21	33.5	4.78	51.3	6.20
Sulama	74.3	7.39	45.2	5.21	48.7	6.95	54.6	6.60
İlaçlama	1.12	0.11	3.83	0.44	2.98	0.42	2.92	0.35
Hasat Harman								
Hasat (biçme)	189.7	18.87	176.4	20.34	131.7	18.81	169.7	20.53
Taşıma	91.8	9.13	55.4	6.38	24.1	3.44	50.6	6.12
Döner Sermaye Faizi	39.7	3.95	33.3	3.83	25.6	3.65	31.4	3.79
A) Değişen Masraflar Toplamı	834.52	83.03	700.73	80.79	538.48	76.91	661.12	79.99
Genel idare gideri (A*%3)	25.03	2.49	21.02	2.42	16.15	2.30	19.83	2.39
Tarla kirası	145.50	14.47	145.50	16.77	145.50	20.78	145.50	17.60
B) Sabit Masraflar Toplamı	170.53	16.96	166.52	19.20	161.65	23.08	165.33	20.01
C) Üretim Masrafları Toplamı (A+B)	1005.05	100	867.25	100	700.13	100	826.45	100
D) Silajlık Mısır Verimi (kg da ⁻¹)	4512.00		4484.62		4341.67		4468.25	
E) Silajlık Mısır Satış Fiyatı (₺ kg ⁻¹)	0.3456		0.3469		0.3458		0.3462	
F) Gayri Safi Üretim Değeri (₺ da ⁻¹) (D*E)	1559.34		1555.71		1501.34		1546.90	
Kg Başlı Silajlık Mısır Üretim Maliyeti (ÜM/D)		0.22		0.19		0.16		0.18

İ. Ort.: İşletmeler ortalaması

İncelenen İşletmelerin Karlılık Durumu

İncelenen işletmeler için brüt kar; 1. gruptaki işletmelerde 724.82, 2. gruptaki işletmelerde 854.98, 3. gruptaki işletmelerde 962.86 ve işletmeler ortalamasında ise 885.78 olarak bulunmuştur. Net kar; 1. gruptaki işletmelerde 554.29, 2. gruptaki işletmelerde 688.46, 3. gruptaki işletmelerde 801.21 ve işletmeler ortalamasında ise 720.45 olarak hesaplanmıştır. 1 kg ürün net kârı; 1. gruptaki işletmelerde 0.12, 2. gruptaki işletmelerde 0.15, 3. gruptaki işletmelerde 0.18 ve işletmeler ortalamasında ise 0.16 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 12). Akay Tuvanç ve Dağdemir (2009) tarafından Erzurum'da gerçekleştirilen araştırmada, 1 kg silajlık mısırın maliyeti 0.066₺, brüt marj ortalama 52.32 ₺ da⁻¹ ve net gelir -20.72 ₺ da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Devlet desteği çıkarıldığında ise 1 kg silajlık mısır maliyeti 0.051₺, brüt marj 62.68 ₺ da⁻¹ ve net gelir 55.95 ₺ da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Kahramanmaraş'ta yapılan bir çalışmada silajlık mısır verimi 5,188.89 kg da⁻¹, maliyet 0.11 ₺ kg⁻¹, satış fiyatı 0.122 ₺ kg⁻¹ ve net kar ise 0.0136 ₺ kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Paksoy ve Ortasöz, 2018).

Table 12. The profitability status of the examined enterprises
Çizelge 12. İncelenen işletmelerin karlılık durumu

Karlılık Durumu	İşletme grupları			
	≤25 da	26-50 da	≥50 da	İ. Ort.
Gayrisafi Üretim Değeri (₺ da ⁻¹)	1559.34	1555.71	1501.34	1546.90
Değişen Masraflar (₺ da ⁻¹)	834.52	700.73	538.48	661.12
Üretim Masrafları Toplamı (₺ da ⁻¹)	1005.05	867.25	700.13	826.45
Brüt Kâr (₺ da ⁻¹)	724.82	854.98	962.86	885.78
Net Kâr (₺ da ⁻¹)	554.29	688.46	801.21	720.45
Verim (kg da ⁻¹)	4512.00	4484.62	4341.67	4468.25
1 kg Ürün Maliyeti (₺ kg ⁻¹)	0.22	0.19	0.16	0.18
1 kg Ürün Fiyatı (₺ kg ⁻¹)	0.34	0.34	0.34	0.34
1 kg Ürün Net Kârı (₺ kg ⁻¹)	0.12	0.15	0.18	0.16

Sonuç ve Öneriler

Anket yapılan çiftçilerin yaşları 28 ile 80 arasında değişmekle beraber çiftçilerin ortalama yaşı yaklaşık 48.5 yıl olarak belirlenmiştir. İlkokul ve lise mezunu olan çiftçilerin oranı %30.6, ortaokul mezunu olan çiftçilerin oranı %37.1 ve üniversite mezunu olan çiftçilerin oranı ise %1.6 olarak belirlenmiştir.

Anket yapılan çiftçilerin %39.7'sinin ekilen alanı 25 da ve altında, %41.3'ünün 26-50 da arasında ve %19'unun ise 50 da ve üstünde olarak belirlenmiştir. Tüm işletmelerde ekilen alan ortalama 42.8 da olarak hesaplanmıştır. Ekilen alan ortalamaları arasındaki fark işletme grupları itibariyle istatistiki olarak anlamlı bulunmuş, 3. gruptaki işletmelerin diğer işletmelere göre daha yüksek ekilen alana sahip oldukları belirlenmiştir.

Anket yapılan işletmeler genelinde mülk arazinin oranı %66.6, kira arazisinin oranı ise %33.3 olarak belirlenmiştir. Arazi tasarruf şekli ile işletme grupları arasında istatistiki olarak önemli ilişki olduğu ve arazi tasarruf şeklinin işletme gruplarına bağımlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Anket yapılan işletmelerde genel ortalama itibariyle %60.3 oranında serbest, %39.7 oranında ise sözleşmeli üretim yapıldığı belirlenmiştir. Üretim şekli ile işletme grupları arasında istatistiki olarak önemli ilişki olmadığı ve üretim şeklinin işletme gruplarına bağımlı olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Anket yapılan çiftçilerin silajlık mısır yetiştirme amaçları incelendiğinde; geçim amacı %74.6, kolay olması %100, karlı olması %28.6 ve işgücünün az olması ise %79.4 olarak belirlenmiştir.

Anket yapılan çiftçilerin %93.7'sinin destek aldığı ve destek alan çiftçilerin tamamının ise 120 ₺ da⁻¹ mazot + gübre desteği aldıkları sonucu saptanmıştır.

İncelenen işletmelerin tamamında mısırdaki sulama ihtiyacının karık sulama şeklinde karşılandığı tespit edilmiştir. Bu durum bize sulu tarım ürünü olan mısır ekimin bölgedeki sulama kanalının ve diğer sulu tarım arazilerinin etkisiyle mısır tarımının kolay yapılabildiğinin göstergesidir. İşletme grupları itibariyle sulama sayısına bakıldığında işletmeler ortalamasında 6.29 defa sulama yapılırken, işletme grupları itibariyle sulama sayısı ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Anket yapılan çiftçilere göre silajlık mısır üretiminin %81 oranında sulama, %34.9 oranında girdi fiyatlarının yüksek olması, %25.8 oranında tarımsal kuruluş desteğinin yetersizliği ve %19.4 oranında ise teknik destek yetersizliği gibi sorunları olduğu belirlenmiştir. Sermayenin düşük olması ve pazarlama gibi sorunlar anket yapılan çiftçiler tarafından işaretlenmemiştir.

İncelenen işletmeler ortalamasında 2.05 adet işçi çalıştırıldığı, işletmeler ortalamasında 10.22 gün çalışıldığı belirlenmiştir. İşçi sayısı ve çalışılan gün sayısı ortalamaları arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

İncelenen işletmeler için ortalama olarak kullanılan tohum miktarının 2.90 kg da⁻¹ olduğu belirlenirken bu değer 1. gruptaki işletmelerde 2.50, 2. gruptaki işletmelerde 3.25 ve 3. gruptaki işletmelerde ise 3 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. 2. gruptaki ve 3. gruptaki işletmelerin istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve 1. gruptaki işletmelere göre daha fazla tohum kullandıkları belirlenmiştir.

Kullanılan gübre miktarı ortalaması 1. gruptaki işletmeler için 46.6, 2. gruptaki işletmeler için 44.2 ve 3. gruptaki işletmeler için ise 64.4 kg da⁻¹ olarak hesaplanmış 1. gruptaki ve 2. gruptaki işletmelerin istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve 3. gruptaki işletmelerden daha az gübre

kullandıkları belirlenmiştir. İncelenen işletmeler için kullanılan gübre miktarı ortalama 48.3 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir.

İncelen işletmelerin %79.4'ünde taban + üre, %12.7'sinde üre, %6.3'ünde dal + taban ve %1.6'sında ise Diamonyum Fosfat (DAP) gübresinin kullanıldığı belirlenmiştir. İncelenen işletmelerin tamamında herbisit ilacının kullanıldığı belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde ortalama verim miktarı 4,468.25 kg da⁻¹ olarak belirlenir iken, işletme grupları itibarıyla incelendiğinde ortalama verim miktarının işletme alanı arttıkça azaldığı belirlenmiş fakat bu durumun istatistiki olarak önemli olmadığı sonucu saptanmıştır.

İncelenen işletmelerde silajlık mısırın büyük oranda satıldığı ve işletmeler ortalamasında satılan miktarın 242,346.15 kg da⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde işletmeler ortalaması için toplam değişen masraflar 661.12₺ olarak hesaplanmış ve toplam masraflar içindeki oranı ise yaklaşık olarak %80 olarak belirlenmiştir. Sabit masraflar toplamı ise ortalama 165.33₺ olarak hesaplanmış ve toplam masraflar içinde %20 pay aldığı belirlenmiştir. Değişen masraflar içinde gübreleme ve hasat masraflarının payının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde Gayri Safi Üretim Değeri (GSÜD) 1. gruptaki işletmeler için 1,559.34, 2. gruptaki işletmeler için 15,55.71 ve 3. Gruptaki işletmeler için ise 1,501.34₺ olarak hesaplanmıştır. GSÜD değeri işletmeler ortalamasında 1,546.90₺ olarak hesaplanmıştır. Kg başı silajlık mısır üretim maliyeti 1. gruptaki işletmelerde 0.22, 2. gruptaki işletmelerde 0.19, 3. gruptaki işletmelerde 0.16 ve işletmeler ortalamasında ise 0.18₺ olarak bulunmuştur.

İncelenen işletmeler için brüt kar; 1. gruptaki işletmelerde 724.82, 2. gruptaki işletmelerde 854.98, 3. gruptaki işletmelerde 962.86 ve işletmeler ortalamasında ise 885.78 olarak bulunmuştur. Net kar; 1. gruptaki işletmelerde 554.29, 2. gruptaki işletmelerde 688.46, 3. gruptaki işletmelerde 801.21 ve işletmeler ortalamasında ise 720.45 olarak hesaplanmıştır. 1 kg ürün net kârı; 1. gruptaki işletmelerde 0.1256, 2. gruptaki işletmelerde 0.1569, 3. gruptaki işletmelerde 0.1858 ve işletmeler ortalamasında ise 0.1662 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak; gerçekleştirilecek çiftçi eğitim programlarıyla üreticilerin optimum girdi kullanımı ve silajlık mısır yetiştiriciliği ile ilgili teknik ve ekonomik konularda, bilgilendirilmesi son derece önem arz etmektedir. Bu bilgilendirmeye maliyetler düşürülebilir ve etkin bir kaynak kullanımı gerçekleştirilebilir. Genç çiftçilerin gerçekleştirilen çiftçi eğitim programlarında daha fazla yer alması sağlanarak, bu çiftçilere verilecek eğitim ile etkin ve başarılı işletmelerin sayısının artırılması hedeflenmelidir.

Çiftçilerin tarımsal desteklerle birlikte, yüksek girdi fiyatlarını karşılayabildikleri dikkate alınarak prim desteklerinin ve diğer girdi desteklerinin sayısal ve miktar olarak artırılması son derece önemlidir.

Verimi yüksek olan çeşitler ve daha uygun yetiştirme teknikleri sayesinde birim alandan yüksek verim alınarak birim üretim maliyetleri azaltılabilir. İlaveten erkenci çeşitlerle bölgenin çevresel şartlarına uygun üretim yapılmalıdır.

Teşekkür: Çalışmanın anket aşamasında destek veren Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri 4. Sınıf öğrencisi Muhammet Hatip'e teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akay Tuvanç, İ., Dağdemir, V., 2009. Erzurum ili Pasinler ilçesinde silajlık mısır üretim maliyetinin tespiti üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 40 (1): 61-69.
- Alemdar, T., Seçe, A., Demirdöğen, A., Öztornacı, B., Aykanat, S., 2014. Çukurova bölgesinde başlıca tarla ürünlerinin üretim maliyetleri ve pazarlama yapıları. TEPGE Yayın No: 230, Ankara.
- Anonim, 2022. Bingöl'de silajlık mısır hasadı başladı. <https://bingol.tarimorman.gov.tr>, (Erişim tarihi: 16.09.2022)

- Aydın, B., Öztürk, O., Çobanoğlu, F., Çebi, U., Özkan, E., Özer, S., 2020. Damla sulama desteklemelerinin silajlık mısır üretimi üzerine etkisi: Edirne ili örneği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*. 6 (3): 496-505.
- Babaoğlu, M., 2022. Mısır tarımı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>, (Erişim tarihi:14.09.2022)
- Çarkacı, D.A., Yokuş, S., Ölmez, O., Çelik, Y., Karadavut, U., 2016. Konya yöresinde yetiştirilen mısır bitkisinin üretim girdi ve maliyetlerinin belirlenmesi. XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta. *Bildiriler Kitabı*:1763-1768.
- Çiçek, A., Erkan, O., 1996. Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat.
- Dağdemir, V., 2004. Bayburt ili Kop ve Burnaz Dere havzalarında arıcılık yapan işletmelerin genel Durumu ve kooperatifleşmeye bakış açısı. *Kooperatifçilik. Ekim- Kasım-Aralık 2004*, No: 146:102-111.
- Dağdemir, V., 2005. Bayburt ili Kop ve Burnaz Dere havzalarında hayvancılık yapan işletmelerin genel durumu ve kooperatifleşmeye bakış açısı. *Kooperatifçilik. Ocak Şubat- Mart 2005*, No: 147: 48-57.
- Demirtaş, G., 2019. Amasya ili Merkez ilçeye bağlı köylerde mısır üretim maliyetinin saptanması ve pazarlama sorunları. *Yüksek Lisans Tezi Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı*. 108 s.
- Doğan, K., Külekçi, M., 2020. Iğdır ili silajlık mısır üretiminde etkinliğin ve etkinliğe etki eden faktörlerin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 10 (2): 1338-1349.
- Güneş, T., Arıkan, R., 1988. Tarım ekonomisi istatistiği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1049, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Karagölge, C., 2013. Tarımsal işletmecilik. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:827 s, Erzurum.
- Karagölge, C., 2001. Tarımsal işletmecilik-tarım işletmelerinin analizi ve planlanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:153, Erzurum.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., 1999. Tarımsal ürünler için maliyet hesaplama metodolojisi ve veri tabanı rehberi. *Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü*. Ankara, 297 s.
- Kızıloğlu, S., 1991. Mısır, patates, şeker pancarı üretimi için gerekli olan işgücü ihtiyacı ve kadın işgücü payının belirlenmesi - işçi ücretleri, tohum, gübre fiyatlarının ekonomik analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22(1): 54-71.
- Miran, B., 2002. Temel istatistik. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Paksoy, M., Ortasöz, N., 2018. Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesinde mısır üretim faaliyetinin ekonomik analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 21(3): 95-101.
- Taşdan, K., 2005. Türkiye mısır piyasası. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 213 s.
- TEPGE, 2021. Silajlık mısır, Ocak-2021,Tarım ürünleri piyasa raporu. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>, (Erişim tarihi: 08.09.2022)
- Tuvaç, İ., 2009. Erzurum ili Pasinler ilçesinde silajlık mısır üretim maliyetinin tespiti üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 68 s.
- Yıldız, T., 2016. Samsun ili Bafra ilçesinde ikinci ürün silajlık mısır üretiminde toplam masraf, iş gücü gereksinimi ve iş başarılarının belirlenmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*. 4(12): 1149 - 1156.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Türkiye’de Kimyasal Pestisit Kullanımının Ekonomi ve Çevre Yönüyle Değerlendirmesi

Merve Ayyıldız^{1*} 

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
*Sorumlu yazar: merve.ayyildiz@yobu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.08.2022

Kabul Tarihi: 14.11.2022

Öz

Son yıllarda pestisitlerin ekonomik getirisinin yanı sıra çevre üzerindeki olumsuz etkileri üzerinde tartışılmaktadır. Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması üretim artışı ile beraber çevresel tahribatın azalmasıyla mümkündür. Bu nedenle çalışmada kimyasal pestisitlerin ekonomi ve çevre üzerinde etkisinin karşılaştırmalı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. 1990-2020 yıllarına ilişkin kimyasal pestisit, çevresel ve ekonomik göstergeleri kullanılarak pestisitlerin uzun dönem etkilerini belirlemede FMOLS-DOLS modellerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, bitkisel üretim indeksi ve tarımsal sera gazı emisyonu üzerinde fungusit ve herbisit kullanımı anlamlı bir etkiye sahipken, insektisit kullanımının istatistiksel olarak etkili olmadığı belirlenmiştir. FMOLS(DOLS) sonuçları dikkate alındığında fungusit ve herbisit kullanım miktarındaki (kg ha⁻¹) %1’lik artış bitkisel üretim indeksinde sırasıyla %0.16 (%0.16) ve %0.13 (%0.13)’lük artışa; tarımsal sera gazı emisyonunda ise sırasıyla %0.36 (%0.35) ve %0.16 (%0.14)’lük artışa yol açabileceği gözlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında, pestisit kullanımının verimliliğe önemli ölçüde katkı sağladığını ancak zamanla daha fazla oranda çevresel tahribata yol açtığı söylenebilir. Buna göre pestisit kullanımını azaltmaya ve doğru kullanımını sağlamaya yönelik yasal mevzuatların oluşturulması ve yayım faaliyetlerinin etkinleştirilmesi önemli görülmektedir. Kimyasal pestisit kullanımına alternatif olarak biyopestisitlerin kullanımının yaygınlaşması ve etkinliğinin geliştirilmesi için ARGE çalışmalarına öncelik verilmelidir. Ayrıca uygulamada biyolojik mücadele yöntemlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik destekleme ve teşvik politikalarında işlevselliğin artırılmasının kısa ve orta vadede çevre üzerindeki baskıyı azaltacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal pestisit, Tarımsal sera gazı emisyonu, Bitkisel üretim indeksi, Sürdürülebilirlik, FMOLS-DOLS modelleri

Evaluation of chemical pesticide use in terms of economy and environment in Türkiye Abstract

Sustainability in agriculture is possible with an increase in production and a reduction in environmental damage. In this study, it is aimed to reveal the effects of chemical pesticides on the economy and environment comparatively. FMOLS-DOLS models were used to determine the long-term effects of pesticides by using chemical pesticides, environmental and economic indicators for the years 1990–2020. Considering the FMOLS(DOLS) results, a 1% increase in the amount of fungicide and herbicide use (kg ha⁻¹) increases 0.16% (0.16%) and 0.13% (0.13%) in the crop production index, respectively; on the other hand, it has been observed that can increase 0.36% (0.35%) and 0.16% (0.14%) in agricultural greenhouse gas emissions, respectively. It can be said that the use of pesticides contributes significantly to productivity, but it causes more environmental damage over time. Accordingly, it is considered important to establish legal regulations to reduce the use of pesticides and ensure their correct use, and to activate publication activities. R&D studies should be given priority to spread the use of biopesticides and to improve their effectiveness. Additionally, it is predicted that increasing the functionality of support and incentive policies for the dissemination of biological control methods in practice will reduce the pressure on the environment.

Keywords: Chemical pesticide, Agricultural greenhouse gas emission, Crop production index, Sustainability, FMOLS-DOLS models

Giriş

Küresel ölçekte dünya nüfusunun artış eğilimi göstermesi ve kişi başına gelirdeki büyümeye bağlı tüketimin artması gıda talebinde yükselişi tetiklemektedir. Yoğun talep arttırımsal üretim üzerindeki baskıyı arttırmaktadır (Nkamleu ve Adesina, 2000; Leaver, 2011; Fukase ve Martin, 2020). Kaynakların sınırlı oluşu nedeniyle üretimde ihtiyacı karşılamamanın yolu verim ve kalite artışına bağlıdır ve bu uygulamada modern tarım tekniklerinin ve girdilerinin kullanımıyla mümkün olmaktadır (Kızılay ve Akçaöz, 2009; Tiryaki ve ark., 2010). Nitekim tarımsal mekanizasyon artışı ve bitki koruma yöntemlerinin gelişimi birim alandan elde edilen ürün miktarının artmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Bitkisel üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede yaygın olarak kimyasal pestisit kullanılmaktadır. Kısa sürede etkili oluşu ve kullanım kolaylığı nedeniyle tercih edilen kimyasal pestisit, ürün verimini arttırmada, işgücü tasarrufu sağlamada, gübre kullanımında ve riski azaltmada etkili olmaktadır (Ghimire ve Woodward, 2013). Üretimde pestisit kullanımından vazgeçilmesi durumunda ürünlerde kalite ve verimin % 60'lara varan oranda azalacağı ve üretim değerinin önemli ölçüde düşeceği ifade edilmektedir (Zhang, 2018). Ancak yıllar itibariyle pestisit kullanımındaki asimtotik artış ve sıklık ile doz açısından üreticiler tarafından yanlış kullanımı sonucu biyolojik çeşitliliğin azaldığı, hayvan ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği ve doğrudan toprak, hava ve su kirleticisi olarak çevre üzerindeki baskıyı arttırdığı gözlenmektedir (Leviton ve ark., 1995; van der Werf, 1996; Zhang ve ark., 2011; Schreinemachers ve Tıpraqsa, 2012). Bununla birlikte dolaylı olarak maliyetlerin arttığından söz edilebilir. Bu dolaylı maliyetler; doğal düşmanların pestisitle yok edilmesinden ve pestisit direncinin gelişmesinden kaynaklanan artan kontrol giderlerinin; mahsul ve mahsul ürünü kayıplarının, pestisit kullanımının çevresel ve sosyal maliyetlerini azaltmak için yapılan hükümet harcamalarının artışıyla açıklanabilir (Pimentel ve ark., 1992; Wyckhuys ve ark., 2022; Brankov ve ark., 2021).

Günümüzde bitkisel üretimin üçte birinin pestisit kullanılarak yapıldığı varsayıldığında yakın gelecekte kimyasal pestisitlerden vazgeçmenin mümkün olmadığı görülmektedir. Buna karşın kimyasal pestisitlerin oluşturduğu çevresel baskı karşısında tarımsal sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla bu ürünlerin yerini alacak çevre dostu alternatif yol arayışlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda biyopestisitlerin kimyasal pestisitlere alternatif olabileceği öngörülmektedir. Fakat uygulamada, teknik engeller ve zorluklar nedeniyle tam olarak etkin bir rol alamamaktadırlar. Bu durum kimyasal pestisitlerin zararlı ve hastalıklarda dünyada en çok tercih edilen mücadele yöntemi olmasının önüne geçememektedir (Bale ve ark., 2008; Samada ve Tambunan, 2020). Nitekim son otuz yıllık süreçte dünya ortalamasında hektar başına kullanılan pestisit miktarı dikkat çekicidir. Son yıllarda gelişmiş ülkelerde belirgin bir azalış gözlenmesine rağmen Hollanda (10.82 kg ha⁻¹), Belçika (6.26 kg ha⁻¹), İtalya (6.11 kg ha⁻¹), Portekiz (5.34 kg ha⁻¹), Almanya (4.05 kg ha⁻¹) gibi pek çok Avrupa ülkesinde hektar başına kullanılan kimyasal pestisit miktarlarının oldukça fazla olduğu söylenebilir (FAOSTAT, 2022). Türkiye'de ise hektar başına kimyasal pestisit kullanımı pek çok Avrupa ülkesinin gerisinde yer almasına karşın (2.32 kg ha⁻¹), Avrupa ülkelerinin aksine bölgeler itibariyle kullanımda heterojenlik söz konusudur (Kızılay ve Akçaöz, 2009; Gün ve Kan, 2009). Daha çok polikültürel tarımın yapıldığı Ege ve Akdeniz bölgelerinin toplam pestisit kullanımında yaklaşık %49.39'luk paya sahip olduğu görülmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Bu nedenle bölgesellik dikkate alındığında bu bölgelerde birim alanda kullanılan pestisit miktarının çok daha fazla olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Çevresel perspektiften bakıldığında tarım sektörü yapısı gereği etkileyen ve etkilenen konumdadır. Dolayısıyla pestisit kullanımı sonucu tarım sektörünün pek çok çevresel soruna yol açması orta ve uzun vadede tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyecektir. Bu noktadan hareketle, tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin gün geçtikçe daha da değer kazandığı düşünüldüğünde, önemli ve etkili bir girdi olan pestisitlerin ekonomi ve çevre boyutunda değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmayla Türkiye'de pestisit kullanımının bitkisel üretim değeri ve tarımsal sera gazı emisyonu üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde Türkiye'de kimyasal pestisitlerin çevresel ve ekonomik olarak etki değerlendirmesine yönelik makro ölçekte çalışmalara çok az rastlanmış olması çalışmanın özgün değerini arttırmaktadır. Diğer yandan çalışmanın literatüre katkı sağlamasının yanı sıra çevre ve tarım politikalarının geliştirilmesinde politika yapıcılara yön verebilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem**Materyal**

Pestisit kullanımının ekonomik ve çevresel etkisinin değerlendirildiği bu çalışmanın ana materyalini Food and Agriculture Organization of United Nations (FAOSTAT), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Dünya Bankasının dünya gelişim göstergelerinden (WDI) sağlanan 1990 -2020 dönemini kapsayan 31 yıllı ilişkin ikincil veriler oluşturmaktadır (Çizelge 1). Varyansta kararlılık sağlamak, aşırı boyutta olan gözlemlerin etkisini azaltabilmek ve analiz sonuçlarını yorumlanmasında kolaylık sağlaması amacıyla değişkenler logaritmik forma dönüştürülmüştür.

Table 1. Variable definitions

Çizelge 1. Değişkenlere ilişkin tanımlamalar

Değişkenler <i>Variables</i>	Açıklama <i>Explanation</i>	Kaynak <i>Reference</i>
Crop production index (Incpi)	(2004-2006=100)	Worldbank(WDI)
Tarımsal sera gazı emisyonu (Inasg)	CO ₂ eşdeğeri milyon ton	TÜİK
Fungusit miktarı (Infung)	kg ha-1	FAOSTAT
Herbisit miktarı (Inherb)	kg ha-1	FAOSTAT
İnsektisit miktarı (Inins)	kg ha-1	FAOSTAT

İncelenen değişkenlere ait özelliklerini anlamak, ekonometrik tekniğin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Değişkenlere ilişkin ortalama, standart sapma, basıklık, çarpıklık ve dağılım normalliği tanımlayıcı istatistikler altında test edilmiştir (Çizelge 2). Bitkisel üretim indeksi (Incpi) ve tarımsal sera gazı emisyonu (Inasg) ortalaması pozitif değer alırken fungusit (Infung), herbisit (Inherb) ve insektisit (Inins) değişkenlerine ait ortalamanın negatif değer aldığı görülmektedir. Fungusit negatif çarpıklığa (hafif sola çarpık) sahipken, diğer değişkenlerde pozitif çarpıklık (hafif sağa çarpık) söz konusudur. Değişkenlerin basıklık değerlerine bakıldığında ise lepto-basık bir yapı göstermekle beraber olasılık dağılım yoğunluk grafiğinde herbisit ve insektisit değişkenlerinin normal dağılıma nazaran daha sivri ve kuyruklarının daha şişman olduğu ifade edilebilir. Jarque-Bera testi istatistiğinin sonuçları, tüm değişkenlerin genel olarak dağıldığını ve dolayısıyla serilerin normal dağıldığına dair sıfır hipotezini kabul ettiğini göstermektedir.

Table 2. Descriptive statistics

Çizelge 2. Tanımlayıcı istatistikler

	Incpi	Inasg	Infung	Inherb	Inins
Mean	4.457	5.840	-0.779	-1.054	-0.611
Median	4.420	5.820	-0.727	-1.034	-0.592
Maximum	4.716	6.270	0.156	-0.288	0.002
Minimum	4.239	5.392	-1.923	-1.628	-1.051
Std. Dev.	0.149	0.288	0.697	0.331	0.240
Skewness	0.110	0.047	-0.264	0.629	0.238
Kurtosis	1.831	1.625	1.581	2.939	2.949
Jarque-Bera	1.827	2.453	2.959	2.046	0.296
Probability	0.401	0.293	0.228	0.359	0.863
Observations	31	31	31	31	31

Yöntem

Pestisit kullanımının bitkisel üretim indeksine ve tarımsal sera gazı emisyonuna uzun dönem etkisini değerlendirmek amacıyla çalışmada iki ayrı model tahmini yapılmış ve Eşitlik (1) ve Eşitlik (2) de belirtilmiştir.

$$Incpi_t = \beta_0 + \beta_1 lnfung + \beta_2 lnherb + \beta_3 lnins + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$Inasg_t = \beta_0 + \beta_1 lnfung + \beta_2 lnherb + \beta_3 lnins + \varepsilon_t \quad (2)$$

Çalışmada uygun yöntemin belirlenmesi için bazı ön testlerden yararlanılmıştır. Birinci aşamada serilerin durağanlık yapısı incelenmiştir. Serilerin durağanlık düzeyini ortaya koymada Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testinden yararlanılmıştır. ADF testi Dickey-Fuller (DF) testinin geliştirilmiş formudur. Buna göre ε_t hata terimlerinin bağımsız ve özdeş dağılmış olmasını varsayan

DF testinin aksine ADF sınaması, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini bağımsız değişken olarak modele dahil etmekte ve hata terimlerinde var olabilecek otoregresif ilişkiyi hesaba katmaktadır. Değişkenlere ait uygun gecikme mertebesi Akaike Information Criteria'ne (AIC) göre belirlenmiştir. ADF birim kök testinin temel hipotez birim kök var şeklinde olup hipotezler $H_0: \alpha = 0$ ve $H_1: \alpha < 0$ olarak kurulmaktadır. Buna göre her bir değişkene ait test istatistikleri MacKinnon kritik değerleri (MacKinnon, 1996) ile karşılaştırılarak durağanlık dereceleri belirlenmiştir.

İkinci aşamada ise bağımlı değişkenin $\ln cpi$ ve $\ln asg$ olduğu iki ayrı öncelikle Vektör Auto Rregression (VAR) modeli kurulmuş ve her iki model için Çizelge 3'te yer alan kriterler dikkate alınarak uygun gecikme uzunlukları belirlenmiştir. Sonrasında Model 1 ve Model 2 için değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespitinde değişken sayısı ikiden fazla olmasından dolayı Johansen Eş-bütünleşme testinden yararlanılmıştır (Johansen, 1988). VAR modeli formunda olan bu yaklaşım, İz İstatistiği ve Maksimum Özdeğer (λ_{max}) istatistiği değerlerinin istatistiki olarak anlamlı ($Prob < 0.05$) bulunması durumunda değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişki yani eşbütünleşme olduğunu ileri sürmektedir.

Table 3. VAR lag order selection criteria

Çizelge 3. VAR gecikme uzunluğu seçim kriterleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
Model 1: $\ln cpi = \beta_0 + \beta_1 \ln fung + \beta_2 \ln herb + \beta_3 \ln ins + \varepsilon_t$						
0	18.149	NA	4.28e-06	-1.011	-0.820	-0.953
1	68.967	83.486	3.61e-07	-3.498	-2.546*	-3.207
2	85.139	21.948	3.86e-07	-3.510	-1.797	-2.986
3	115.229	32.240*	1.75e-07*	-4.516*	-2.042	-3.760*
Model 2: $\ln asg = \beta_0 + \beta_1 \ln fung + \beta_2 \ln herb + \beta_3 \ln ins + \varepsilon_t$						
0	7.418	NA	9.21e-06	-0.244	-0.054	-0.186
1	78.915	117.459	1.78e-07	-4.208	-3.257*	-3.917*
2	88.463	12.958	3.05e-07	-3.747	-2.034	-3.224
3	115.506	28.975*	1.71e-07*	-4.536*	-2.062	-3.780

^a Gecikme uzunluğu tespitinde kullanılan kritik değerler; Likelihood Ratio (LR), Final Prediction Error (FPE), Akaike (AIC), Schwarz (SC) ve Hannan Quinn (HQ) şeklindedir.

^b * kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Değişkenlerin birinci derece farkı alındığında durağanlaşmaları ve model 1 ve model 2 için uzun dönem ilişkinin tespiti sonrasında uzun dönem parametre tahmini için Phillips ve Hansen (1990) tarafından geliştirilen Modifiye Edilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) ve Stock ve Watson'ın (1993) geliştirdiği Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin seçilmesinin temel nedeni, az sayıda örnekleme bile güvenilirliğinin yüksek olması ve geleneksel yöntemlerin aksine içsellik sorununu dikkate alarak tutarlı ve sapmasız sonuçlar vermesidir (Phillips ve Hansen 1990; Nazlıoğlu 2010). FMOLS yöntemi, eşbütünleşik denklem ve stokastik şoklar arasındaki otokorelasyon ve içsellik sorunlarından kaçınabilmek için, örneklemedeki sapmayı asimptotik olarak elimine edecek prosedür uygulamakta, DOLS yöntemi ise bağımsız değişkenlerin gecikme (lags) ve öncülleri (leads) eşbütünleşme denklemine ekleyerek tahmin ediciler arasındaki eşzamanlılık ve küçük örneklem sapmalarının ortadan kaldırılması hedeflenmektedir (Phillips ve Hansen 1990; Nazlıoğlu 2010).

Bulgular ve Tartışma

Pestisit kullanımının uzun dönem çevresel ve ekonomik etkilerini ortaya koymak amacıyla çalışmada FMOLS ve DOLS modellerinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler üç aşamada tamamlanmıştır. Birinci aşamada serilerin durağanlık durumuna bakılmış, ikinci aşamada seriler arasında uzun dönemli ilişkiyi belirlemek için eş bütünleşme testi uygulanmış ve son aşamada ise uygun model seçimi gerçekleştirilmiştir.

Zaman serisi analizlerinde serilerin durağanlık mertebeleri uygun model seçimi için gereklidir. Bu nedenle logaritmik formda kullanılan seriler için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testinden faydalanılmıştır. Sabit ve hem sabit hem trend içeren birim kök sınamaları sonucunda tarımsal sera gazı emisyonu, bitkisel üretim indeksi, pestisit kullanımı serilerinin birinci dereceden

farkı (I (1)) alındığında %99 güven düzeyinde durağan oldukları tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile serilerin durağanlık mertebelerinin aynı olduğu gözlenmiştir.

Table 4. ADF unit root test results

Çizelge 4. ADF birim kök testi sonuçları

	ADF I (0)		ADF I (1)	
	C	C/T	C	C/T
lnasg	-0.563 ^[0] (-3.670)	-2.588 ^[0] (-4.297)	-5.559 ^[0] (-3.679)	-5.465 ^[0] (-4.310)
lnpci	0.362 ^[3] (3.699)	-2.843 ^[3] (-4.339)	-5.146 ^[2] (3.699)	-5.102 ^[2] (-4.339)
lnins	-2.757 ^[3] (3.699)	-2.725 ^[3] (-4.339)	-11.447 ^[0] (-3.679)	-11.229 ^[0] (-4.310)
lnherb	-1.655 ^[0] (-3.670)	-3.099 ^[0] (-4.297)	-7.254 ^[0] (-3.679)	-7.244 ^[0] (-4.310)
lnfung	-1.138 ^[2] (-3.689)	-3.929 ^[0] (-4.297)	-5.749 ^[1] (-3.689)	-5.725 ^[1] (-4.324)

^aC: sabit içeren birim kök testi, C/T: hem sabit hem de trend içeren birim kök testini ifade etmektedir.

^b[] içerisinde ifade edilen değerler akaike bilgi kriterine göre gecikme uzunluklarını göstermektedir.

^c() içerisinde verilen değerler %1 düzeyinde anlamlılığı ifade eden sabit, sabit ve trendi içeren MacKinnon(1996) kritik değerlerini göstermektedir.

Aynı düzeyde durağan olan serilerde uzun dönemde birlikte hareket etme olasılığı oldukça yüksektir. Pestisit kullanımının ekonomi ve çevre göstergeleri ile uzun dönemde birlikte hareket edip etmediğini belirlemek amacıyla Johansen cointegrasyon testi (1988) yapılmış ve buna ilişkin sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Hem Model 1'e ait pestisit kullanımı ve bitkisel üretim indeksi serileri arasında hem de Model 2'ye ait pestisit kullanımı ve tarımsal sera gazı emisyonu serileri arasında iz ve öz değer istatistiklerine bakılarak %95 güven aralığında eşbütünleşme olduğu gözlenmiştir.

Table 5. Johansen cointegration test results

Çizelge 5. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları

	MODEL (1)		MODEL (2)	
	İz istatistiği <i>Trace statistic</i>	λ_{max} istatistiği <i>Max-eigen Statistic</i>	İz istatistiği <i>Trace statistic</i>	λ_{max} istatistiği <i>Max-eigen Statistic</i>
r=0	95.389[47.856]**	62.458[27.584]**	102.958[47.856]**	59.694[27.584]**
r=1	32.930[29.797]**	25.857[21.132]**	43.264[29.797]**	32.504[21.132]**
r=2	7.073[15.495]	6.913[14.265]	10.760[15.495]	10.091[14.265]
r=3	0.160[3.841]	0.160[3.841]	0.670[3.841]	0.670[3.841]

^a **, *** sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

^b[] içerisindeki değerler 0,05 kritik değerlerini göstermektedir.

Model 1 ve Model 2 dikkate alındığında değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin varlığı pestisit kullanımının ekonomik ve çevresel etkisini değerlendirmek için yeterli değildir. Bu nedenle pestisit kullanımının bitkisel üretim indeksine ve tarımsal sera gazı emisyonuna etkisini ortaya koymak için FMOLS ve DOLS modellerinden yararlanılmış ve sonuçlar çizelge 6'da ayrıntılı olarak verilmiştir. Fungusit, herbisit ve insektisit miktarlarının bitkisel üretim indeksi (Model 1) ve tarımsal sera gazı emisyonunu (Model 2) açıklama gücünün her iki analiz sonucunda oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

FMOLS ve DOLS analizleri sonucunda bitkisel üretim indeksinde kullanılan fungusit ve herbisit miktarı pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip iken kullanılan insektisit miktarının istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. FMOLS analiz sonucuna göre fungusit ve herbisit kullanım miktarındaki (kg ha^{-1}) %1'lik artış bitkisel üretim indeksinde sırasıyla %0.16 ve %0.13'lük artışa neden olabileceği görülmektedir. Benzer sonuçlar DOLS analiziyle de sağlanmıştır. Diğer yandan aynı analizler kullanılarak tarımsal sera gazı emisyonuna fungusit ve herbisit kullanımının istatistiksel olarak pozitif etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Model 2 için FMOLS ve DOLS analizleri sonucu birbirine benzerlik göstermektedir. FMOLS (DOLS) analiz sonucuna göre fungusit ve herbisit kullanım miktarındaki (kg ha^{-1}) %1'lik artış tarımsal sera gazı emisyonunu sırasıyla %0.36 (%0.35) ve %0.16 (%0.14) oranında arttıracığı söylenebilir.

Son yıllarda üretim deseninin genişlemesi, örtü altı tarımın ülkenin genelinde yaygınlaşması ve yağış oranının artışına bağlı fungal hastalıkların görülüm sıklığının artması fungusit kullanımının önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Herbisit kullanımına bakıldığında ise yağışa bağlı olarak

dalgalı bir seyir göstermektedir. 2010 yılı sonrasında ise herbisit kullanımındaki yoğun artış nedeninin, yeşil otları kurutmaya yönelik total herbisit olarak adlandırılan glyphosate ve türevleri ile daha çok tahıllarda geniş yapraklı ot kontrolü için 2,4-D grubundan herbisitlerin kullanımındaki artışlar olduğu söylenebilir. İnsektisit kullanımı yıllar itibariyle incelendiğinde ise durum biraz farklıdır. Nitekim 1990 yılında pestisit kullanımında %60'lık paya sahip olan insektisit kullanımı 2020 yılında %23'e gerilemiştir. Belirli periyotlar dikkate alındığında genel olarak insektisit kullanımı süne mücadelesinde havadan ilaçlamanın yasaklanması ve devlet desteğinin kaldırılması, örtü altı sebzeçiliğın gelişimi, kuraklıktan kaynaklı erken hasat yapılması ve böcek popülasyonundaki azlık nedeniyle önemli ölçüde azalmıştır. Bunun yanı sıra sulama alanlarındaki artışa bağlı olarak insektisit kullanımındaki artış göz ardı edilmemelidir (Anonim, 2015). Fungusit, herbisit ve insektisit kullanımının yıllar itibariyle değişimi göz önüne alındığında, analizlerde yer alan fungusit ve herbisit değişkenlerine ilişkin katsayı tahminlerinin anlamlılığı ve insektisit değişkeninin ise her iki model için anlamlı bir etkiye sahip olmasının beklenen bir sonuç olduğu ifade edilebilir.

Table 6. FMOLS and DOLS model results

Çizelge 6.FMOLS ve DOLS model sonuçları

	MODEL 1 (bağımlı değişken: <i>lnpci</i>) (<i>dependent variable: lnpci</i>)				MODEL 2 (bağımlı değişken: <i>lnasg</i>) (<i>dependent variable: lnasg</i>)			
	FMOLS		DOLS		FMOLS		DOLS	
	K.sayı <i>Coef.</i>	t- ist. <i>t-stat</i>	K.sayı <i>Coef.</i>	t- ist. <i>t-stat</i>	K.sayı <i>Coef.</i>	t- ist. <i>t-stat</i>	K.sayı <i>Coef.</i>	t- ist. <i>t-stat</i>
Lnfung	0.164	12.516***	0.164	8.773***	0.358	18.376***	0.352	12.561***
Lnherb	0.128	4.652***	0.114	2.816**	0.161	3.931***	0.144	2.382**
Lnns	-0.026	-0.888	-0.040	-0.955	-0.030	-0.689	-0.027	-0.424
C	4.708	180.495***	4.679	122.717***	6.280	161.441***	6.250	109.402***
R ²	0.88		0.89		0.93		0.94	
Adj_R ²	0.87		0.88		0.92		0.93	

^a **, *** sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Türkiye'de uygulama kolaylığı ve hızlı sonuç elde edilmesi nedeniyle ağırlıklı olarak kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Ağırlıklı olarak fungusit, herbisit ve insektisit tercih edildiği kimyasal mücadele sonucu yıllar itibariyle ürün kayıplarında ciddi azalmalar yaşanmış ve bitkisel üretim değerinde hızlı artış gözlenmiştir. Fakat bununla beraber diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında Türkiye'de hektar başına pestisit kullanımı az olmasına karşın, yapısal özellikleri nedeniyle çevre kirleticisi olmasının yanı sıra polikültür tarımın yapıldığı bölgelerde pestisit kullanımının yoğunlaşması, yanlış doz ve sıklıkta ilaçlama yapılması çevre üzerindeki baskıyı arttırmaktadır (Tiryaki ve ark., 2010; Anonim, 2015; Arslan ve Çiçekgil, 2018). Yapılan analiz sonuçları, pestisitlerin gıda üretimine önemli katkı sağladığını ancak bununla birlikte çevresel bir tehdit unsuru olduğu savını destekler niteliktedir. Nitekim literatürdeki pek çok çalışma kimyasal ilaç kullanımının verimliliğe önemli ölçüde katkı sağladığını ancak zamanla daha fazla oranda çevresel tahribata yol açtığını orta koymaktadır (Zhang, 2018; Sharma ve ark., 2019; Hedlund ve ark., 2020; Tudi ve ark., 2021).

Sonuç ve Öneriler

Pestisit kullanımı tarıma ekonomik anlamda katkı sağladığı kadar yanlış ve aşırı miktarda kullanım sonucu çevresel tahribata yol açmakta bu da orta ve uzun vadede tarımsal üretime olumsuz bir şekilde yansımaktadır. Nitekim bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre uzun dönemde fungusit ve herbisit kullanımı sonucu çevresel baskının ekonomik katkıdan daha fazla olabileceğini tespit edilmiştir. Kimyasal pestisitlerin ürün verimliliğinde olumlu etkisini düşünüldüğünde vazgeçilmesi mümkün görülmemektedir. Diğer taraftan ise tarımsal açıdan bakıldığında ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması önem arz etmektedir. Bu noktadan hareketle uygulamada biyolojik ve bioteknik mücadele yöntemlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik destekleme ve teşvik politikaları iyileştirilmeli ve geliştirilmelidir. Diğer yandan üreticiler boyutunda doğru tarım uygulamaları ve çevre bilinci oluşturma boyutunda yayım faaliyetlerinin uygulamada etkinliğini arttıracak yapısal düzenlemeler gerekli görülmektedir. Ayrıca ilaç bayileri ve il tarım müdürlükleri işbirliğiyle pestisit

kullanım kontrolünü sağlayacak yasal mevzuatların oluşturulması önemli görülmektedir. Türkiye’de pestisit kullanımı ile ilgili dikkat çeken diğer bir husus pestisit kullanım yoğunluğunun belirli bölgelerde olmasıdır. Bu durum pek çok iyileştirilecek ve geliştirilecek tarım politikalarında bölgeselliğin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Kısa vadede etkili sonuçlar almak için biyopestisitlerin büyüme ve kullanımındaki ana zorlukların nasıl giderileceğine, uygulamada yaygınlaşması için nasıl pazarlanacağı veya tanıtılacağına ve biyopestisit stabilitesinin ve kalıntı etkisinin nasıl artırılacağına yönelik araştırma-geliştirme çalışmalarına öncelik verilmelidir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anonim, 2015. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/zmmae/Belgeler/Sol%20Menu/Yay%C4%B1mlar/%C3%9C%20Zirai%20M%C3%BCadele%20Girdilerinin%20De%C4%9Ferlendirilmesi.pdf>, (Erişim tarihi: 25.06.2022)
- Arslan, S., Çiçekgil, Z., 2018. Türkiye’de tarım ilacı kullanım durumu ve kullanım öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*. 4 (1): 1–12.
- Bale, J. S., Van Lenteren, J. C., Bigler, F., 2008. Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 363 (1492): 761–776.
- Brankov, T., Matkovski, B., Jeremić, M., Zekić, S., 2021. Impact of Economic Development on Pesticide Use in South-East Europe. *Polish Journal of Environmental Studies*. 30 (2): 1–10.
- FAOSTAT, 2022. Pesticides indicators. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>, (Erişim tarihi: 20.06.2022).
- Fukase, E., Martin, W., 2020. Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development*. 132, 104954.
- Ghimire, N., Woodward, R.T., 2013. Under-and over-use of pesticides: An international analysis. *Ecological Economics*. 89:73–81.
- Gün, S., Kan, M., 2009. Pesticide Use in Turkish Greenhouses: Health and Environmental Consciousness. *Polish Journal of Environmental Studies*. 18 (4): 607–615.
- Hedlund, J., Longo, S. B., York, R., 2020. Agriculture, pesticide use, and economic development: a global examination (1990–2014). *Rural Sociology*. 85 (2): 519–544.
- Johansen, S., 1988. Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 12 (2-3): 231–254.
- Kızılay, H., Akçaöz, H., 2009. Elma Yetiştiriciliğinde ilaç ve gübre kullanımında ekonomik kaybın incelenmesi: Antalya ili örneği. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 2 (1): 113–119.
- Leaver, J.D., 2011. Global food supply: a challenge for sustainable agriculture. *Nutrition Bulletin*. 36:416–421.
- Levitan, L., Merwin, I., Kovach, J., 1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 55 (3): 153–168.
- MacKinnon, J.G., 1996. Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests. *Journal of Applied Econometrics*. 11: 601–618.
- Nazlıoğlu, Ş., 2010. Makro iktisat politikalarının tarım sektörü üzerindeki etkileri: gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir karşılaştırma, (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Nkamleu, G.B., Adesina, A.A., 2000. Determinants of chemical input use in peri-urban lowland systems: bivariate probit analysis in Cameroon. *Agricultural Systems*. 63 (2): 111–121.
- Phillips, P.C., Hansen, B.E., 1990. Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The Review of Economic Studies*. 57 (1): 99–125.
- Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, N., Gierdano, S., Horowitz, A., D'amore, M., 1992. Environmental and economic costs of pesticide use. *BioScience*. 42 (10): 750–760.
- Samada, L.H., Tambunan, U.S.F., 2020. Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *Online J. Biol. Sci.* 20: 66–76.
- Schreinemachers, P., Tipraqsa, P., 2012. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. *Food Policy*. 37 (6): 616–626.
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G.P.S., Handa, N., Kohli, S.A., Yadav, P., Bali, A.S., Parihar, R.D., Dar, O.I., Jasrotia, K.S.S., Bakshi, P., Ramakrishnan, M., Kumar, S., Bhardwaj, R.,

- Thukral, A.K., 2019. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*. 1 (11): 1–16.
- Stock, J.H., Watson, M.W., 1993. A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 61 (4): 783–820.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022. Resmi Tarımsal İlaç İstatistikleri. https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Koruma_Urunleri/Istatistik/Il_Duzeyinde_BKU_Kullanim_Miktar_2021.pdf, (Erişim tarihi: 01.07.2022).
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*. 26 (2): 154–169.
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., Phung, D.T., 2021. Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18 (3): 1112.
- TUIK, 2022. Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Cevre-ve-Enerji-103>, (Erişim tarihi:20.06.2022).
- van der Werf, H.M., 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 60 (2-3): 81–96.
- Worldbankdata, 2022. World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=AG.PRD.CROP.XD&country=#>, (Erişim tarihi: 20.06.2022).
- Wyckhuys, K.A., Zou, Y., Wanger, T.C., Zhou, W., Gc, Y.D., Lu, Y., 2022. Agro-ecology science relates to economic development but not global pesticide pollution. *Journal of Environmental Management*. 307: 114529.
- Zhang, W., 2018. Global pesticide use: Profile, trend, cost/benefit and more. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 8 (1): 1–27.
- Zhang, W., Jiang, F., Ou, J., 2011. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of The International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 1 (2): 125–144.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Farklı Sulama Koşullarının Hırsız Kaçıran Kavununda (*Cucumis melo* L.) Verim ve Bazı Pomolojik Özellikler Üzerine Etkisi

Hatice Nihan Çiftçi^{1*}  Kenan Kaynaş² 

^{1,2}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17020, Çanakkale
*Sorumlu yazar: haticenihan.ciftci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.07.2021

Kabul Tarihi: 26.04.2022

Öz

Modern kültür çeşitleri, organik tarım gibi sınırlı girdi kullanılan tarım sistemlerinde, bu sisteme özgü koşullarda hüküm süren rekabetçi şartların yarattığı stres koşullarına ve zorluklara yeteri kadar dayanıklı değildir. Oysaki eski yerel genotipler sahip oldukları heterojen genetik yapı nedeni ile modern kültür çeşitlerine kıyasla verim, kimyasal içerik ve stres koşullarına dayanıklılık gibi birçok özellik bakımından çeşitlilik göstermektedirler. Diğer yandan organik koşullar altında yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin, biyotik ve abiyotik koşullara daha dayanıklı ve yetiştirildiği ortamda daha rekabetçi olması beklenmektedir. Bu stres faktörlerinden en yaygın olanlardan biri su stresi olup, kısıtlı sulamalar ve düzensiz yağışlar sebebiyle verim ve kalite kayıpları yaşanabilmektedir. Bu nedenle, stres faktörlerine dirençli, ciddi verim kayıpları yaşamayan çeşitlere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada, Çanakkale yöresine ait (Biga) Hırsız kaçırın yerel kavun genotipinde farklı seviyelerde sulama uygulamalarının konvansiyonel tarım ve organik tarım şartları altında, verime olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, kavun bitkileri 2019 ve 2020 yıllarında, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yetiştirilmiş ve üç farklı sulama seviyesi (A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %0'ı %50'si, %100'ü) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Hırsız Kaçıran genotipine ait kavunlarda verim ve verimi etkileyen bazı morfolojik özellikler (meyve boyu, meyve çapı, kabuk kalınlığı, meyve eti kalınlığı, çekirdek evi boyu) değerlendirilmiştir. Sulama uygulamalarında en yüksek verim (2367.20 – 2660.71 kg/da) en fazla sulama uygulamasından (%100) elde edilmiştir. Kısıtlı sulanan koşullarda meyve boyutlarında azalma meydana gelmiştir. Kabuk kalınlığı ve çekirdek evi boyu parametreleri önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, pazarlama açısından önemli olan et kalınlığı, sulama miktarının azalmasıyla olumsuz etkilenmiş fakat yetiştiricilik koşullarının meyve et kalınlığını istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiştir. Böylece verim ve verimi etkileyen bazı meyve özelliklerinin sulama düzeylerinden etkilendiği ancak yetiştiricilik koşullarının verim dışında büyük farklılıklara yol açmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kavun, Stres, Verim, Sulama, Yerel Çeşit, Organik.

The Change of Morphological Characteristics Affecting The Yield and Yield of Hırsız Kaçıran Melon (*Cucumis melo* L.) Under Different Irrigation Regimes

Abstract

Modern cultivars are not resistant to the stress conditions and difficulties sufficiently created by the competitive conditions prevailing in agricultural systems with limited inputs such as organic farming. However, the old local genotypes vary in terms of many characteristics due to their heterogeneous genetic structure compared to modern culture varieties, such as yield, chemical content and resistance to stress conditions. On the other hand, cultivars grown under organic conditions are expected to be more resistant and more competitive to biotic and abiotic conditions in the environment where they were grown. One of the most common of these stress factors is water stress, and yield or quality losses may occur due to limited irrigation and irregular precipitation. Therefore, cultivars that are resistant to yield loss and abiotic stress factors are needed. In the study, it was aimed to determine the effects of different levels of irrigation treatments on yield under conventional and organic farming systems on the 'Hırsız Kaçıran' local melon genotype of Çanakkale region (Biga). For this purpose, three different irrigation levels (0%, 50%, 100% of evaporation from the class A pan) were applied to melon plants which had been grown according to a randomized block design with three repetitions, in 2019 and 2020. Some morphological characteristics (fruit length, fruit diameter, exocarp width,

mesocarp width, endocarp length) affecting the yield and yield in fruits of ‘Hırsız Kacıran’ melon genotype were evaluated. The highest yield (2367.20 – 2660.71 kg/da) was obtained from the most irrigated application (100%). Fruit size decreased under deficient irrigation conditions. Exocarp width and endocarp length were found insignificant statistically for all treatments. However, the mesocarp width which is important in terms of marketability was negatively affected by the decrease in the amount of irrigation, but it was determined that the cultivation applications did not affect the fruit flesh thickness statistically. Thus, irrigation levels affects yield as well as some fruit characteristics affecting the yield.

Keywords: Melon, Stress, Yield, Irrigation, Landrace, Organic.

Giriş

Alternatif yetiştiricilik sistemlerinden biri olan organik tarım, hamileler ve çocuklar gibi özel grupların kimyasallardan uzak beslenme düşüncesiyle tercih ettiği ürünleriyle öne çıkmaktadır. Ancak organik tarım şartlarında, konvansiyonel tarımda sağlanan gübre ve bitki koruma ürünlerinin desteklerinden uzak bir yetiştiricilik yapılmaktadır. Kültür çeşitleri çoğunlukla konvansiyonel tarıma uygun şartlarda yüksek performans göstermek üzere ıslah edilmiştir. Guan ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada 11 farklı kavun çeşidi organik ve konvansiyonel tarım teknikleri ile yetiştirilmiştir. En yüksek verim konvansiyonel şartlarda yetiştirilen Athena çeşidinden (10.7 kg/bitki) alınmış ancak aynı çeşit organik şartlarda 5. sıraya düşmüştür. Araştırmacının çalışması da organik tarımda verim kaybına işaret etmektedir. Bu nedenle organik tarım şartlarına uyum gösterebilecek çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Sönmez (2011) araştırmasında konvansiyonel şartlara uygun bazı sanayi domatesi hatlarının organik tarım koşullarına uyumunun belirlenmesi amacıyla 2009 ve 2010 yıllarında çalıştığı toplam 30 hat ve kontrol çeşidi arasından ortalama verimi dikkate değer olan üç hat belirlemiştir. Çeşit seçimi ve kullanılabilirliğindeki engeller organik kavun yetiştiriciliğini sınırlamaktadır (Park ve ark., 2018). Oysaki kavun 2020 yılında 1724 856 ton üretim miktarı ile Türkiye’de en fazla yetiştirilen sebze türleri arasında beşinci sıradadır (TÜİK, 2021). Toplam sebze üretiminde %5.5’ luk paya sahip olan kavunun organik şartlarda yetiştiriciliğinde çeşit seçimi zorluğunu ortadan kaldırmak adına pek çok türde olduğu gibi yerel çeşitlere yönelim söz konusudur. Bu durumun en önemli nedeni yerel çeşitlerin organik tarım gibi zorlu yetiştiricilik şartlarına karşın kaliteli ve verimli olabilecek zengin genetik çeşitliliğe sahip olmasıdır. Bununla birlikte buldukları bölgenin ekolojik şartlarına uyum içinde varlığını sürdürebilen yerel çeşitlerin, pek çok stres faktörüne karşı dayanıklılığı da tercih edilmelerinin bir diğer sebebidir.

Son yıllarda tüm dünya iklim değişikliklerinin etkilerini daha fazla hissetmeye başlamıştır. Bu kapsamda önümüze çıkan en ciddi sorunlardan biri kuraklık tehlikesidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020 yılı kuraklık değerlendirmesinde göre Türkiye genelinde çeşitli şiddetlerde kuraklığın yaşandığı, Marmara bölgesinde ise Bilecik ve çevresi hariç olmak üzere orta, şiddetli ve çok şiddetli düzeyde kuraklık ile karşılaşıldığı belirtilmiştir (MGM, 2021). Buna karşılık Türkiye de 2019 yılı verilerine göre sulamaya açılan tarım alanlarının %64.5 ‘i sulanmış ve kullanılan toplam yüzey suyu miktarı 35.363 km² olarak gerçekleşmiştir. Harcanan sulama suyunun %11.8 ‘i meyve ve sebze üretiminde kullanılmıştır. 2019 yılında sulamayla birlikte sebze üretiminde %150 oranında verim artışı gerçekleşmiştir (DSİ, 2021). Her ne kadar veriler sulama miktarı artışı ile verimde artışı ifade etse de kuraklık tarımımızı tehdit eden bir faktör olmaya devam etmektedir. Bu bakımdan daha sınırlı sulama uygulamaları ile kabul edilebilir verim sağlayabilen tür ve çeşitlerin belirlenmesi halen öncelikli bir konudur. Sharma ve ark. (2014) tarafından iki yıl süresince yapılan bir çalışmada, Mission, Da Vinci ve Süper Nektar kavun çeşitlerinde iki sulama seviyesinde (%100 ve %50 buharlaşma (ETc)) yeraltı sulama sistemi ile çalışılmıştır. Kısıtlı sulamaya verim tepkileri çeşitlere göre değişmiştir. Çeşitlere göre %24 ve %43 sınırlarında değişen oranlarda verim düşüşü tespit edilmiştir. Çalışmamız kapsamında Çanakkale yöresine ait (Biga) Hırsız kaçırın yerel kavun genotipinin organik ve konvansiyonel koşullarda yetiştiriciliğinin ve farklı seviyelerde sulama uygulamalarının verim ve verimi etkileyen morfolojik özelliklerin değişimine olan etkisi değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi uygulama alanında 2019 ve 2020 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Çanakkale ilinin genel iklimi kışları serin ve yazları sıcak, yarı nemli olarak tarif edilmektedir. Ekim – Mart ayları yağış miktarının yükseldiği dönemlerdir.

Çanakkale’de ortalama rüzgâr hızı 3.9 m/sn ve ortalama sıcaklık 15 °C’ dir. İlin hakim rüzgar yönü kuzey – kuzeydoğudur (MGM, 2020). Denemede materyal olarak Çanakkale’ye (Biga) ait Hırsız Kaçıran kavun popülasyonu koleksiyonumuzdan elde edilen tohumlar kullanılmıştır. Bölgede adı geçen yerel genotip beyaz- yeşil arası açık renkli kabuğu ve küçük boyutları ile bilinmektedir.

Yöntem

Deneme; hem konvansiyonel hem organik tarım şartlarında, Kp1: %0, Kp2: %50, Kp3: %100 olmak üzere üç farklı sulama seviyesi konusu bulunan tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Bitkilerin sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri 1m x 1m dir. Denemede kültürel bakım işlemleri Vural ve ark., (2000)’na ve Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmeliğe (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2018) göre yürütülmüştür. Bitki koruma uygulamaları organik tarım parsellerinde organik tarım kurallarına uygun şekilde (Kükürt, *Azadirachta indica* A. Juss etken maddeli organik preparat) ve konvansiyonel yetiştiricilik parsellerinde ise ticari bitki koruma ürünleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Gübreleme uygulamaları, kimyasal ve organik gübreler için ayrı ayrı planlanmıştır. Konvansiyonel parsellere 2019 ve 2020 yılında yaklaşık olarak 10 kg/da saf azot (amonyum sülfat) ve 4 kg/da çinko sülfat uygulanmıştır. Organik tarım parsellerinde ise gübreleme amaçlı kompost çayı, amino asit katkılı ticari organik gübre ve katı vermikompost uygulamaları yapılmıştır.

Sulama uygulamaları; Fideler rozet aşamasına gelene dek eşit miktarda ön sulama uygulamaları yapılmış daha sonra A sınıfı buharlaşma kabından gerçekleşen yığışimli buharlaşmanın %100’ü (Kp3), %50’si (Kp2) ve sulanmayan (%0) (Kp1) olmak üzere üç sulama düzeyi uygulanmıştır. Nwokwu ve ark.’nın (2018) önerisi doğrultusunda, sulama aralığı 6 gün olarak belirlenmiştir. Uygulanacak sulama suyu miktarı (Doorenbos ve Pruitt, 1992; Kanber ve ark., 1996) ve sulama suyunun uygulanmasında (Eylen ve ark., 1986) aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$I = \text{Epan} \times \text{Kp} \times P \quad (1)$$

I: Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm), Epan: A sınıfı kaptan ölçülen yığışimli buharlaşma değeri (mm), Kp : Su düzeyi (%), P : Bitki örtü yüzdesi(%).

$$T = I \times A / q \times n \quad (2)$$

T: Sulama suyu uygulama zamanı (dakika), I: Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm), A: Parsel alanı (m²), q: İşletme basıncındaki damlatıcı debisi (L/saat), n: Parseldeki damlatıcı sayısı (adet).

Deneme dönemi boyunca sulama öncesi ölçülen haftalık buharlaşma miktarları Çizelge 1’de verilmiştir.

Table 1. Weekly evaporation values measured during the experiment

Çizelge 1. Deneme boyunca ölçülen haftalık buharlaşma değerleri

Konulu sulama uygulaması	2019			2020		
	Buharlaşma Miktarı (mm)	Kp2 Sulama miktarı (mm)	Kp3 Sulama miktarı (mm)	Buharlaşma Miktarı (mm)	Kp2 Sulama miktarı (mm)	Kp3 Sulama miktarı (mm)
1	30	15	30	48	24	48
2	32	16	32	50	25	50
3	53	26.5	53	46	23	46
4	28	14	28	44	22	44
5	43	21.5	43	35	17.5	35
6	35	17.5	35	40	20	40
7	41	20.5	41	37	18.5	37
Toplam	262	131	262	300	150	300

(Kp1 konusu sulama uygulamasının kesilmesi nedeniyle çizelgede yer almamaktadır.).

Meyvelerde incelenen özellikler; Verim (gr/bitki) meyve ağırlıklarının hassas terazide (Sartorius GM 2202) tartılmasıyla, meyve boyu (mm) sap çukuru ile çiçek burnu arası ve meyve çapı (mm) çapının en geniş olduğu hizanın ölçülmesiyle belirlenmiştir. Kabuk kalınlığı (mm), et kalınlığı (mm) ve çekirdek evi boyu (mm) dijital kumpas yardımıyla belirlenmiştir. Su ve verim ilişkileri regresyon grafiklerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmelerinde SPSS Statistics 21 paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar Varyans analizi ile belirlenmiş, %5 ve %1 düzeyinde önemlilik gösteren farklı gruplar Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanarak belirlenmiştir. İncelenen özelliklerin tümünde ikili interaksiyonlar önemsiz bulunduğundan bulgular kısmında ayrıca belirtilmemiştir.

Bulgular ve Tartışma

Verim, hem yetiştiricilik teknikleri hem de sulama düzeylerinden etkilenen özelliklerden biridir (Çizelge 2). Çalışmamızda her iki yılda da sulama seviyelerinin etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kp1 konusundan (1876.03- 1519.58 kg/da) en düşük verim elde edilirken sulama miktarının arttığı konularda verim yükselmiştir. Araştırmacıların yapmış olduğu çeşitli çalışmalarda sulama miktarında artışın verim artışı ile sonuçlandığı bildirilmektedir (Keshavarzpour ve Rashidi, 2011; Sharma ve ark.,2014; Barzegar ve ark., 2018). Su eksikliğinin yol açtığı önemli etkilerden biri turgor kaybıdır. Turgor kaybı ile birlikte bitki transpirasyonu azaltma amacıyla absisik asit etkisiyle stomaları kapatır. Kapanan stoma CO₂ girişini dolayısıyla fotosentezi sınırlar (Taiz ve Zeiger, 2008). Bu durum madde sentezinde eksiklikle beraber meyve ağırlığını, dolayısıyla meyve verimini olumsuz etkiler. Ayrıca verim azalışını etkileyen bir diğer etmen doğrudan hücrelerdeki eksik su içeriğine bağlı meyve boyutlarının ve ağırlığının azalmasıdır.

Yetiştiricilik teknikleri bakımından kıyaslanan verim değerlerinde ise 2019 yılında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olan organik tarım parselinden daha yüksek verim (2427.87 kg/da) alınırken, 2020 yılında konvansiyonel tarım parselinden daha yüksek verim (2189.91 kg/da) elde edilmiştir. Organik tarım parsellerinde düşük girdilerle yetiştirilmeleri dolayısıyla çoğunlukla verim kaybı yaşanmaktadır. Guan ve ark.(2013) yaptıkları çalışmada organik şartlarda yetiştirdikleri 11 adet kavun çeşidini konvansiyonel şartlarda yetiştirdikleri ile kıyaslamış ve farklı oranlarda da olsa organik tarım parsellerinde daha düşük verim elde etmişlerdir. Çalışmamızda 2020 yılı deneme bulguları benzer şekilde sonuçlanmıştır. 2019 yılında ise organik tarım parselimizde daha yüksek fakat dalgalı bir verim elde edilmiştir.

Table 2. The effect of different cultivation techniques and different irrigation levels on yield in Hırsız Kacıran melon.

Çizelge 2. Hırsız kaçırın kavununda farklı yetiştiricilik teknikleri ve farklı sulama düzeylerinin verime (kg/da) etkisi.

Sulama Düzeyleri	2019		2020			
	Yetiştiricilik Organik	Konvansiyonel	Sulama Düzeyi Ort.	Yetiştiricilik Organik	Konvansiyone l	Sulama Düzeyi Ort.
Kp1	2048.30	1703.76	1876.03 B	1535.79	1503.37	1519.58 B
Kp2	2644.70	2025.94	2335.32 A	1880.04	2472.42	2176.23 A
Kp3	2590.62	2143.78	2367.20 A	2327.46	2593.96	2460.71 A
Yetiştiricilik Teknikleri Ort.	2427.87 A	1957.83 B		1914.43	2189.91	
Önem Düzeyi	**		**		Ö.D.	**
LSD _{0.05}	253.72		379.35		-	580.31

Sulama düzeyi × Muhafaza Süresi: Ö.D.

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, Ö.D.: Önemli Değil.

Konulu sulama uygulamalarında verilen sulama suyu miktarları ve verim üzerine olan etkilerini şekil 1 ve şekil 2 'de su – verim ilişkilerini yansıtan regresyon grafiğinde görmek mümkündür.

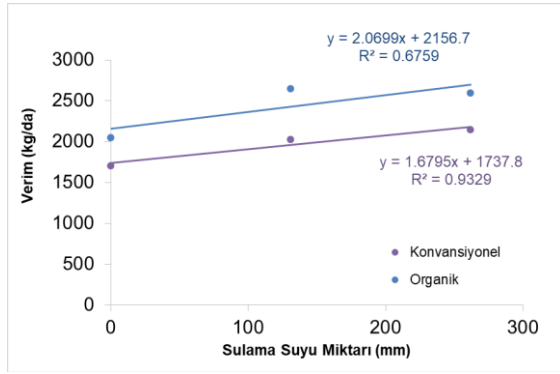


Figure 1. Water- Yield Relation (2019)
Şekil 1. Su- Verim İlişkileri (2019)

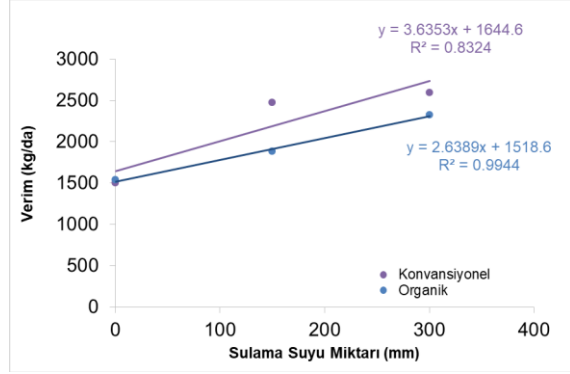


Figure 1. Water- Yield Relation (2020)
Şekil 2. Su- Verim İlişkileri (2020)

Sulama suyu ve meyve verimi arasındaki ilişkilerde 2020 yılı konvansiyonel tarım konuları (R^2 : 0.8324) 2019 yılı konvansiyonel tarım konularına (R^2 : 0.9329) göre daha zayıf bir ilişkiye sahipken, organik tarım konularında 2020 yılı (R^2 : 0.9944), 2019 yılı verilerine göre (R^2 : 0.6759) daha güçlü ilişki oluşturmuştur. Özbek ve Kaman (2019) üç farklı kavun çeşidi ile yaptıkları çalışmalarında su verim ilişkilerini 0.8827 ve 0.9994 arasında değişen R^2 değerleri ile açıklamışlardır. Çalışmamızdaki ilişkilerde yakın değerlerle açıklanmakta, sulama konuları olarak belirlediğimiz aralıkta su verim ilişkileri doğrusal artış göstermektedir.

Meyve verimini etkileyen unsurlar meyve boyutları ve meyve ağırlığı olarak ifade edilebilir (Dogan ve ark.,2008). Meyve boyutlarından, meyve çapı parametresi incelendiğinde her iki yıl içinde sulama düzeylerinin etkileri sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2019 ve 2020 yılı verilerine göre sırasıyla en düşük meyve çapı Kp1 konusunda 112.01 – 113.77 mm olarak saptanmıştır (Çizelge 3.). Sulama miktarının artışıyla birlikte meyve çapında genişleme gerçekleşmiştir. 2019 yılında gerçekleştirilen uygulamaların meyve boyuna olan etkisi Kp1 (112.01- 110.93 mm) konusunda en düşük değerleri verirken, Kp2 ve Kp3 konularında yakın değerler olarak istatistiksel olarak aynı gruplara dahil olmuştur (Çizelge 4.).

Meyvelerin boy ve çap değişimleri birlikte değerlendirildiğinde sulama miktarının artışıyla Kp2 ve Kp3 konularında meyve irilikleri artış göstermiştir. Meyvede irilik hücre büyüklüğü ve sayısı ile açıklanmakta ancak hücre iriliğinin daha önemli olduğu bildirilmektedir (Karaçalı, 2012). Hücrenin büyümesinde etkili faktörlerden biri hücrenin ozmotik basıncı ve buna dayalı su alım gücüdür. Bitkiler stres anında ozmotik düzenleme yaparak su dengesini korumaya çalışsa da su eksikliğinden meydana gelen hacim değişikliklerinin bu durumdan bağımsız olduğu belirtilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2008). Buna istinaden yapılan çalışmalarda meyve çapı ve meyve boyu değerlerinin sulama miktarının artışı ile arttığı belirtilmektedir (Abdel-Razzak et al., 2016; Yavuz, 2021).

Table 3. The effect of different cultivation techniques and different irrigation levels on fruit diameter in Hırsız Kacıran melon.

Çizelge 3. Hırsız kaçırın kavununda farklı yetiştiricilik teknikleri ve farklı sulama düzeylerinin meyve çapına (mm) etkisi.

Sulama Düzeyleri	2019		Sulama Düzeyi Ort.	2020		Sulama Düzeyi Ort.
	Yetiştiricilik Teknikleri Organik	Konvansiyonel		Yetiştiricilik Teknikleri Organik	Konvansiyonel	
Kp1	115.27	108.77	112.01 B	112.76	114.77	113.77 B
Kp2	119.82	121.85	120.83 A	124.53	130.51	127.52 A
Kp3	118.24	116.46	117.35 AB	126.56	131.17	128.86 A
Yetiştiricilik Teknikleri Ort.	117.78	115.69		121.28 B	125.48 A	
Önem Düzeyi	Ö.D.		*	*		**
LSD _{0.05}	-		6.772	4.066		6.077

Sulama düzeyi × Muhafaza Süresi: Ö.D. *: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, Ö.D.: Önemli Değil.

Yetiştiricilik tekniklerinin etkileri meyve çapı bakımından 2019 yılında istatistiksel olarak önemli bulunmazken 2020 yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2020 yılında organik tarım parseline (115.69 mm) göre konvansiyonel yetiştiricilik parseline (125.48 mm), daha geniş çaplı meyveler elde edilmiştir. Bu durumun konvansiyonel yetiştiricilikte kullanılan kimyasal gübreler sebebiyle yetiştirilen kuvvetli bitkilerden kaynaklanabileceği düşünülse de konular arasındaki farklılık çok yüksek bulunmamıştır. Yetiştiricilik teknikleri bakımından her iki yılda da meyve boyu değerlerinde uygulamalar arasında önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Guan ve ark. (2013)'nin 11 farklı kavun çeşidi ile yaptıkları çalışmada meyve boyutlarının çeşitlerin çoğu için organik tarım koşullarına kıyasla konvansiyonel tarım koşullarında azaldığı, Creme de la Creme ve Ginkaku çeşitlerinde ise arttığı belirlenmiştir. Araştırmacının çalışmasında daha çok çeşitlerin boyutları üzerinde etkisi göze çarpmaktadır. Tek populasyonla yaptığımız çalışmada meyve boyutlarının yetiştiricilik tekniklerinden ciddi oranda etkilenmediği söylenebilir (Çizelge 3- Çizelge 4).

Table 4. The effect of different cultivation techniques and different irrigation levels on fruit length in Hırsız Kaçıran melon.

Çizelge 4. Hırsız kaçırın kavununda farklı yetiştiricilik teknikleri ve farklı sulama düzeylerinin meyve boyuna (mm) etkisi.

Sulama Düzeyleri	2019		Sulama Düzeyi Ort.	2020		Sulama Düzeyi Ort.
	Yetiştiricilik Teknikleri			Yetiştiricilik Teknikleri		
	Organik	Konvansiyonel		Organik	Konvansiyonel	
Kp1	120.90	119.02	119.96 B	109.00	112.86	110.93 B
Kp2	132.37	128.69	130.53 A	121.74	122.21	121.97 A
Kp3	123.47	123.12	123.29 AB	118.86	126.88	122.87 A
Yetiştiricilik Teknikleri Ort.	125.58	123.61		116.53	120.65	
Önem Düzeyi		Ö.D.	*		Ö.D.	**
LSD _{0.05}		-	8.586		-	8.386

Sulama düzeyi × Muhafaza Süresi: Ö.D.

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, Ö.D.: Önemli Değil.

Meyve et kalınlığı her iki yılda da sulama düzeyleri bakımından sırasıyla istatistiksel olarak %5 ve %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Meyve et kalınlığı en düşük çıkan uygulama Kp1(18.89 – 16.12 mm) uygulaması olmuş, Kp2 ve Kp3 uygulamaları birbirine oldukça yakın değerler almıştır. Yetiştiricilik uygulamaları bakımından ise istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 5.). Barzegar (2018) kavunla ilgili yaptığı kısıtlı sulama çalışmasında meyve et oranını incelemiş ve en yüksek orana %100 ETC konusunda ulaşmıştır. Bu durumun meyve ağırlığı ile ilgili olduğu söylenebilir. Sulama kısıtlaması uygulanan bir çalışmada sulama miktarı azaldıkça meyve ağırlığı da azalmıştır (Abdel-Razzak, 2016). Meyve ağırlığını oluşturan öğelerden olan meyve etinde de bu nedenle düşüş beklenebilir. Çünkü meyve yaş ağırlığının asıl elemanı meyvede gelişme döneminde artan su miktarıdır. Özellikle kavun gibi meyveler gelişme dönemi sonunda kuru madde miktarını arttırarak ve bol su alarak irileşme eğilimine girmektedir (Karaçalı 2012). Bu nedenle sulama kısıtlamasında gelişme dönemi boyunca su alımı ile ilgili sınırlama yaşayan meyvelerin et kalınlığında azalma beklenebilir.

Table 5. The effect of different cultivation techniques and different irrigation levels on mesocarp width in Hırsız Kacıran melon.

Çizelge 5. Hırsız kaçırın kavununda farklı yetiştiricilik teknikleri ve farklı sulama düzeylerinin meyve et kalınlığına (mm) etkisi.

Sulama Düzeyleri	2019			2020		
	Yetiştiricilik Teknikleri		Sulama Düzeyi Ort.	Yetiştiricilik Teknikleri		Sulama Düzeyi Ort.
	Organik	Konvansiyonel		Organik	Konvansiyonel	
Kp1	18.29	19.51	18.89 B	15.09	17.15	16.12 B
Kp2	21.18	22.25	21.71 A	25.41	26.10	25.76 A
Kp3	19.79	19.27	19.53 AB	23.29	25.94	24.62 A
Yetiştiricilik Teknikleri Ort.	19.75	20.34		21.27	23.06	
Önem Düzeyi	Ö.D.		*	Ö.D.		**
LSD _{0.05}	-		2.392	-		2.948

Sulama düzeyi × Muhafaza Süresi: Ö.D.

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, Ö.D.: Önemli Değil.

Sulama düzeylerinin meyve kabuk kalınlıklarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yetiştiricilik uygulamaları karşılaştırıldığında her iki yılda da organik yetiştiricilik uygulamasından daha kalın kabuğa sahip meyveler elde edilmiştir (Çizelge 6). Buna rağmen yetiştiricilik uygulamaları da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Karaçalı (2012) kabuk kalınlığının pazarlama ve hasat sonrası dayanıklılık bakımından önem taşıyan mekanik direnç unsurlarından biri olduğunu ve özellikle kavun, karpuz gibi sebzelerin kabuklarının zararlanmaya karşı daha dirençli olduğunu bildirmektedir. Artan kabuk kalınlıkları bu bağlamda avantaj sağlamaktadır. Diğer yandan aynı araştırmacı bir ürünün ince kabuklu olmasının atılan kısmının daha az olmasına bunun da tüketici için olumlu olduğuna işaret etmektedir. Çalışmamızda gerçekleştirdiğimiz uygulamalar kabuk kalınlığı açısından önemsiz farklar oluşturarak her iki bakış açısı içinde olumsuz bir etki meydana getirmemiştir.

Table 6. The effect of different cultivation techniques and different irrigation levels on exocarp width in Hırsız Kacıran melon.

Çizelge 6. Hırsız kaçırın kavununda farklı yetiştiricilik teknikleri ve farklı sulama düzeylerinin meyve kabuk kalınlığına (mm) etkisi.

Sulama Düzeyleri	2019			2020		
	Yetiştiricilik Teknikleri		Sulama Düzeyi Ort.	Yetiştiricilik Teknikleri		Sulama Düzeyi Ort.
	Organik	Konvansiyonel		Organik	Konvansiyonel	
Kp1	3.29	2.82	3.05	2.38	2.43	2.40
Kp2	2.86	2.98	2.92	2.53	2.37	2.45
Kp3	2.56	2.73	2.64	2.35	2.34	2.34
Yetiştiricilik Teknikleri Ort.	2.90	2.84		2.42	2.38	
Önem Düzeyi	Ö.D.		Ö.D.	Ö.D.		Ö.D.
LSD _{0.05}	-		-	-		-

Sulama düzeyi × Muhafaza Süresi: Ö.D.

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, Ö.D.: Önemli Değil.

Meyvelerin çekirdek evi uzunlukları üzerine uygulamaların etkisi her iki yılda ve her iki uygulama için önemsiz bulunmuş olup, buna rağmen sulama suyu miktarlarının artışıyla konular arasında düzenli bir artış meydana gelmiştir. Bu artışın sulama uygulamalarından etkilenen meyve boyutlarının artışı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Çizelge 7.).

Table 7. The effect of different cultivation techniques and different irrigation levels on endocarp length in Hırsız Kacıran melon.

Çizelge 7. Hırsız kaçırın kavununda farklı yetiştiricilik teknikleri ve farklı sulama düzeylerinin meyve çekirdek evi uzunluğuna (mm) etkisi.

Sulama Düzeyleri	2019		Sulama Düzeyi Ort.	2020		Sulama Düzeyi Ort.
	Yetiştiricilik Teknikleri Organik	Konvansiyonel		Yetiştiricilik Teknikleri Organik	Konvansiyonel	
Kp1	68.47	66.43	67.45	69.75	70.61	70.18
Kp2	72.12	70.68	71.40	71.85	75.13	73.49
Kp3	76.84	69.15	72.99	72.92	76.29	74.61
Yetiştiricilik Teknikleri Ort.	72.47	68.75		71.51	74.01	
Önem Düzeyi		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD _{0.05}		-	-	-	-	-

Sulama düzeyi × Muhafaza Süresi: Ö.D.

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, Ö.D.: Önemli Değil.

Sonuç ve Öneriler

Gerçekleştirdiğimiz çalışma sonucunda yetiştiricilik uygulamaları yıllar arasında farklılık göstermiştir. 2019 yılında organik üretim parseline boyutları daha büyük meyveler ve buna bağlı olarak daha yüksek verim değerlerine ulaşılırken, 2020 yılında bu değerler konvansiyonel tarım parseline daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte meyve et kalınlığı her iki yılda da organik yetiştiricilik (19.75 – 21.27 mm) parseline göre konvansiyonel yetiştiricilikte (20.34 – 23.06 mm) daha olumlu sonuçlar vermiştir. Kabuk kalınlığı ise her iki yılda organik üretim parseline ait meyve örneklerinde (2.90 – 2.42 mm) konvansiyonel parsele kıyasla (2.84 -2.38 mm) daha yüksek bulunmuştur. Yetiştiricilik uygulamaları bakımından genel olarak konvansiyonel uygulamaların ön planda olması beklenir. Organik parselden elde edilen meyvelerin, konvansiyonel parselden elde edilenlerin gerisinde kalan özellikleri arasında çok büyük farklar oluşmadığı belirlenmiş ve popülasyonun organik koşullarda da yetiştirilebileceği kanısına varılmıştır.

Çalışmamızda etkileri değerlendirilen sulama düzeylerinden Kp1 konusu en düşük verime ve en küçük boyutlu meyvelere sahip olan konu olmuştur. Verimin su ile doğrusal olarak artış ilişkisi içinde olduğu çalışmamıza da yansımıştır. Sulama miktarının artışının verim artışıyla sonuçlandığı görülmektedir. Meyve boyutları ve meyve et kalınlıklarının yine sulama miktarının yükselmesiyle, artış eğilimine girdiği fakat 2019 yılında Kp2 konusunun daha iri meyveler oluşturduğu, 2020 yılında ise Kp2 ve Kp3 konusunun birbirine yakın büyüklükte meyvelere sahip olduğu görülmüştür. Et kalınlıklarında da benzer etki görülmesine rağmen en yüksek verim Kp3 konularından sağlanmıştır. Verim bakımından değerlendirildiğinde Kp3 konusu en yüksek verimi sağlamış olmakla birlikte Kp2 konusunda düşük verimli olarak bilinen yerel bir popülasyon olan Hırsız Kaçıran için yörede gerçekleşen verim değerlerine ulaşmış olması ve Kp3 konusu ile aynı istatistiksel grupta yer alması, Kp2 konusunun su tasarrufu gereken hallerde uygulanabilir bir sulama programı olabileceğini düşündürmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FDK-2020-3218. Çalışma Hatice Nihan ÇİFTÇİ'nin doktora tezinden üretilmiştir. Sözlü olarak International Global Climate Change Congress (3-5 June 2021) etkinliğinde sunulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

1. Yazarın katkı oranı %60, 2. yazarın katkı oranı %40.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abdel-Razzak, H., Wahb-Allah, M., Ibrahim, A., Alenazi, M., Alsadon, A., 2016. Response of Cherry Tomato to Irrigation Levels and Fruit Pruning under Greenhouse Conditions. *J. Agr. Sci. Tech.* 18: 1091-1103.
- Barzegar, T., Heidaryan, N., Loftu, H., Ghahremanin, Z., 2018. Yield, Fruit Quality and Physiological Responses of Melon Cv. Khatooni under Deficit Irrigation. *Adv. Hort. Sci.* 32(4): 451-458.
- Dogan, E., Kırnak, H., Berekatoglu, K., Bilgel, L., Surucu, A., 2008. Water Stress İmposed on Muskmelon (*Cucumis melo* L.) with Subsurface and Surface Drip İrrigation Systems under Semiarid Climatic Conditions. *Irrigation Sci.* 26: 131-138.
- Doorenbos, J., Prutt, W. O., 1992. Crop Water Requirements. FAO İrrigation and Drainage Paper no: 24, Rome, Italy.
- DSİ, 2021. DSİ 2019 Yılı Resmi Su Kaynakları İstatistikleri. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1344> (Erişim tarihi: 15.06.2021).
- Eylen, M., Kanber, R. ve Tok, A., 1986. Çukurova Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri ile Sulanan Çileğin Verim ve Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları 135. 77. 39s. Tarsus.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2018. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180110-1.htm>. (Erişim tarihi: 16.04.2019).
- Guan, W., Zhao, X., Treadwell, D.D., Alligood, M. R., Huber, D.J., Dufault, N. S., 2013. Specialty Melon Cultivar Evaluation under Organic and Conventional Production in Florida. *Horttechnology.* 23 (6): 905-912.
- Kanber, R., Köksal, H., Önder, S., Eylen, M., 1996. Farklı Sulama Yöntemlerinin Genç Portakal Ağaçlarında Verim, Su Tüketimi ve Kök Gelişimine Etkileri. *J.of. Agriculture and Forestry.* 20 (1996) 163 – 172.
- Karaçalı, İ., 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması (8. baskı). Ege Üniv. Yayınevi s. 486, Bornova İzmir.
- Keshavarzpour, F., Rashidi, M., 2011. Response of Crop Yield and Yield Componenets of Cantaloupr to Drought Stres. *World Appl. Sci. Jour.* 15 (3): 382-385.
- MGM, 2020. MGM, Çanakkale İlinin İklim Durumu. http://izmir.mgm.gov.tr/FILES/iklim/canakkale_iklim.pdf (Erişim tarihi: 04.10.2020).
- MGM, 2021. MGM, Kuraklık Analizi. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfb> (Erişim tarihi: 15.06.2021).
- Nwokwu, G.N., Ekwu, L.G., Utobo, E.B., 2018. Effect of Water Stress at Different Phenological Stages of Muskmelon (*Cucumis melo* L). *Indian J. Agric. Res.* 52 (4): 452-455.
- Özbek, Ö., Kaman, H., 2019. Growing of Melon Irrigated with Drip Irrigation. *Scientific Papers. Series B, Horticulture.* Vol. LXIII, No. 1.
- Park, E., Luo, Y., Marine, C.S., Everts, K.L., Micallef, S.A., Bolten, S., Stommel, J., 2018. Consumer Preference and Physicochemical Evaluation of Organically Grown Melons. *Postharvest Biology And Technology.* 141:77-85.
- Sharma, S.P., Leskovar, D.I., Crosby, K.M., Volder, A., Ibrahim, A.M.H., 2014. Root Growth, Yield, and Fruit Quality Responses of Reticulatus and İnodorus Melons (*Cucumis melo* L.) to Deficit Subsurface Drip İrrigation. *Agricultural Water Management.* 136: 75-85
- Sönmez, İ., 2011. Konvansiyonel Koşullarda Geliştirilen Bazı Sanayi Domatesi Hatlarının Organik Koşullara Uygunluklarının Belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s.116.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki Fizyolojisi (3. Baskıdan Çeviri). Palme Yayıncılık, s.690. Ankara.
- TÜİK, 2021. TÜİK, Üretim İstatistikleri <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 15.06.2021).
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, s. 368, İzmir.
- Yavuz, N., 2021. Can Grafting Affect Yield and Water Use Efficiency of Melon under Different İrrigation Depths in a Semi-Arid Zone? *Arabian Journal of Geosciences* 14:1118.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Carpet Art As A Source of Inspiration in Urban Landscape Design

Reyhan Erdogan¹  Dicle Nur Demirhan¹  Rifat Olgun^{2*} 

¹Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Akdeniz University, Antalya, Turkey

²Department of Park and Horticulture, Serik G-S. Sural Vocational School of Higher Education, Akdeniz University, Antalya, Turkey

*Sorumlu yazar: rifatolgun@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.05.2022

Kabul Tarihi: 29.11.2022

Abstract

One of the sources of inspiration used to increase the aesthetic value of a design product is the traditional arts owned by that culture. When the Turkish traditional art is examined, it is seen that the oldest art is the art of carpet. For this reason, Turkish carpet art was used as a means of inspiration in urban landscape designs. The aim of the research is to emphasize the importance of using local and cultural values as inspiration in urban landscape designs and to provide urban landscape design proposals for the preservation and transfer of these values to future generations. In this context, "Döşemealtı" carpets belonging to the Antalya region, which have a significant place in terms of traditional carpet art in Turkey, are considered as a source of inspiration in urban landscape design. In this context, the characteristic features of Döşemealtı Carpets, which are among the traditional Turkish carpets, are reflected in the designs. And aesthetically and physically successful urban reinforcement elements that can be offered to the use of the city have been designed. Thus, the characteristic features of Döşemealtı carpets in traditional Turkish carpets are reflected in urban landscape designs.

Keywords: Inspiration, traditional art, carpet art, landscape design, reinforcement element.

Kentsel Peyzaj Tasarımında İlham Kaynağı Olarak Halı Sanatı

Öz

Bir tasarım ürününün estetik değerini artırmak için kullanılan ilham kaynaklarından birisi de o kültürün sahip olduğu geleneksel sanatlardır. Türk geleneksel sanatı incelendiğinde en eski sanatın halı sanatı olduğu görülmektedir. Bu nedenle kentsel peyzaj tasarımlarında Türk halı sanatı bir esin kaynağı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın amacı, yerel ve kültürel değerlerin kentsel peyzaj tasarımlarında ilham kaynağı olarak kullanılmasının önemini vurgulamak ve bu değerlerin korunması ve gelecek nesillere aktarılması için kentsel peyzaj tasarım önerileri sunmaktır. Bu bağlamda Türkiye'de geleneksel halı sanatı açısından önemli bir yere sahip olan Antalya yöresine ait "Döşemealtı" halıları, kentsel peyzaj tasarımında bir ilham kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda geleneksel Türk halıları içerisinde yer alan Döşemealtı Halılarının sahip olduğu karakteristik özellikler tasarımlara yansıtılmış ve kentin kullanımına sunulabilecek estetik ve fiziksel açıdan başarılı kentsel donatı elemanları tasarlanmıştır. Böylece Döşemealtı halılarının geleneksel Türk halılarındaki karakteristik özellikleri kentsel peyzaj tasarımlarına da yansıtılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlham, geleneksel sanat, halı sanatı, peyzaj tasarımı, donatı elemanı.

Introduction

As in many disciplines, from natural sciences to architecture, engineering, city and regional planning, and fine arts, landscape architecture is based on the act of design. In this context, it is necessary to understand what design is and its importance. In a general sense, design is to portray the form of anything in the mind and prepare the first form or model that can be written. Design, which has no direct relation to objective reality, is a bridge between perception and concept. In other words, design is a purposeful intellectual production (Booth, 1989; Milburn and Brown, 2003; Yasar and Düzgünes, 2013). Landscape design, as in other design disciplines, follows a path that reaches the product from the synthesis of unconscious, cognitive, and internal processes of determining the problem, revealing the needs, creating ideas for preparing the design, and maturing the idea. The most

important feature that is unconditionally needed in this whole process is creativity (Erdogan and Olgun, 2019; Li and Liu, 2020).

Therefore, designers need inspiration and extensive research to develop their creativity before the design stage. During the design process, the designer feeds the imagination through different channels, and at the end of this feeding process, the abstract ideas of the imagination turn into concrete products. Nurturing imagination and creativity can be achieved by well analyzing the source of inspiration and undergoing extensive research. The said inspiration can arise from interaction with an object that the designer sees around him or her, as well as from interaction with factors such as abstract concepts, historical events, cultural and traditional habits, and living conditions. So, it is almost impossible to limit inspiration (Kocabas Atilgan, 2014; Fadamiro and Adedeji, 2016).

Landscape architects are inspired by a variety of landscape designs. The term “resources of inspiration” here refers to the conscious use of previous designs and other resources as a reference to the solution of the current problem (Eckert and Stacey, 2000; Cai and Do, 2010). In this context, inspiration resources play a significant role in the design process as a trigger for the development of ideas and in the structuring of mental representations of designs. It enhances creativity and encourages the development of innovative solutions by defining a context for new designs and directing their formation (Eckert and Stacey, 2000; Setchi and Bouchard, 2010; Mete, 2006; Mumcu and Düzenli, 2018; Marques and Grabasch, 2021). Because of that, investigating the sources of inspiration in the early stages of the design process is an important step for designers and is a common activity regardless of the level of mastery/experience in design (Goncalves and Cardoso, 2011; Goncalves and Cardoso, 2014; Mumcu and Düzenli, 2018; Ikudayisi and Odeyale, 2021).

One of the sources of inspiration used to increase the aesthetic value of a design product is the traditional arts owned by that culture. In the case of Turkish traditional art, it seems that its oldest art is the art of weaving and therefore the art of carpet. In this context, the carpet business is a branch of the ‘weaving’ culture that dates back to the centuries before BC. (Gorgünay Kirzioglu, 2001). Although weaving was born as a production caused only by the necessity of adapting to the natural environment of man, it has increasingly become an art of pleasure subtlety with examples of fashion and space arrangement within the socio-cultural life environment. Therefore, carpets have a privileged place in the cultural heritage. Turkish carpets with weaving style, technique, icons, paints, and colours, as well as tradition, exhibit the technical, economic, artistic, and aesthetic, values of the period in which they were produced (Aytac, 2016; Güral, 2019). Hence, the use of traditional Turkish carpet art as a means of inspiration in landscape designs is of great importance in terms of the originality of the designs of the region. At the same time, it is important to preserve the cultural texture of cities that grow and change like a living organism and to include designs suitable for the identity of the city (natural and cultural structure) in terms of highlighting the authentic structure of the cities (Angin et al., 2020). But in today’s landscape designs, there is not enough work to use local values as an inspiration.

In this context, the aim of the research is to emphasize the importance of using local and cultural values as inspiration in landscape designs and to provide landscape design proposals for the preservation and transfer of these values to future generations.

Materials and Methods

Antalya is surrounded by Taurus mountains, which run parallel to the sea in the South of the Mediterranean Sea, and borders the provinces of Icel, Konya, and Karaman in the East, Isparta, and Burdur in the North, and Mugla in the West. It has an area of 20815 km² and accounts for 2.6% of the area of Turkey (Sari, 2012; Olgun and Erdoğan, 2016). Antalya is one of the most significant cities of Turkey, recognized by the world with its natural and cultural riches and developments in recent years Turkey (Erdogan and Olgun, 2016; Engin and Erdogan, 2020). Döşemealtı district is located on a wide plateau in the North of Antalya, about 20 km from the city. According to the 2020 data of the Turkish Statistical Institute (2021), the district, which has a population of 69300, is famous for its handwoven carpets (Figure 1).



Figure 1. Location map of the research area (Anonymous, 2022)

The history of the Döşemealti region dates back to the Paleolithic Age (600.000-100.000 BC). Karain and Oküzini caves located near the village of Yagca provide information about the life levels of the first human communities living in the region. Archaeological excavations in the Gökhöyük and Bademagaci mounds in the district belong to the Neolithic and Mining ages (BC.3000-1200) (Döşemealti District Governorship, 2021).

Carpets woven on stalls called “ıstar” in this region are called Döşemealti carpet in the literature. These carpets constitute the main material of the research. Döşemealti carpets have an important place in Turkey in terms of traditional carpet art. One of the biggest features of Döşemealti carpets is that they are usually small in size (Döşemealti Municipality, 2021) (Figure 2).



Figure 2. Döşemealti carpet samples included in the traditional Turkish carpet art (Apgem, 2012)

The research was carried out in 3 stages.

At the first stage of the research, the purpose and scope of the research were determined and the literature (project, book, thesis, article, paper, report, etc.) scans were made. In this context, socio-economic and socio-cultural information and data belonging to design, landscape design, inspiration, traditional arts, and carpet art and the Döşemealti region, which is the field of the research, were obtained. In addition, institutions/organizations and experts related to this issue were interviewed.

In the second phase of the research, the carpets of Döşemealti were examined in detail and the original motifs, patterns, and colours on these carpets were determined. With determined motifs and patterns, visually rich and original esquisse designs have been created suitable for the region. The esquisse obtained were digitized in a computer environment with AutoCAD software belonging to Autodesk. Two-dimensional digitized plan, cross-section, and views are 3d rendered through the SketchUp program. The resulting 3d models were rendered in Lumion, an architectural visualization software. Images of 3d urban reinforcement elements prepared through software were evaluated together with experts in the municipality of Döşemealti and the necessary corrections were made as a result of these evaluations. Thus, the characteristic features of Döşemealti carpets in traditional Turkish carpets are reflected in the designs and aesthetically and physically successful urban reinforcement elements that can be presented to the use of the city are designed.

In the final phase of the research, the effects of landscape designs on urban identity, aesthetics, landscape, and image were evaluated and the interactions of different disciplines such as carpet art and landscape architecture were discussed.

Results and Discussion

Döşemealti carpets are examined in 2 groups in terms of their composition characteristics. The first group consists of rectangular carpets expressed as “Halıelli”, Camili and Yıldızlı” carpets. In these carpets in the first group, the middle floor is very fragmented. The idea of infinity prevails especially on the floor of Halıelli and Yıldızlı carpets. Mihrab and double Mihrab carpets are the second type of carpet. A single Mihrab is usually seen in quarters, which are called prayer. The double

mihrab is more commonly seen on runners and mats. “Dallı, Toplu, Akrepli Toplu and Yastık Yanışlı Toplu” carpets are included in this group (Sirin, 1994). As with all Anatolian carpets, Dösemealti carpets get their name from the floor arrangement. This nomenclature is made either according to the floor motif or according to the floor composition (Turkey Culture Portal, 2021) (Figure 3).



Figure 3. a. Camili, b. Yıldızlı, c. Dallı, d. Akrepli (Apgem, 2012)

In the floor composition, except for Halielli and Mihrab carpets, odd-numbered groupings such as 1, 3, 5, and 7 motif groupings are noted. The same grouping is observed in the borders surrounding the floor from the inside to the out. This odd number idea stems from the Islamic faith and represents the belief in one God (Eren, 1977; Ministry of National Education, 2020). The most commonly used floor motifs in Dösemealti carpets are seen as flowers and folds, saddlebag water, stars, butterflies, and Arab. In addition, jingle, hand, and Scorpio motifs are among the other floor motifs seen on Dösemealti carpets (Sirin, 1994).

Every motif and composition used in Turkish carpet and rug art has a meaning, as well as the motifs and patterns in Dösemealti carpets have many meanings. For example, a motif inspired by Bathurst burr (*Xanthium strumarium L.*), a plant that clings to people's clothes and animals' clothes, is believed to ward off evil looks (Bozkurt, 2020). It is also thought that this motif is a symbol of abundance. Again, the tree of life motif used in Dösemealti carpets is a symbol of eternity. This motif is the symbol of the search for immortality and the hope that there is a life after death (Ministry of National Education, 2007). These patterns and motifs, which date from thousands of years to the present day, are in the form of symbols that express the situation, emotions, social status, migration, disaster, joy, grief, longing, and desires of those who weave them (Demirhan, 2019).

The colours used in carpets and rugs woven in various regions of Anatolia are gathered around the three main colours. They are red, yellow, and blue. Other colors are obtained from a mixture of these main colours. Colors are arranged on the basis of contrast in carpet and rug weaving. No color can cloak another colour. However, one color can strengthen the prominence of another colour. Dösemealti carpets are also coloured according to this principle (Seyirci, 1989). When looking at the carpet, it is possible to see the sadness and joys of the fabric in colours and motifs. In this context, is a number of symbolic meanings expressed by the colours used in the region. For example, the richness of red on carpets expresses happiness and joy while the green colour expresses religious beliefs, heaven, and eternal happiness. Blue symbolizes nobility and glory, yellow symbolizes protection from evil, and black symbolizes purification from world troubles (Eren, 1977; Ministry of National Education, 2020).

Urban Reinforcement Element Designs Inspired by Dösemealti Carpets

The star, which is a symbol of productivity and light depicting the sky, is used as a floor and border motif on Dösemealti carpets. In this context, the seating element was designed with the forms obtained as a result of graphical studies inspired by the star motif. It was considered in the design of the seating element to provide users with a comfortable and aesthetic resting area. The 35 cm wide section, made into the resting part of the seating element, is designed to serve as a table on which users can eat, put their laptops or drinks. In this way, the seating element will offer its users a double-sided

and versatile use. As a result, the seating element will have a dual-sided and versatile use for its users. A tree grid design with the same motif has also been created to ensure that the seating unit design in the area is consistent (Figure 4).

The spinning wheel motif, which is used as a border on Döşemealti carpets, is coloured blue-burgundy-white and navy blue. In addition to being used in Döşemealti carpets, this motif is seen in most Anatolian rugs (Sirin, 1994). In a seating element design inspired by the spinning wheel motif, the spinning wheel motif was completely abstracted and interpreted as a sitting unit. Also, the design seating element is suitable for use as a tree-bottom seating unit. In this context, the user will be able to establish a social connection with other users and benefit from the shade of the tree and the refreshing smell of the plants in the flower boxes.

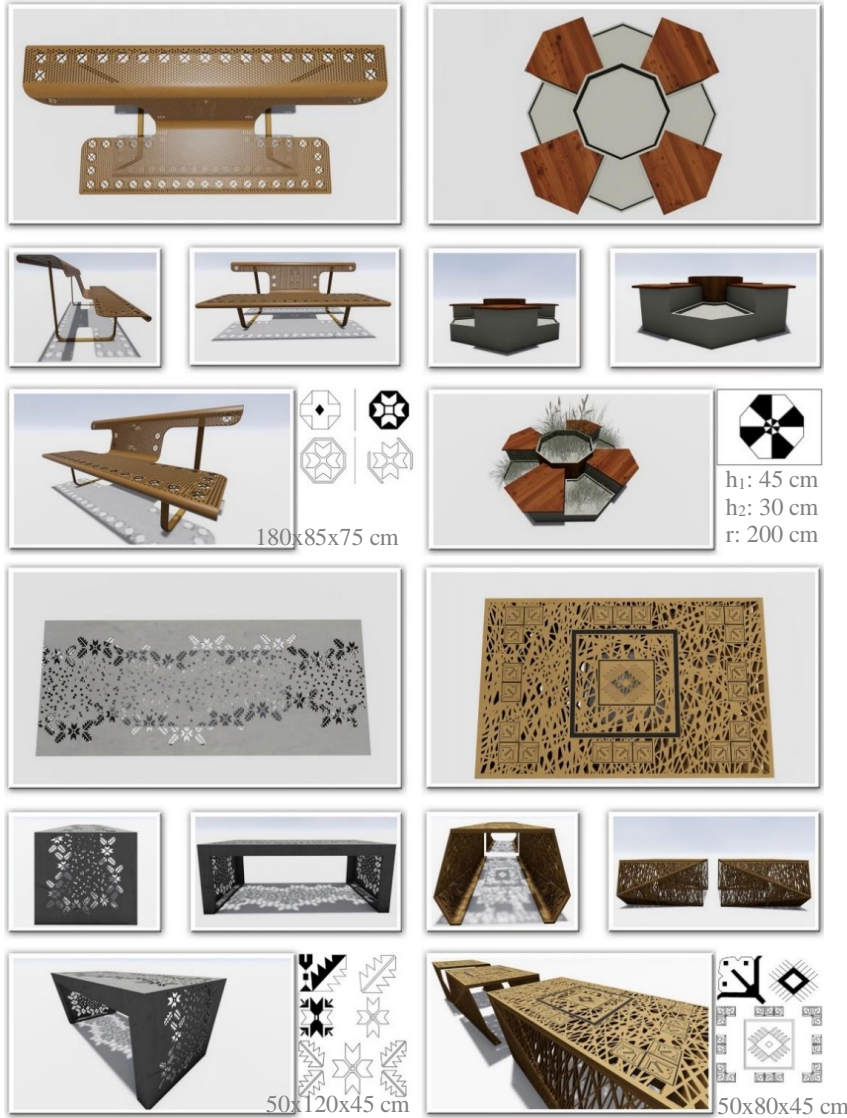


Figure 4. Designed seating elements inspired by Döşemealti carpet motifs

The leaf motif of Mersin, which is used as a border motif in Döşemealti carpets, is seen with the part next to it that looks like a goblet. It is mostly coloured red-white and green-red on a white background. The part of the leaf is arranged diagonally to the border while the part resembling the goblet is arranged perpendicular to the side of the edges of the border (Eren, 1977). In addition to being a symbol of fertility, the Mersin leaf motif used in the design was preferred because it is a landscape motif used in carpets. In addition, the design has been enriched with the star motif. Design with the inspiration of the Mersin leaf motif on Döşemealti carpets, the bench is a comfortable sitting element where people who are constantly walking in streets, squares, and open-air shopping areas can relax when they are tired. Offering double-sided seating according to the density and view of the space, the bench is an elegant reinforcement element with aesthetically fine details. It is suitable for

both indoor and outdoor use with this aspect. Lighting unit models, inspired by a similar motif, will also provide integrity in the place when used together with the benches and increase the value of the place aesthetically (Figure 5).

The tulip motif used in Dösemealti carpets and rugs is a stylized floral motif. The branch parts are green, and the flower parts are white or red (Sirin, 1994). The cocklebur motif was used as the middle motif in the bench design decorated with a tulip motif. Inspired by these two motifs, the bench has an aesthetic and functional structure with modern lines and modular structure used in addition to traditional patterns. The modular design of the bench design makes it easier to use in narrow areas, as well as to provide seating as needed by users in large and crowded areas.

Tutmac water border is one of the oldest border motifs used in Dösemealti carpets. It is used as a wide border on old carpets while today it is used as a narrow border. Tutmac water border is formed by sorting the knife tip motifs located on the sides of the star motif called “Tutmac Ball” (Sirin, 1994; Demirhan, 2019). This motif used in the waste bin can give the design of the waste bin a dynamic structure. While the patterns found in the edge frame remind users of the carpet border, they also appeal to the eye with their modern structure.

Another old ground motif used in Dösemealti carpets is the ball motif. A stylized flower is seen in the middle of the motif, which is red, white, green, and blue. Inspired by a representation of the ball motif used in Dösemealti carpets, the bus stop located in urban reinforcement elements was designed. In the created design, the Dösemealti carpets were reduced to the simplest and used on the ceiling of the bus stop. Herewith, at the bus stops, a shadow was created on the floor under the influence of sunlight during the day and lighting elements at night, and it was thought that this would evoke the carpet in users.

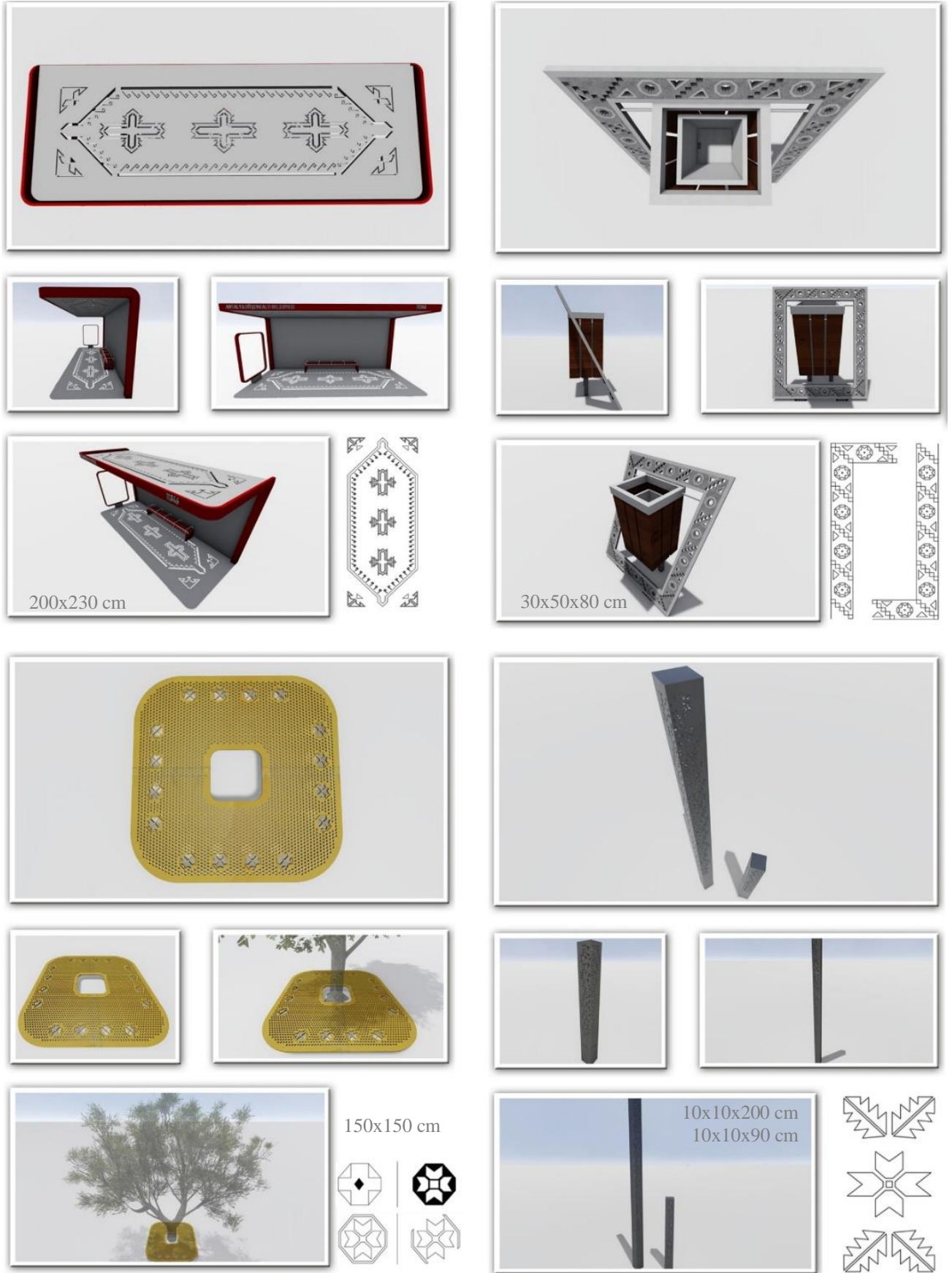


Figure 5. Designed reinforcement elements inspired by Döşemealtı carpet motifs

Conclusions

Today, the comfort and aesthetic understanding of societies is changing, thanks to changing conditions and ever-evolving means of communication. With the developing technology, cities that are very similar to each other are formed. However, every city has its own unique structure, different culture, and natural structure. Accordingly, different urban furniture and landscape designs designed for each city are needed. For this reason, designers turn to innovations and different sources of inspiration in order to create cities with aesthetic values, modern and identity. In this context, it is of great importance in research on urban furniture and landscape designs.

In this research, the motif, pattern, colour, and composition features of the Döşemealtı carpets, which have an important place in Turkish carpet art and are woven in the Antalya region, are reflected in the landscape design. For this reason, the research is important in terms of increasing interdisciplinary cooperation and opening new horizons for landscape designers. Changing and reconstructing the urban aesthetics and texture with a rich understanding of art blended with Turkish culture for centuries is important both in terms of preserving our culture and transferring it to future generations.

In this context, the aim of the urban reinforcement elements designed by being inspired by the Döşemealtı carpets is the idea that the reinforcement elements created with local motifs will positively affect the perception of the users. In addition, reflecting the traces of traditional art on urban reinforcement elements will contribute to the survival of this art and the creation of cities/spaces with identity.

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the article.

Conflicts of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

- Angin, S.N., Akpınar Külekçi E., Yılmaz H., 2020. Examining the relationship between urban identity and cultural landscape in authentic culture in the example of Erzurum province. *Urban Academy*. 13(3): 556-569.
- Anonymous, 2022. Döşemealtı. <https://tr.wikipedia.org> , accessed 11 March 2022.
- Apgem, 2012. From Tradition to The Future, Döşemealtı Carpeting. Akdeniz University Project Development, Application and Research Center, Antalya.
- Aytaç, A., 2016. From Seljukians to today a case study in carpet business in Konya: A colour analysis of a Seljukian carpet. *Selcuk University Journal of Seljuk Studies*. 5: 227-238.
- Booth, K.N., 1989. *Basic Elements of Landscape Architectural Design*. Illinois, US: Waveland Press.
- Bozkurt, S., 2020. The meanings of motives used in traditional Turkish carpet art: Semiotic analysis on Sındırgı-Yağcıbedir carpets. *Gümüşhane University Faculty of Communication Electronic Journal*. 8(1): 697-731.
- Cai, H., Do, E.Y.L., Zimring, C.M., 2010. Extended linkography and distance graph in design evaluation: An empirical study of the dual effects of inspiration sources in creative design. *Design Studies*. 31 (2): 146-168.
- Demirhan, D.N., 2019. Effect of inspiration in landscape design, case of carpet art. Akdeniz University Institute of Natural and Applied Sciences, Landscape Architecture Department, MSc Thesis, 87 s.
- Döşemealtı District Governorship, 2020. About the district of Döşemealtı. <http://www.dosemealti.gov.tr/> , accessed 11 March 2022.
- Döşemealtı Municipality, 2016. Döşemealtı carpets. <http://www.dosemealti.bel.tr> , accessed 11 March 2022.
- Eckert, C.M., Stacey, M., 2000. Sources of inspiration: a language of design. *Design Studies*. 21 (5): 523-538.
- Eckert, C.M., Stacey, M., Clarkson, P.J., 2000. Algorithms and inspirations: creative reuse of design experience. *Proceedings of the Greenwich 2000 symposium: digital creativity*, 1-10.
- Engin, E.F., Erdogan, R., 2020. Evaluation of republican city parks in the case of Karaalioglu Park. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*. 22 (1): 22-37.
- Erdogan, R., Olgun, R., 2019. Sources of inspiration in landscape design. In: N. Ciftci, M. Dinc and M. Sahin (eds.) *New Perspectives in Science and Technology*. Ankara, Turkey: Cizgi Bookstore, pp. 30-38.
- Erdogan, R., Olgun, R., Tülek B., Zaimoglu, Z., 2016. Investigating the provisions of bicycle use and inclinations of riders: Konyaalti (Antalya) case study. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. 2 (5): 1368-1380.

- Eren, N., 1977. Antalya-Döşemealti old and new carpets. *Journal of Turkish Ethnography*. 16 (1): 35-42.
- Fadamiro, J.A., Adedeji, J.A., 2016. Cultural landscapes of the Yoruba of South-Western Nigeria demystified as solidified time in space. *Space and Culture*. 19 (1): 15-30.
- Goncalves, M., Cardoso, C., Badke-Schaub, P., 2011. Around You: How Designers Get Inspired. *International Conference on Engineering Design, ICED11*, 15-18 August 2011, Technical University of Denmark.
- Goncalves, M., Cardoso, C., Badke-Schaub, P., 2014. What inspires designers? preferences on inspirational approaches during idea generation. *Design Studies*. 35 (1): 29-53.
- Görgünay Kızıoğlu, N., 2001. Common mistakes in the Turkish world from Altays to Tunaboyu (motifs). Ankara, Turkey: Ministry of Culture Publications.
- Güral, M., 2019. Examination of Cappadocian carpets between 17-19. centuries. Marmara University, Fine Arts Institute, MSc thesis, 321 s.
- Ikudayisi, A.E., Odeyale, T.O., 2021. Designing for cultural revival: African housing in perspective. *Space and Culture*. 24 (4): 617-634.
- Kocabas Atilgan, D., 2014. The effect of inspiration and research in fashion design on creativity. *The Journal of Academic Social Science Studies*. 27 (1): 471-487.
- Li, Y., Liu, P., Wang, D., 2020. Research on the design of urban garden landscape district based on ecological concept. *Fresenius Environmental Bulletin*. 29: 1556-11564.
- Marques, B., Grabasch, G., McIntosh, J., 2021. Fostering landscape identity through participatory design with indigenous cultures of Australia and Aotearoa/New Zealand. *Space and Culture*. 24 (1): 37-52.
- Mete, F., 2006. The creative role of sources of inspiration in clothing design. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 18 (4): 278-293.
- Milburn, L.A.S., Brown, R.D., 2003. The relationship between research and design in landscape architecture. *Landscape and Urban Planning*. 64: 47-66.
- Ministry of Culture and Tourism, 2021. Döşemealti carpets. <https://antalya.ktb.gov.tr/>, accessed 5 March 2022.
- Ministry of National Education, 2007. Craft technology rug weaving. <http://www.megep.meb.gov.tr/>, accessed 3 March 2022.
- Ministry of National Education, 2012. Craft technology, preparation for weaving Döşemealti carpet. <http://www.megep.meb.gov.tr/>, accessed 7 March 2022.
- Mumcu, S., Düzenli, T., 2018. Conceptual approaches and their inspiration sources in landscape architecture design studio. *Megaron*. 13 (4): 665-678.
- Olgun, R., Erdogan, R., 2016. Urban furniture and user satisfaction: the example of Antalya Gulluk Avenue. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*. 66 (2): 674-682.
- Sari, C., 2012. Kumluca. In: C. Sarı, H. Demirkaya, S. Kurt and B. Çeçen (eds.) *From past to present Antalya*. Antalya, Turkey: Antalya Provincial Directorate of Culture and Tourism, pp. 377-389.
- Setchi, R., Bouchard, C., 2010. In search of design inspiration: a semantic-based approach. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*. 10 (3): 1-23.
- Seyirci, M., 1989. An interesting example of the Döşemealti carpets. *Journal of Culture and Art*. 1 (3): 82-84.
- Sirin, N., 1994. Döşemealti carpets. Selcuk University, Institute of Social Sciences, MSc Thesis, 190 s.
- Turkey Culture Portal, 2019. Döşemealti carpet-Antalya. <https://www.kulturportali.gov.tr/> , accessed 9 March 2022.
- Turkish Statistical Institute, 2020. Address based population registration system. <https://data.tuik.gov.tr/> , accessed 5 March 2022.
- Yasar, Y., Düzgünes, E., 2013. Integration of sustainability concept to landscape design: a studio work. *Inönü University Journal of Art and Design*. 3 (7): 31-43.



Research Article

Biogas Energy Awareness of Livestock Farmers: The Case of Çanakkale Province

Onur Gültakın¹  Bengü Everest^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Agricultural Economics, 17010, Çanakkale

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 17010, Çanakkale

*Corresponding author: beverest@comu.edu.tr

Received Date: 15.06.2022

Accepted Date: 01.11.2022

Abstract

The energy needed in the world is met from fossil sources or renewable energy sources. Renewable energy sources consist of sources that can feed themselves. Humans produce waste material during both production and consumption.

Most of the wastes are organic-based wastes with energy potential. It is possible to produce bioenergy from organic-based waste. In addition to being one of the renewable energy sources, biogas energy provides waste recycling. It is a lower cost energy and fertilizer source compatible with nature. As a result of biogas production, the factors that threaten the environment and human health disappear. In addition, organic wastes do not disappear after the process and turn into valuable organic fertilizer. This study was carried out in Örtülüce village of Biga district, where livestock enterprises are the most in Çanakkale. In the research, the awareness of livestock farmers about biogas energy was examined. According to the findings obtained from the study, 25.3% of the farmers believe that only electricity is produced from biogas, 17.8% know that biogas energy production facilities pollute the environment. On the other hand, 97.3% of the farmers have heard of the concept of biogas before. Also, 49.31% of farmers are willing to participate in biogas investments. Age, level of education, and internet use are found to be influential in farmers' decisions.

Keywords: Farmer, Biogas, Awareness, Logistic Regression, Çanakkale

Hayvancılık İşletmelerinin Biyogaz Enerjisi Farkındalığı: Çanakkale İli Örneği

Öz

Dünyada ihtiyaç duyulan enerji fosil kaynaklardan ya da yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları kendi kendilerini besleyebilen kaynaklardan oluşmaktadır. İnsanlar hem üretim hem de tüketim sırasında atık madde üretirler. Atıkların çoğu, enerji potansiyeli olan organik bazlı atıklardır. Organik bazlı atıklardan biyoenerji üretmek mümkündür. Biyogaz enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olmasının yanı sıra atıkların geri dönüşümünü de sağlamaktadır. Doğayla uyumlu daha az maliyetli bir enerji ve gübre kaynağıdır. Biyogaz üretimi sonucunda doğayı ve insan sağlığını tehdit eden faktörler ortadan kalkmaktadır. Ayrıca organik atıklar işlemden sonra kaybolmaz ve değerli bir organik gübreye dönüşür. Bu çalışma Çanakkale ilinde hayvancılık işletmelerinin en fazla olduğu Biga ilçesi Örtülüce köyünde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada hayvancılık yapan çiftçilerin biyogaz enerjisi konusundaki farkındalıkları incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, çiftçilerin %25,3'ü biyogazdan sadece elektrik ürettiğini, %17,8'i biyogaz enerji üretim tesislerinin çevreyi kirlettiğini bilirken, çiftçilerin %97,3'ü biyogaz kavramını daha önce duymuştur. Çiftçilerin %49,31'i biyogaz yatırımlarına katılma konusunda isteklidir. Çiftçilerin bu kararlarında yaş, eğitim düzeyi ve bilgiye ulaşmada internet kullanımını etkili bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çiftçi, Biyogaz, Farkındalık, Lojistik Regresyon, Çanakkale

Introduction

As long as human civilization has existed, it has needed an energy source. With the agricultural revolution, people can access the energy they need to live more efficiently. Villages and towns were created with the energy they obtained through agricultural production, and their basic needs were procured. With the beginning of procurement, the basic needs and ideas emerged. Human civilization with access to energy has advanced in the fields of art and science.

Before the industrial revolution, the energy source used in the production with simple tools and the participation of a small number of people was muscle strength. After the industrial revolution, production started to be done with machines working with heat energy. In this period, the production was carried out with steam machines using the heat energy obtained from burning coal (Günay, 2002). The realization of the industrial revolution led human civilization to seek more energy than the agricultural revolution, and the detection and use of fossil fuels in the world increased. When the heat energy obtained from coal was not enough, other fossil energies such as oil and natural gas began to be used over time. Human civilization began to use these energies and the products produced from these energies intensively. In today's life, human society primarily supplies energy from fossil sources (IEA, 2012). The damage caused by fossil energy sources to the atmosphere and nature, and the greenhouse gases they cause, especially carbon, affect our atmosphere and, therefore our climate (Abdeshahian *et al.*, 2010; Abdeshahian *et al.*, 2016).

Fossil energy sources, which change the living spaces of living things as waste and climatically, are also the primary source of global warming. Climate changes after global warming have damaged the habitats of animals on a micro and macro scale. Due to global warming, which affects the coasts of many countries, especially polar regions, the melting of glaciers becomes unstoppable with the continued use of fossil energy sources. The amount of carbon dioxide resulting from the use of fossil energy sources is increasing in the atmosphere. CO₂, around 280 ppm in the atmosphere in 1750, reached 380 ppm in 2005 and 410 ppm in 2019 (Lindsey, 2020). Instead of fossil energy sources, renewable energies compatible with nature should be used.

The positive aspects of choosing renewable energy sources are: obtaining multiple alternative fuel types, decreased dependence on a single energy source, the decrease in the cost of the energy offered for consumption due to the increasing energy resources, and providing import substitution in countries that are poor in fossil energy resources. Being an energy source that does not cause health problems and does not produce waste compared to non-renewable energy sources, the renewable energy sources have positive effects on environmental pollution, water, and air pollution and provides new employment areas (Ploetz *et al.*, 2016).

There is a strong link between climate change and renewable energy. As the share of use of renewable energy sources increases, the use of fossil-based non-renewable fuels will decrease, and it will provide an opportunity to prevent any damages, including harmful gas emissions. Fossil energies are formed due to some thermodynamic activities under the layers of organic-based wastes millions of years ago. The accumulation of organic matter continues today.

Plant and plant wastes, household wastes, garden wastes, forest, and paper industry wastes, food wastes, vegetable products, animal production, textile and leather, domestic and workplace organic wastes, treatment plant wastes, etc. inert and residual organic materials accumulate in significant amounts today. The way to combat these organic wastes and benefit from them is through biogas energy. Human civilization and other living things on earth are constantly producing organic waste. People, especially farms, make tons of organic waste daily. The amount of waste collected by municipal dumps in our country in 2020 is 32.3 million tons (Turkish Statistical Institute, 2022).

As a result of plant and animal production, tons of waste and waste materials are produced. Biogas plants can be used to recycle waste from organic matter, including nutrients (Kougias and Angelidaki, 2018). It is known that especially animal production wastes contain a significant amount of harmful gases to the atmosphere, especially methane gas. These organic-based animal wastes are processed using their natural structures thanks to the biogas plants. As a result of these processes, gas and heat energy from organic materials can be used in electricity generation, while the coarse material can be used as an organic burnt soil fertilizer. Biogas technology provides waste recovery. In addition to being environmentally friendly, it produces relatively affordable fertilizers and energy.

It ensures that the smell of animal manure is eliminated after the biogas production processes. In addition, harmful organisms that threaten human health and the environment disappear. After the biogas energy production activity, the wastes do not disappear, and they turn into organic fertilizer, which is one of the most critical agricultural inputs. Its versatility makes biogas energy preferable to many countries. It is estimated that by 2050, more than 25% of the energy that will be actively used in the world will originate from biomass (Hosseini and Wahid, 2016).

The organic fertilizer obtained after biogas energy production processes and the recycling of inert and waste organic materials into agricultural production is a good example of a renewable and

nature-friendly agriculture target. This study was carried out in Örtülüçe village of Biga district, where livestock enterprises are the most in Çanakkale. The survey study examined the livestock farmers' awareness about biogas energy.

Material and Method

Örtülüçe village, located in Biga district, is the village with the highest number of livestock farmers in Çanakkale. There are 233 agricultural farmers engaged in animal husbandry in Örtülüçe village (Çanakkale Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2021). The livestock farmers in Örtülüçe village, chosen purposefully, constituted the research population, and the sample size for the said population was determined according to the formula (equality 1) below (Newbold, 1995). With the 95% confidence interval and 0.05 margin of error, the sample size was found to be 146 (equality 2).

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot \sigma^2 p + p \cdot q} \quad (1)$$

$$n = \frac{233(0.5)(0.5)}{(233-1) \cdot (0.02551)^2 + (0.5) \cdot (0.5)} = \frac{58.25}{0.40} = 145.62 \sim 146 \quad (2)$$

n = number of farmers engaged in animal production in the sample

N = Population size

p = population ratio

In the research, basic descriptive statistics were used to reveal the socio-economic status, business characteristics and biogas awareness of the farmers. Farmers' willingness for biogas was tested with logistic regression analysis. Logistic regression: is a method used to determine the cause-effect relationship with explanatory variables in cases where the response variable is observed categorically in double, triple, and multiple categories (Özdamar, 2013).

Results and Discussion

Demographic Profiles of The Farmers and Agricultural Structures of The Farms

The average age of the farmers interviewed within the scope of the study is 44, and their education level is mostly primary school (49.3%). The average general agricultural experience is 24 years. 78.8% of the interviewed farmers attended a meeting about agriculture in the last three years. 84.2% of the farmers use the internet to access knowledge. 80.1% of the farmers have tractors. Annual agricultural incomes of 83.6% of the farmers are below 50000 TRY. 81.5% of the farmers have non-agricultural income (Table 1).

Table 1. Socio-Economic Characteristics

Criteria	n	%
Age (Year)		
≤44	70	47.9
>44	76	52.1
Min:18, Max:68, Mean:43.54, Std. Deviation:12.4		
Educational Status		
Literate but not graduated	3	2.1
Primary school	72	49.3
Middle School	22	15.1
High school	26	17.8
University	23	15.8
General Agricultural Experience (Years)		
≤23	72	49.3
>23	74	50.7
Min:2, Max:50, Mean:23.53, Std. Deviation:12.84		
Attendance at an Agricultural Meeting in the Last 3 Years		
Attending the meeting	115	78.8
Not attending the meeting	31	21.2
Internet Use in Accessing Knowledge		
Internet user	123	84.2
Not using internet	23	15.8
Non-Farm Income Status		
Yes	119	81.5
No	27	18.5
Annual Agricultural Income (TRY)		
0 to 10,000	30	20.5
10,001 to 20,000	23	15.8
20,001 to 30,000	26	17.8
30,001 to 40,000	24	16.4
40,001 to 50,000	19	13.0
50,001 to 100,000	12	8.2
100,001 to 150,000	10	6.8
150,001 to 200,000	2	1.4
Tractor asset		
Tractor owner	117	80.1
Doesn't own a tractor	29	19.9

It was determined that 86.3% of the farmers interviewed within the scope of the study were engaged in cattle farming and 13.7% in sheep and goats (Table 2).

Table 2. Types of farms

Farming type	n	%
Cattle Farming	116	79.45
Sheep and Goats	20	13.7
Cattle + Sheep and Goats	10	6.85
Total	146	100.00

The average number of animals in cattle breeding farmers was determined as 19 heads. The number of cattles in 59.5% of the holdings was below the average, and the number of animals in 40.5% was above the average (Table 3).

Table 3. Cattle assets

Cattle asset (Number)	n	%
≤19	75	59.5
>19	51	40.5
Min:3, Max:77, Mean:18.95, Std. Deviation:15.72, Total:126		

According to data, 30 farmers are engaged in farming of sheep and goats. While 23.3% of them raise more than 57 sheep and goats, 76.7% raise 57 heads or fewer sheep and goats (Table 4).

Table 4. Ovine animal existence

Sheep and Goats asset (Number)	n	%
≤57	23	76.7
>57	7	23.3
Min:1, Max:250, Mean:57.47, Std. Deviation: 64.22, Total :30		

Biogas Awareness of The Farmers

To determine the awareness level of the farmers engaged in animal production on the concept of biogas, the thoughts and general knowledge levels of the farmers about the concept of biogas were investigated.

The survey study revealed that almost all (99.3%) of the farmers know that energy was produced from animal wastes (Table 5).

Table 5. Farmers' knowledge of energy production from animal waste

Criteria	n	%
Farmers who know	145	99.3
Farmers who don't know	1	0.7
Total	146	100.0

According to Table 6, 2.7% of the farmers stated that they had not heard of the concept of biogas before. It was determined that 97.3% of the farmers had heard of the concept of biogas before.

According to a study conducted in Portugal, the type of energy that the society has the least knowledge of is biomass energy (Ribeiro et al. 2014). According to a study conducted with university students on renewable energy awareness, university students' awareness of renewable energy is at a low level (Assali et al. 2019). Similarly, according to the results of various studies, the knowledge level of the public, teachers, students, and farmers on renewable energy is generally low (Assali et al. 2019; Durmuş et al. 2021; İpekoğlu et al. 2014; Kardooni et al. 2018; Saraç and Bedir, 2014; Yıldırım and Everest, 2020).

Table 6. Farmers' knowledge of biogas

Criteria	n	%
Farmers who know	142	97.3
Farmers who don't know	4	2.7
Total	146	100.0

97.3% of the farmers know that energy can be produced from organic waste, and 2.7% of the farmers do not know this (Table 7).

Table 7. Farmer's knowledge on bioenergy production from organic waste

Criteria	n	%
Farmers who know	142	97.3
Farmers who don't know	4	2.7
Total	146	100.0

It has been found that 66.4% of the farmers engaged in animal production think that bioenergy production can reduce the amount of CO₂ in the atmosphere if applied under appropriate conditions, and 33.6% think that it cannot reduce it (Table 8).

Table 8. If bioenergy production is applied under suitable conditions, the amount of CO₂ in the atmosphere may decrease

Criteria	n	%
Yes	97	66.4
No	49	33.6
Total	146	100.0

It has been observed that only 17.8% of the farmers think that biogas energy production facilities pollute the environment, and 82.2% think that they do not pollute the environment (Table 9). According to Cebeci (2018), renewable energy production is an example of an environmentally friendly enterprise.

Table 9. Biogas plant pollutes the environment

Criteria	n	%
Yes	26	17.8
No	120	82.2
Total	146	100.0

While 25.3% of the farmers think that only electrical energy emerges after the processes in the biogas plants, 74.7% do not agree with this statement (Table 10).

Table 10. After the processes in the biogas plant, only electrical energy is generated

Criteria	n	%
Yes	37	25.3
No	109	74.7
Total	146	100.0

While 71.2% of the farmers stated that biogas technology is a cheap energy source, 28.8% consider biogas an expensive energy source (Table 11).

Table 11. Biogas technology is a cheap energy source

Criteria	n	%
Yes	104	71.2
No	42	28.8
Total	146	100.0

While 92.5% of the farmers think that the biogas plant will contribute positively in terms of employment to the region where it is established, 7.5% do not believe that it will contribute positively (Table 12).

Table 12. The biogas plant makes a positive contribution to the region where it is established as an employment opportunity

Criteria	n	%
Yes	135	92.5
No	11	7.5
Total	146	100.0

While 85.6% of the farmers think that a fertilizer low in carbon amount and rich in nitrogen and phosphorus will emerge as a result of the processes in the biogas plant, 14.4% of the farmers do not think so (Table 13).

Table 13. As a result of the processes in the biogas plant, a fertilizer that is low in carbon content and rich in nitrogen and phosphorus emerges

Criteria	n	%
Yes	125	85.6
No	21	14.4
Total	146	100.0

The farmers interviewed within the scope of the study were asked whether they would like to invest in biogas investments. Accordingly, 49.31% of the farmers support investing in biogas production. These farmers stated they could be partners in biogas investments (Table 14). According

to a study conducted with farmers in India, small-scale farmers have a positive approach to the issue of energy production with the wastes generated as a result of animal production (Winkler et al. 2018).

Table 14. Farmers' willingness to invest in biogas

Criteria	n	%
Yes	72	49.31
No	74	50.69
Total	146	100.0

In the study, the factors affecting the willingness of farmers to participate in biogas production investments were analyzed by logistic regression (Table 16). The model's dependent variable is the farmers' willingness to invest in biogas (Accepting:1, Disapproving:0). The explanatory variables that make up the model are as follows (Table 15).

Table 15. Explanatory variables of regression analysis

Variables	Explanation
Age	Year
Level of education	1: illiterate, 2: primary school, 3: secondary school, 4: high school, 5: university
Professional experience	year
Participation in agricultural meetings	0: no, 1: yes
Status of using the internet in accessing information	0: non-user, 1: beneficiary
Annual agricultural income	1: 0 to 10,000 TRY, 2:10,001 to 20,000 TRY, 3: 20,001 to 30,000 TRY, 4: 30,001 to 40,000 TRY, 5: 40,001 to 50,000 TRY, 6: 50,001 to 100,000 TRY, 7: 10,0001 to 150,000 TRY, 8: 150,001 to 200,000
Non-farm income asset	0: no, 1: yes
Total number of cattle's	Number

According to the analysis results, the model formed by the explanatory variables is significant. The model is statistically significant in general terms (Omnibus Test, $p < 0.05$) (Doornik and Hansen, 2008).

In addition, the model's goodness of fit was determined (Hosmer-Lemeshow Test, $p < 0.05$) (Lemeshow and Hosmer, 1982). The model makes a correct classification of 72.6%.

According to the results of the analysis, the farmers' age, education level, and internet use to access information are effective factors in the decision of the farmers to participate in biogas investments.

Accordingly, the increase in age by one year increases the farmers' odds ratio of investment decision by 9.2%. Improving the education level by one level increases the farmers' odds ratio of investment decisions by 175%.

Using the internet to access information reduces farmers' odds ratio of investment decisions by 83%. According to Zografakis et al. (2010), the level of income, the size of the house they live in, climate change awareness and electricity shortages have an impact on the willingness of the people to invest in renewable energy.

Table 16. Analysis of farmers' willingness to invest in biogas by logistic regression

Variables	B (Coefficient)	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
Constant	20.090	22675.375	.000	1	.999	530839835.669		
Age	.088	.041	4.642	1	.031	1.092	1.008	1.183
Education level	1.011	0.277	13.300	4	.001	2.748	1.596	4.732
Professional experience	-.002	.031	.005	1	.943	.998	.939	1.060
Participation in agricultural meetings	.544	.525	1.073	1	.300	1.723	.615	4.823
Using internet	-1.783	.688	6.719	1	.010	.168	.044	.647
Annual agricultural income	0.001	0.112	5.686	7	.577	0.999	0.802	1.245
Having non-farm income	-.581	.555	1.097	1	.295	.559	.188	1.659
Total number of cattle	.019	.015	1.441	1	.230	1.019	.988	1.050

N=146, R²=0.155(Cox-Snell), R²=0.206 (Nagelkerke)
 Model: Chi-square: 24.538, p=0.002 (Omnibus Test of Model Coefficients)
 Model: Chi-square: 22.016, p=0.005 (Hosmer-Lemeshow Test)
 Overall percentage: 72.6%

Conclusion and Recommendations

The following conclusions and suggestions were obtained from this study, in which the socio-economic characteristics and biogas awareness of the farmers engaged in animal production were determined. It seems that the middle age level of the farmers are involved in animal production in Çanakkale, they are usually primary school graduates with 24 years of general agricultural experience, cattle breeders raise an average of 19 heads, and sheep and goats breeders raise 65 heads or less. It was observed that the interviewed farmers knew that animal wastes were organic wastes and that vast majority of them knew that energy could be produced from organic waste. It has been observed that the number of farmers who think biogas energy is a clean energy source and does not pollute the environment is high, but the farmers are not fully informed about this issue. The fact that 25.3% of the farmers think that only electrical energy is produced in the biogas plants allows us to conclude that the farmers' knowledge about the biogas plants is incomplete.

It is essential to determine the level of knowledge that farmers have about biogas facilities and biogas and to increase their knowledge level. It will ensure that biogas, which is an essential alternative for the evaluation of organic wastes that will arise in agricultural production, is adopted by farmers as a selectable waste management method. In this context, to increase farmers' knowledge and awareness about biogas, cooperation with public institutions and organizations and universities can provide farmers with more inclusive training and presentations about biogas, which can make farmers more conscious about biogas.

Note: This study was produced from the master thesis.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers

The authors declare that they have contributed equally to the manuscript.

Conflict of Interest

“The author(s) declare that they have no known competing financial or non-financial, professional, or personal conflicts that could have appeared to influence the work reported in this paper.”

References

- Abdeshahian, P., Dashti, M., Kalil, M.S., Yusoff, W.M.W., 2010. Production of biofuel using biomass as a sustainable biological resource. *Biotechnology*. 9:274–82.
- Abdeshahian, P., Lim, J.S., Ho, W.S., Hashim, H., Lee, C.T., 2016. Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia. *Renew Sustain Energy Rev*. 60:714–23.
- Assali, A., Khatib, T., Najjar, A., 2019. Renewable energy awareness among future generation of Palestine. *Renewable Energy*. 136: 254-263.
- Çanakkale Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2021. Farmer Registration System Data.
- Cebeci, A. N., 2018. Renewable energy cooperatives in the world, the natural miracle in Turkey on the requirement of solar energy cooperatives. *Journal of Strategic Research in Social Science*. 4(2): 1-22.
- Doornik, J. A., Hansen, H., 2008. An omnibus test for univariate and multivariate normality. *Oxford bulletin of economics and statistics*. 70: 927-939.
- Durmuş, E., Yüceer, S. E., Tan, S., 2021. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümü öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynakları hakkında farkındalık düzeyleri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 9(2): 271-279.
- Günay, D., 2002. Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*. 31:8-14.
- Hosseini, S. E., Wahid, M. A., 2016. Hydrogen production from renewable and sustainable energy resources: promising green energy carrier for clean development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 57: 850-866.
- IEA, 2012. Key World Energy Statistics 2012. www.iea.org/publications/.../kwes.pdf, 14 may 2022.
- İpekoğlu, H. Y., Üçgül, İ., Yakut, G., 2014. Yenilenebilir enerji algısı anketi: Güvenirlilik ve geçerliği. *SDÜ Yekarum e-Dergi*. 2(3): 20-26.
- Kardooni, R., Yusoff, S. B., Kari, F. B., Moeenizadeh, L., 2018. Public opinion on renewable energy technologies and climate change in Peninsular Malaysia. *Renewable energy*. 116: 659-668.
- Kougias, P. G., Angelidaki, I., 2018. Biogas and its opportunities A review. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*. 12(3): 1-12.
- Lemeshow, S., Hosmer Jr, D. W., 1982. A review of goodness of fit statistics for use in the development of logistic regression models. *American journal of epidemiology*. 115(1): 92-106.
- Lindsey, R., 2020. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>, 16 May 2022.
- Newbold, P., 1995. *Statistics for Business and Economics*, Prentice Hall Inc., USA. Pages 1016.
- Özdamar, K., 2013. Paket Programları İle İstatistiksel Veri Analizi. Nisan Kitabevi. S. 551.
- Ploetz, R., Rusdianasari, R., Eviliana, E., 2016. Renewable energy: Advantages and disadvantages. In *Proceeding Forum in Research, Science, and Technology (FIRST) 2016*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Sriwijaya.
- Ribeiro, F., Ferreira, P., Araújo, M., Braga, A. C., 2014. Public opinion on renewable energy technologies in Portugal. *Energy*. 69: 39-50.
- Saraç, E. ve Bedir, H., 2014. Sınıf öğretmenlerinin yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili algıları üzerine nitel bir çalışma. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*. 24(1): 19-45.
- Winkler, B., Lewandowski, I., Voss, A., Lemke, S., 2018. Transition towards renewable energy production? Potential in smallholder agricultural systems in West Bengal, India. *Sustainability*. 10(3): 801.
- Yıldırım, M., Everest, B., 2020. Tarımsal kooperatif yöneticilerinin iklim değişikliği ve yenilenebilir enerji farkındalıkları: Çanakkale ili örneği. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.* 8(1): 233-241.
- Zografakis, N., Sifaki, E., Pagalou, M., Nikitaki, G., Psarakis, V., Tsagarakis, K. P., 2010. Assessment of public acceptance and willingness to pay for renewable energy sources in Crete. *Renewable and sustainable energy reviews*. 14(3): 1088-1095.

Research Article

Effects of Different Priming Treatments on Germination and Seedling Growth of Wheat under Drought Stress

Eda Günay¹  Müge Teker Yıldız¹  Okan Acar^{2*} 

¹Graduate School of Natural and Applied Sciences, Biology Department, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

²Faculty of Arts and Sciences, Biology Department, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

*Corresponding author: oacar@comu.edu.tr

Received Date: 27.07.2022

Accepted Date: 23.11.2022

Abstract

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is a widely cultivated agricultural crop in dry areas. However, drought is one of the most limiting environmental stress factors for crop production in the world's agricultural areas. Seed priming is a physiological technique involving seed hydration and drying to improve metabolic processes before germination. The aim of this study is to determine the effect of four different priming treatments (hormo-priming (gibberellic acid, GA₃), redox-priming (hydrogen peroxide, H₂O₂), osmo-priming (polyethylene glycol, PEG) and thermo-priming (38°C)) on germination percentage, shoot-root lengths, total chlorophyll content (SPAD), relative water content (RWC), specific leaf area (SLA) and H₂O₂ amounts in a local wheat variety (cv. Ekiz) under drought stress created with PEG-6000. Drought stress significantly decreased seed germination, shoot-root lengths, SLA, SPAD and RWC while increasing H₂O₂ content. Thermo-priming treatments fully improved the negative effects of drought on chlorophyll amount and germination compared to control plants. However, shoot-root lengths improved only in half level of control plants. While drought stress decreased seed germination by 14%, hormo-priming treatment ensured germination of all seeds. On the contrary of other priming treatments, hormo-priming and osmo-priming treatments increased RWC. Consequently, thermo-priming and hormo-priming treatments found most effective than the other priming treatments in drought stress resistance for cv. Ekiz.

Keywords: Drought tolerance, Osmotic stress, Seed priming, Wheat

Kuraklık Stresi Altında Farklı Priming Uygulamalarının Buğdayda Çimlenme ve Fide Büyümesi Üzerine Etkileri

Öz

Buğday (*Triticum aestivum* L.), kurak alanlarda yaygın olarak yetiştirilen bir tarım ürünüdür. Ancak kuraklık, dünya tarım alanlarında bitkisel üretim için en sınırlayıcı çevresel stres faktörlerinden biridir. Priming, çimlenmeden önce metabolik süreçleri iyileştirmek için tohum hidrasyonu ve kurutmayı içeren fizyolojik bir tekniktir. Bu çalışmanın amacı dört farklı priming uygulamasının (hormo-priming (gibberellik asit, GA₃), redoks priming (hidrojen peroksit, H₂O₂), ozmo-priming (polietilen glikol, PEG) ve termo-priming (38°C)) PEG-6000 ile yaratılmış kuraklık stresi altındaki yerel bir ekmeklik buğday çeşidinin (cv. Ekiz) çimlenme yüzdesi, sürgün-kök uzunluğu, toplam klorofil içeriği (SPAD), bağıl su içeriği (BSİ), spesifik yaprak alanı (SYA) ve H₂O₂ miktarı üzerine etkilerini belirlemektir. Kuraklık stresi, H₂O₂ içeriğini arttırırken tohum çimlenmesini, sürgün-kök uzunluklarını, SYA, SPAD ve BSİ'yi önemli ölçüde azaltmıştır. Termo-priming uygulamaları, kontrol bitkilerine kıyasla kuraklığın klorofil miktarı ve çimlenme üzerindeki olumsuz etkilerini tamamen iyileştirmiştir. Bununla birlikte, sürgün-kök uzunlukları, kontrol bitkilerinin sadece yarısı düzeyinde iyileşmiştir. Kuraklık stresi tohum çimlenmesini %14 oranında azaltırken, hormo-priming uygulaması tüm tohumların çimlenmesini sağlamıştır. Diğer priming uygulamalarının aksine, hormo-priming ve ozmo-priming uygulamaları BSİ'yi arttırmıştır. Sonuç olarak, kuraklık stresine dayanıklılıkta cv. Ekiz için termo-priming ve ozmo-priming uygulamaları diğer priming uygulamalarından daha etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Kuraklık toleransı, Ozmotik stres, Priming

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important and strategic food for the world population. The increase in temperature and drought due to global warming negatively affects wheat production around the world. Drought stress, which is a major stress factor affecting the growth, development and productivity of plants (Singh et al., 2014), causes many metabolic, mechanical and oxidative changes in plants (Asseng et al., 2015). Seed germination is an important stage that affects plant growth and productivity and is directly affected by environmental factors. For this reason, pre-treatments in wheat are an effective strategy to ameliorate the harmful effects of drought stress. Especially, priming treatments are reported to be an easy and low-cost approach to increase the germination, growth and yield of field crops such as wheat (Gençtan, 2013).

Priming is defined as a physiological technique involving seed hydration and drying to improve metabolic processes prior to germination (Bradford, 1986). Water, inorganic salts, hormones, bacteria and organic substances are used as pre-sowing priming agents for improve on germination performance of seeds under stress conditions. Thus, by stimulating the plant antioxidant defense system in advance, it is possible to create a stress memory and increase stress tolerance (Sher et al., 2019). The effects of priming agents differ depending on their concentrations and the species of plant (Guo et al., 2022). Osmo-priming provides initiation of metabolic preparations for germination by controlling the water absorption in the seed under drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) (Jisha et al., 2013; Abid et al., 2018).

Stress hormones are functional as signal molecules for plants at low concentrations and trigger plant defense against stress. Gibberellic acid (GA) breaking seed dormancy and signaling plant defense mechanisms against stress as a priming agent. The relationship between seed dormancy and germination is also balanced by the GA-ABA ratio, which is a key mechanism to combat abiotic stress conditions. As a signal molecule, hydrogen peroxide (H₂O₂) used for redox priming (Paparella et al., 2015; Cetinel et al., 2021). Moreover, it is a long-lived reactive oxygen species (ROS) and that can diffuse easily through membranes, reach targets far from production sites.

RWC is an important indicator of water status in plants and reflects the balance between water in leaf tissue and transpiration rate (Bradford, 1986). Low RWC levels result in chlorophyll degradation (Lugojan and Ciulca, 2011). Therefore, chlorophyll content is one of the important factors that should be examined to determine plant stress conditions (Nikolaeva et al., 2010; Tezcan et al., 2019). The decrease in cell growth of plants is the most sensitive response they have developed to drought stress. Leaf area affects the growth and development of the plant and also has an important role in light absorption. For this reason, it is accept an indicator for photosynthetic capacity and plant growth rate (Yalçın, 2018). SLA is the ratio of leaf biomass to leaf area and is a measure of plant growth versus environmental factors (Wilson et al., 1999).

The aim of this study is to determine the physiological effects (germination, shoot-root length, total chlorophyll content (SPAD), RWC, SLA and H₂O₂ accumulation) of four different priming treatments (hormo-priming (gibberellic acid, GA₃), redox priming (hydrogen peroxide, H₂O₂), osmo-priming (polyethylene glycol, PEG) and thermo-priming (38°C)) under drought stress in a local wheat variety (cv. Ekiz).

Material and Method

In this study drought sensitive cv. Ekiz is variety of *Triticum aestivum* L. (Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute) was used. Seeds were grown under controlled conditions (16/8 h light/dark photoperiod, 25±2°C and 60±5% humidity). The study was carried out according to the completely randomized block design with three replicates. Experiments are divided two groups for the effects of seed primings; control and 15% PEG-6000 (drought induced osmotic stress) (Michel and Kaufmann, 1973)(Table 1).

Seed Priming Treatments

Wheat seeds were sterilized by keeping them in 1% sodium hypochlorite for 5 min. Wheat seeds primed at different concentrations and times were grown in petri dishes under normal and drought stress conditions for 7 d. Primed and non-primed seeds were placed in petri dishes and wetted with distilled water for normal condition and PEG-6000 solutions for drought condition. Seeds of wheat were soaked for 12 h in H₂O₂ solution (50 µM) as redox priming, 12 and 24 h GA₃ solution (50

ppm) as hormo-priming, 12 h in PEG-6000 solution (10%) as osmo-priming and 30 and 60 min. at 38°C kept in the oven as thermo-priming treatment (Table 1).

Table 1. Seed priming treatments and growth condition

Growth Condition	Treatment
Normal	Distilled water
Drought stress	15% PEG-6000

Methods of Seed Priming	Agents of Seed Priming	Duration	Group
Non-primed seeds	None	-	C
		-	D
Hormo-priming	50 ppm Gibberellic acid (GA ₃)	12 h	G1
		24 h	G2
Osmo-priming	10% Polyethylene glycol (PEG-6000)	12 h	P
Redox priming	50 µM Hydrogen peroxide (H ₂ O ₂)	12 h	H
Thermo-priming	Incubation at 38°C	30 min	T3
		60 min	T6

Wheat seeds primed at different concentrations and times were grown in petri dishes under normal and drought stress conditions for 7 d. Primed and non-primed seeds were placed in petri dishes and wetted with distilled water for normal condition and PEG-6000 solutions for drought condition. (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed gibberellic acid for 12 and 24 h, H: Seeds primed hydrogen peroxide for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)).

Physiological and Biochemical Analyses

Germination Percentage (%)

Germination percentage is an estimate of germination percentage was determined by calculating the ratio of germinated wheat seeds to the total number of seeds (Formula 1).

$$\text{Germination Percent (\%)} = (\text{number of germinated seeds} / \text{number of experimental seeds}) \times 100 \quad (1)$$

Root and Shoot Length

The lengths of the root and shoot parts of the plants were measured with a ruler.

Total Chlorophyll Content (SPAD)

Total chlorophyll amounts of leaf samples were measured with chlorophyll meter (Minolta, SPAD-502) (Peryea and Kammereck, 1997).

Relative Water Content (RWC)

To determine RWC, 9 leaves from each group were weighed immediately (FW) after harvesting the plant. Leaves were then placed in distilled water for 4 h and then turgid weight (TW) was measured. Then the leaves were dried in oven at 70°C for 24 h to obtain their dry weight (DW). RWC was calculated by the following formula 2 (Smart and Bingham, 1974).

$$\%RWC = (FW - DW) / (TW - DW) \times 100 \quad (2)$$

Specific Leaf Area (SLA)

SLA was calculated using the leaf photos of wheat seedlings in the Image J program. Then the samples are dried in an oven at 70°C for 24 h and weighed on a precision scale. SLA is calculated by the formula 3 (Wilson et al., 1999).

$$SLA = \text{Area (cm}^2\text{)} / \text{Dry weight (mg}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

Hydrogen peroxide (H₂O₂) Content

Leaf H₂O₂ content was determined by adopting the method of Cheeseman (2006). Plant samples were homogenized with a homogenization buffer consisting of sulfuric acid (H₂SO₄) and cold acetone. After ferrous ammonium sulfate/xylene orange (e-FOX) was used to determine the H₂O₂ contents of the extracts. It was calculated by absorbance at 550-800 nm in a spectrophotometer (µg ml⁻¹).

Histochemical Localization of H₂O₂ Using DAB

Leaves were immersed in a solution containing 1 mg ml⁻¹ 3',3'-diaminobenzidine (DAB) at 25°C for 12 h. The incubated leaves were decolorized by immersion in boiling ethanol (90%) for 15 min to visualize the reddish-brown spots of H₂O₂. Then stained leaves were photographed against a contrasting background for proper visual (Kumar et al., 2014).

Statistical Analysis

The data were made with Tukey test using one-way analysis of variance (ANOVA). SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, version 21.0) program was used for statistical analysis. Significance levels were shown in graphs. Those comparisons with $P \leq 0.05$ were taken as significantly different.

Results and Discussion

Germination Percentage (%)

Drought (D) caused by osmotic stress decreased the germination percentage of wheat seedlings by 14% compared to the control (C) and increased it by 16% in the G1 group compared to the D group. On the other hand, priming treatments in G2, T3 and T6 groups increased germination by 20% compared to D and all seeds were germinated (Figure 1).

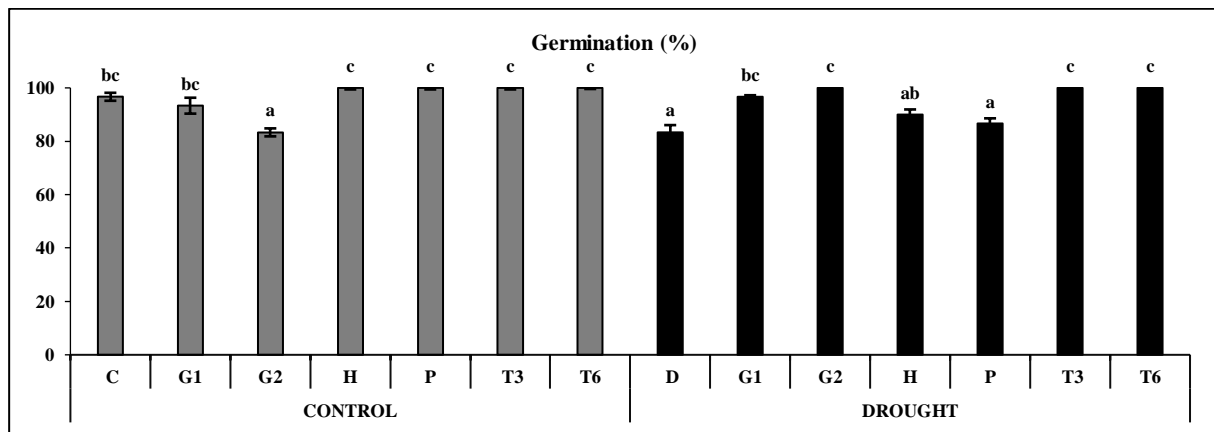


Figure 1. The effects of different primings on germination percentage of *T. aestivum* L. cv. Ekiz (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h, H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)) (Means values followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$).

Shoot and Root Length

Under normal conditions, shoot length increased by 13% only in the G1 group and decreased by 25% with thermo-priming treatments. In drought conditions, shoot length decreased by 58% compared to the control. On the contrary, it increased by 31% in G1 and G2 groups. Our findings showed that root lengths were significantly reduced under normal conditions in the G2 group with hormone priming and in the T3 groups with thermo-priming compared to the control. In contrast, root length decreased dramatically with drought stress by 37%. Moreover, root length of G1, G2 and T3 seedlings increased by 37%, 36% and 21%, respectively (Figure 2. A, B).

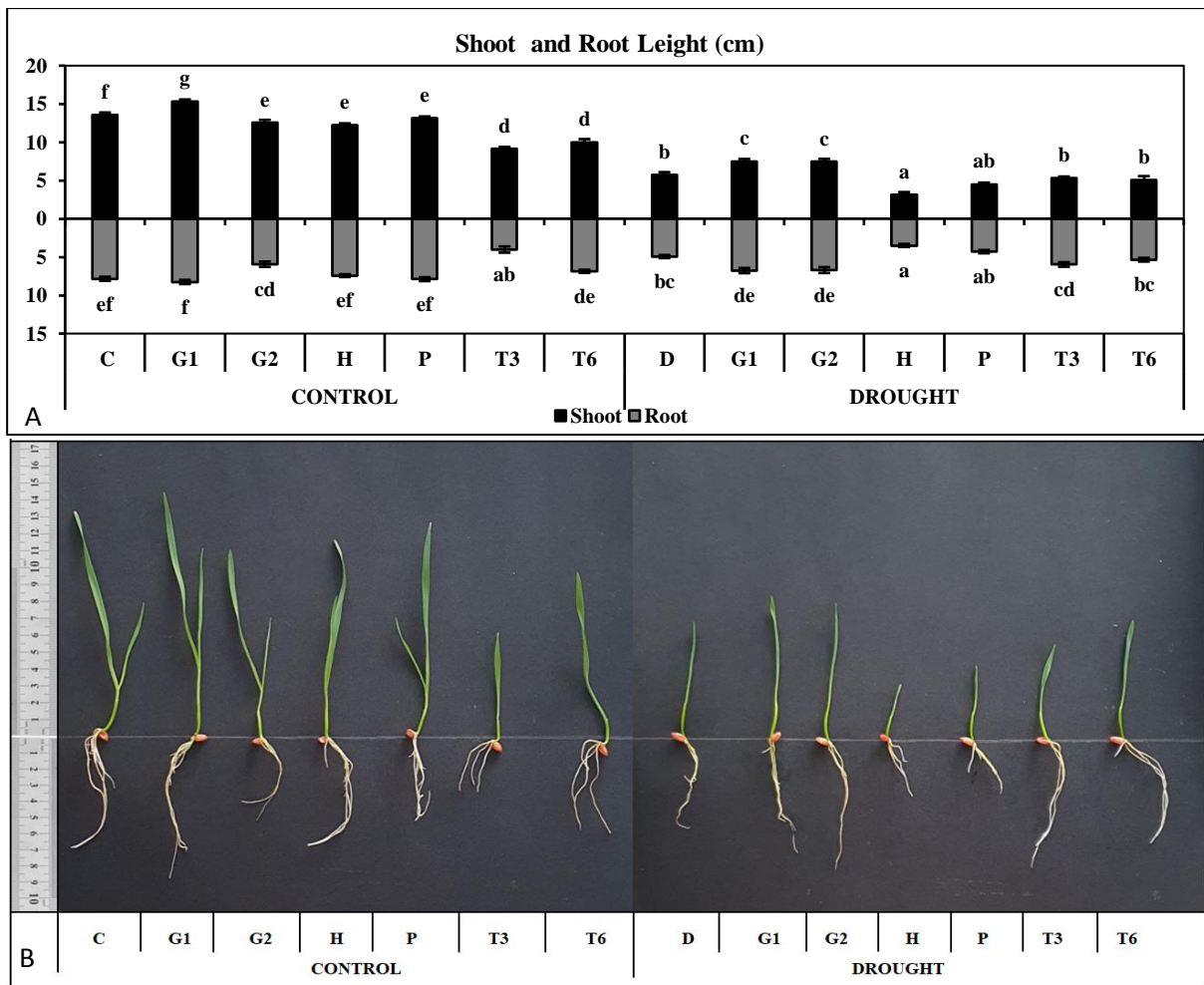


Figure 2. The effects of different primings on shoot and root length of *T. aestivum* L. cv. Ekiz (A). Effects of seed primings on seedling growth of Ekiz wheat variety (B). (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h., H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)) (Means values followed by different letters are significantly different at P < 0.05).

Total Chlorophyll Content (SPAD)

Under normal conditions, there is no significant change in total chlorophyll content in priming treatments compared to control. However, drought was decreased chlorophyll content by 44%. Additionally, chlorophyll content was increased by 65%, 71%, 74%, 44%, 102% and 95% in all primed groups under drought condition compared to the D, respectively (Figure 3).

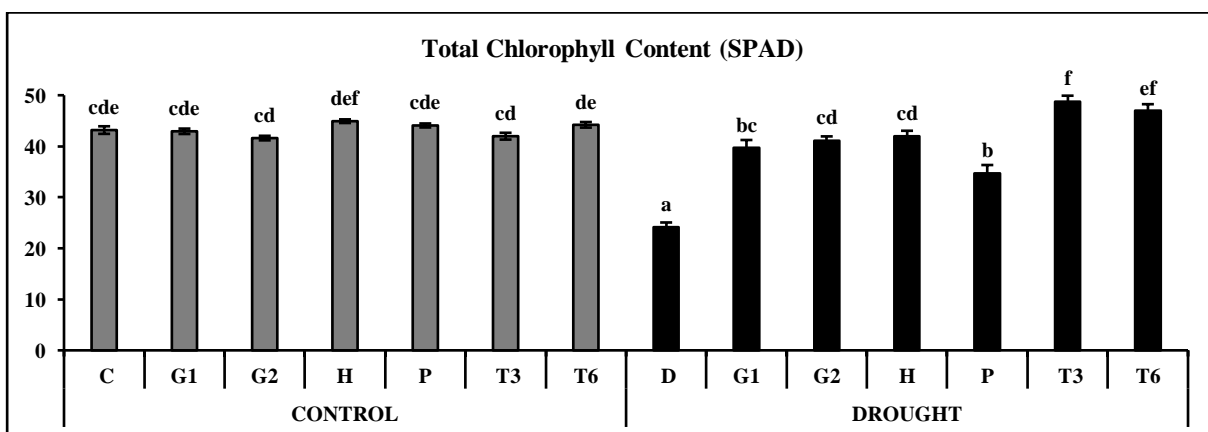


Figure 3. The effects of different primings on total chlorophyll content of *T. aestivum* L. cv. Ekiz (C: Control

(non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h., H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)) (Means values followed by different letters are significantly different at P <0.05).

Relative Water Content (RWC)

Our results showed that RWC was not change significantly in the treatment groups under normal conditions. However, it decreased by 9% in D under drought conditions. On the contrary, RWC levels were increased in all priming treatments compared to D. According to our results, RWC increased in G1, G2 and P groups compared to D (Figure 4).

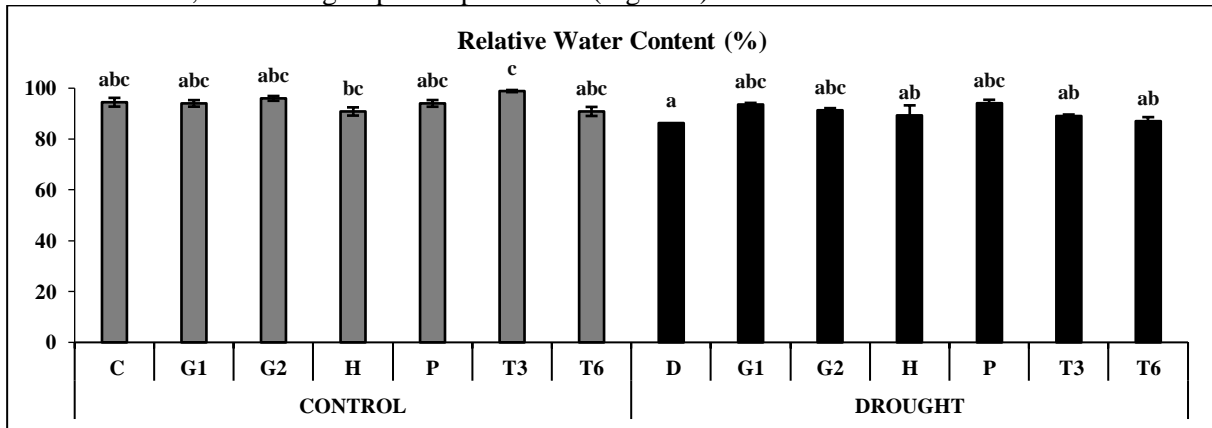


Figure 4. The effects of different primings on total chlorophyll content of *T. aestivum* L. cv. Ekiz (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h., H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)) (Means values followed by different letters are significantly different at P <0.05).

Specific Leaf Area (SLA)

Under normal conditions, the SLAs of the priming groups except G1 were not changed compared to the control. On the other hand, drought treatment reduced SLA by 76% compared to control. However, it was determined that all priming treatments increased SLA approximately 2.5 times compared to D (Figure 5).

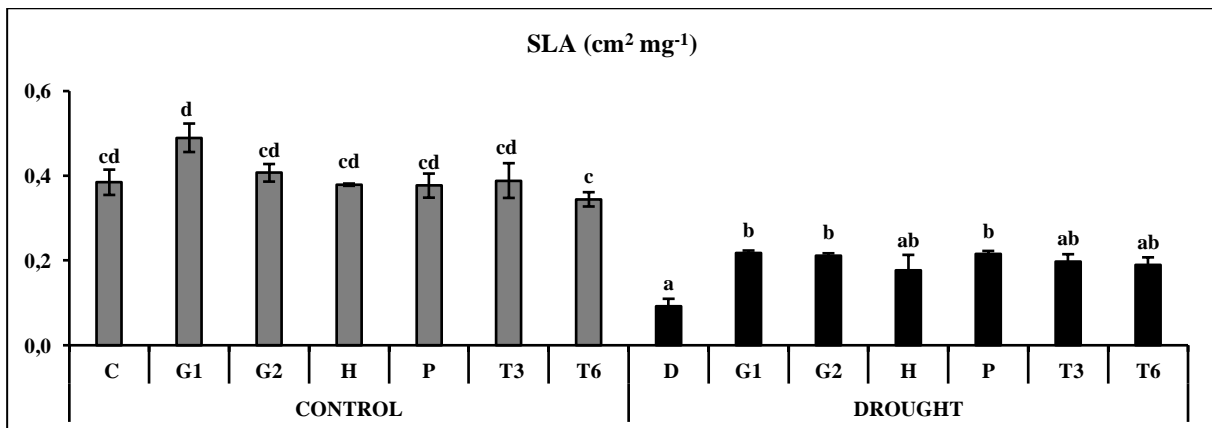


Figure 5. The effects of different primings on specific leaf area of *T. aestivum* L. cv. Ekiz (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h., H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)) (Means values followed by different letters are significantly different at P <0.05).

Hydrogen Peroxide (H₂O₂) Content

All priming treatments in the control group significantly reduced the H₂O₂ content compared to the control. Drought treatment increased the amount of H₂O₂ by 41%. H₂O₂ amounts in the G1, G2, H, P, T3, and T6 groups were decreased by 7%, 9%, 25%, 15%, 3%, and 7%, compared to the D group respectively (Figure 6).

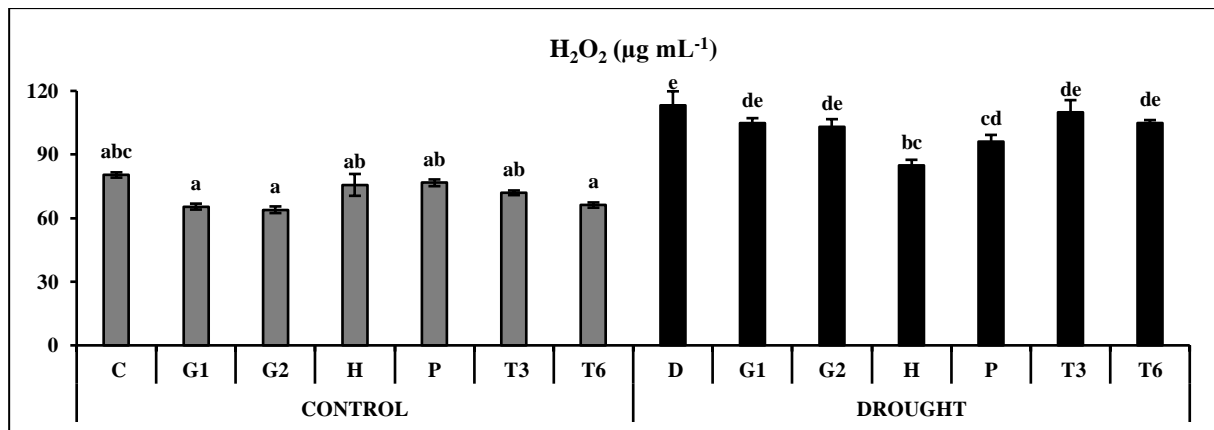


Figure 6. The effects of different primings on hydrogen peroxide content of *T. aestivum* L. cv. Ekiz (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h, H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)) (Means values followed by different letters are significantly different at P < 0.05).

Histochemical Detection of H₂O₂ Accumulation

High levels of H₂O₂ can cause toxicity to cell membranes and damage plant cells. Among the stained samples, the highest staining was observed in the leaf tissue of group D. This shows high H₂O₂ accumulation in the leaf samples. The least staining was determined in the G1 group under drought stress (Figure 7).



Figure 7. Detection of H₂O₂ using DAB staining in leaves of *T. aestivum* L. cv. Ekiz. The brown areas reflect H₂O₂ accumulation. (C: Control (non-primed seeds), G1 and G2: Seeds primed GA₃ for 12 and 24 h, H: Seeds primed H₂O₂ for 12 h, P: Seeds primed PEG-6000 for 12 h, T3 and T6: Seeds primed 38°C for 30 and 60 min, D: Drought (non-primed seeds)).

Discussion

Drought limits plant growth and development, creates a serious pressure on agricultural production with the effect of increasing global warming. Although research continues to develop drought-resistant varieties in order to increase agricultural production (Kumar et al., 2019; Liaqat et al., 2020), priming treatments offer important opportunities for the development of drought resistance of existing varieties due to their ease and low cost.

In this study, the effects of four different priming treatments on germination and growth of Ekiz variety seeds under drought stress were studied comparatively. Drought reduces the water absorption of plants and inhibits the alpha-amylase enzyme activity, required for germination (Nawaz et al., 2013). It has been reported that drought stress in wheat reduces root and shoot length (Balkan, 2012; Acar et al., 2020), chlorophyll content (Aghanejad et al., 2015; Elmas and Acar 2021) and RWC (Siddique et al., 2000). According to our results drought treatment decreased seed germination, root-shoot length, chlorophyll amount, RWC, SLA and increased H₂O₂ amount in Ekiz variety. On the other hand, hormo-priming and thermo-priming treatments increased seed germination, root-shoot length, chlorophyll amount, RWC, SLA, and decreased H₂O₂ amount. However, 10% PEG-6000 and 50 µM H₂O₂ treatments only improved chlorophyll and SLA and decreased the amount of H₂O₂. Similarly, it has been shown that 50 ppm GA₃ treatment reduces the negative effects of drought in early seedling stage wheat seedlings (Ghobadi et al., 2012). In addition, it has been reported that

priming the wheat seeds 50 μM H_2O_2 reduces the stress effects (Demirbaş et al., 2018; Elmas and Acar 2021). Interestingly, it was reported that temperature induced thermo-priming remembered with wheat for thermo-tolerance (Zhang et al., 2016) and high antioxidant capacity against high temperature stress compared to non-primed plants (Maroufi et al., 2011). Likewise, increased antioxidant activity found effectively against negative effects of heat stress in wheat (Wang et al., 2014).

Conclusion

Consequently, our findings show that hormo-priming treatments better improve on seed germination potential and seedling growth than other priming treatments on germination and growth of Ekiz variety under drought stress.

Authors' Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflicts of Interest Statement

The authors declare that they have no conflict of interest.

Reference

- Abid, M., Hakeem, A., Shao, Y., Liu, Y., Zahoor, R., Fan, Y., Suyu, J., Tian, Z., Jiang, D., Sinider, J. L., Dai, T., 2018. Seed osmopriming invokes stress memory against post-germinative drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 145: 12-20.
- Acar, O., Yıldız, M. T., Günay, E., Baltacıer, G., 2020. Kuraklık stresi altındaki buğdayda eksojen Glisin Betain'in fizyolojik ve biyokimyasal etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 35(3): 446-455.
- Aghanejad, M., Mahfoozi, S., Sharghi, Y., 2015. Effects of late-season drought stress on some physiological traits, yield, and yield components of wheat genotypes. In *Biological Forum*. 7(1): 1426.
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., Zhu, Y., 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*. 5(2): 143-147.
- Balkan, A., 2012. Effect of artificial drought stress on seed quality of bread wheat. *Iranian Journal of Plant Physiology*. 2(2): 403-412.
- Bradford, K. J., 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort. Sci*. 21(5):1105- 1112.
- Cetinel, A. H. S., Yalcinkaya, T., Akyol, T. Y., Gokce, A., Turkan, I., 2021. Pretreatment of seeds with hydrogen peroxide improves deep-sowing tolerance of wheat seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*. 167: 321-336.
- Cheeseman, J. M., 2006. Hydrogen peroxide concentrations in leaves under natural conditions. *Journal of Experimental Botany*. 57(10): 2435-2444.
- Demirbaş, S., Balkan, A., 2018. Tuz stresi koşullarında bazı tritikale çeşitlerinin hidrojen peroksit ön uygulamasına tepkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15(2): 5-13.
- Elmas, T., Acar, O., 2021. The Effects of some seed priming treatments on germination and seedling development in wheat. *International Journal of Scientific and Technological Research*. 7 (5): 1.
- Gençtan, A. B. T., 2013. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(2): 44-52.
- Ghobadi, M., Abnavi, M. S., Honarmand, S. J., Ghobadi, M. E., Mohammadi, G. R., 2012. Effect of hormonal priming (GA_3) and osmopriming on behavior of seed germination in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science*. 9(4).
- Guo, X., Zhi, W., Feng, Y., Zhou, G., Zhu, G., 2022. Seed priming improved salt-stressed sorghum growth by enhancing antioxidative defense. *Plos one*. 17(2).
- Jisha, K. C., Vijayakumari, K., Puthur, J. T., 2013. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum*. 35(5): 1381-1396.
- Kumar, D., Yusuf, M. A., Singh, P., Sardar, M., Sarin, N. B., 2014. Histochemical detection of superoxide and H_2O_2 accumulation in *Brassica juncea* seedlings. *Bio-protocol*. 4(8): 1108.
- Kumar, M., Kesawat, M. S., Ali, A., Lee, S. C., Gill, S. S., Kim, H. U., 2019. Integration of abscisic acid signaling with other signaling pathways in plant stress responses and development. *Plants*. 8(12): 592.
- Liaqat, N., Liaqat, A., Ali, M., Qayyum, Z., Amir, R., Siddique, R., Budak, H., 2020. Wheat genomics and genome editing. In *Climate Change and Food Security with Emphasis on Wheat*. Academic Press. 331-346.
- Lugojan, C., Ciulca, S., 2011. Evaluation of relative water content in winter wheat. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 15(2): 173-177.

- Maroufi, K., Farahani, H. A., Moradi, O., 2011. Evaluation of nano priming on germination percentage in green gram (*Vigna radiata* L.). *Advances in Environmental Biology*. 3659-3664.
- Michel, B. E., Kaufmann, M. R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 51(5): 914-916.
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M. U., Shabbir, I., 2013. Seed priming a technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6(20): 1373.
- Nikolaeva, M. K., Maevskaya, S. N., Shugaev, A. G., Bukhov, N. G., 2010. Effect of drought on chlorophyll content and antioxidant enzyme activities in leaves of three wheat cultivars varying in productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*. 57(1): 87-95.
- Paparella S, Araujo SS, Rossi G, Wijayasinghe M, Carbonera D, Balestrazzi A., 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep*. 34: 1281–1293.
- Peryea, F. J., Kammereck, R., 1997. Phosphate-enhanced movement of arsenic out of lead arsenate-contaminated topsoil and through uncontaminated subsoil. *Water, Air, and Soil Pollution*. 93(1): 243-254.
- Sher, A., Sarwar, T., Nawaz, A., Ijaz, M., Sattar, A., Ahmad, S., 2019. Methods of seed priming. In *Priming and pretreatment of seeds and seedlings* (pp. 1-10). Springer, Singapore.
- Siddique, M. R. B., Hamid, A. I. M. S., Islam, M. S., 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 41: 35-39.
- Singh, N., Mishra, A., Jha, B., 2014. Over-expression of the peroxisomal ascorbate peroxidase (SbpAPX) gene cloned from halophyte *Salicornia brachiata* confers salt and drought stress tolerance in transgenic tobacco. *Marine biotechnology*. 16(3): 321-332.
- Smart, R., E., Bingham, G. E., 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*. 53(2): 258-260.
- Tezcan, A., Aslan, G. E., Kaman, H., 2019. Evaluation of drought stress on the chlorophyll content of the plants: a review of the solanaceae family. *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*. 28(6): 4636-4641.
- Wang, X., Cai, J., Liu, F., Dai, T., Cao, W., Wollenweber, B., Jiang, D., 2014. Multiple heat priming enhances thermo-tolerance to a later high temperature stress via improving subcellular antioxidant activities in wheat seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*. 74:185-192.
- Wilson, P. J., Thompson, K. E. N., Hodgson, J. G., 1999. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *The New Phytologist*. 143(1): 155-162.
- Yalçın, E., 2018. Ekosistemlerde yaprağın ekolojik fonksiyonları. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 1(2): 68-82.
- Zhang, X., Zhou, Q., Wang, X., Cai, J., Dai, T., Cao, W., Jiang, D., 2016. Physiological and transcriptional analyses of induced post-anthesis thermo-tolerance by heat-shock pretreatment on germinating seeds of winter wheat. *Environmental and Experimental Botany*. 131: 181-189.



Araştırma Makalesi/Research Article

İzmir-Urla Bölgesindeki Dış Mekân Süs Bitkisi İşletmelerinin Değerlendirilmesi

Necmettin Gür¹ 

Füsun Erduran Nemutlu^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: fusunerduan@gmail.com

Geliş Tarihi: 04.07.2022

Kabul Tarihi: 13.12.2022

Öz

Estetik ve işlevsel özelliklere sahip dekoratif bitki türlerine süs bitkileri denir. Dış mekân süs bitkileri, dış mekân peyzaj tasarımı ve uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bitkilerdir. Ayrıca bu bitkilerin üretimi ve satışı bölgesel olarak bir iş olanağı ve gelir kaynağı sağlar. Dolayısıyla kentsel ve kırsal alanların gelişiminde bu bitkilerin üretimini ve satışını gerçekleştiren işletmelerin potansiyelleri oldukça önemlidir. Bu çalışmada, İzmir ilinin Urla ilçesinde dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı alanında faaliyet gösteren işletmeler değerlendirilmiştir. Çalışma Nisan-Mayıs 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yöntemi işletmelerin yerinde tespit edilip, fotoğraflanıp, fiziki değerlendirilmelerinin yapılması ve işletme sahipleri ile yüz yüze görüşmeye dayalı olarak yapılan anket çalışması esasına dayanmaktadır. Yerinde yapılan incelemeler ile 20 işletme tespit edilmiş fakat anket çalışması istekli 12 işletme ile yapılmıştır. Anket çalışması ile bu 12 işletme hakkında genel bilgiler verilmiş ve işletmelerin sorunları belirlenmiştir. İşletmelerin üretim sırasında ve sonrasında yaşadıkları sorunlar hakkında eğitim, istihdam, üretim ve satış konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj Bitkileri, Dış Mekân Süs Bitkileri, Fidanlık, Urla

Evaluation of the Outdoor Ornamental Plant Enterprises in Urla Region of İzmir Province Abstract

Decorative plant species with aesthetic and functional features are called ornamental plants. The outdoor ornamental plants are widely used in outdoor landscape design and applications. Besides, the production and sale of these plants provides a regional job opportunity and a source of income. Therefore, the potential of the enterprises that produce and sell these plants in the development of urban and rural areas is very important. Within this context, outdoor ornamental plant production companies were evaluated in the case of Urla District of İzmir Province. The study was carried out between April and May 2022. The method of the study is based on the basis of a survey conducted on the spot, photographing and physical evaluation of the enterprises, and face-to-face interviews with the business owners. 20 enterprises were identified with on-site inspections, but the survey was conducted with 12 willing enterprises. With the survey study, general information about these 12 enterprises was given and the problems of the enterprises were determined. Suggestions were made about the problems faced by the enterprises during and after production on education, employment, production and sales.

Keywords: Landscape Plant, Outdoor Ornamental Plants, Nursery, Urla

Giriş

Günümüzde çeşitli nedenlerden dolayı kırsal alanlardan kentsel alanlara göçler artmıştır. Göçler ile kent içerisinde yapılaşmanın ve endüstrileşmenin artması, insan ve doğa arasındaki bağın kopmasına sebep olmuştur (Demir ve Ersoy, 2012). Bu durumla beraber kent insanının doğaya olan özlemi artmış, paralel olarak süs bitkilerine olan talep de artmıştır. Süs bitkileri, insanların doğa ile bağ kurmasının, yoğun iş temposu ve kent yaşamının stresinden uzaklaşmasının bir aracı olmanın yanı sıra toplumların gelişmişlik düzeylerinin arttığı bir göstergesi olarak da görülmektedir. Temel ihtiyaçların karşılandığı toplumlarda yaşanan çevrenin estetik bir değere sahip olması oldukça önemlidir. Dolayısıyla bu tür toplumlarda estetik açıdan bir etki sağlanması amacı, süs bitkilerine olan

talebi arttırmaktadır. Artan talebe bağlı olarak süs bitkisi üreticiliği bir sektör haline gelmiş ve önemli bir pazar oluşturmuştur (Cengiz ve ark., 2017).

Estetik yönü zengin, fonksiyonel kullanıma sahip, ekonomik gelir sağlayabilen ve bu amaçlarla üretilen dekoratif bitki türleri süs bitkileri olarak tanımlanmaktadır (Erduran Nemutlu, 2013). Süs bitkileri, kentsel veya kırsal alanlarda insan ve doğa ilişkisini sağlama, biyolojik konfor oluşturma gibi fiziksel ihtiyaçları karşılamada peyzaj çalışmalarının ana materyallerindendir (Yazici, 2015). Aynı zamanda uzmanlaşmayı gerektiren iş kollarından birisidir (Torun ve ark., 2012). Süs bitkisi kavramı çatı bir tanım olmakla beraber; kesme çiçekler, iç mekân (saksılı) süs bitkileri, dış mekân (tasarım) süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları (geofitler) olmak üzere dört alt grupta sınıflandırılır. (Zaman ve ark., 2007; Torun ve Aydın Can, 2014).

Dış mekân süs bitkileri, peyzaj çalışmalarında kullanılması amacıyla üretimi ve pazarlaması yapılan türlerdir. Bu türler; ağaç ve ağaççıklar, çok yıllık ve tek yıllık çiçekler, yer örtücüler ve süs çimleri olarak sınıflandırılmaktadırlar (Şekil 1) (Kıymaz Kıvraklar, 2017).



Figure 1. Classification of Outdoor Ornamental Plants (Ay, 2009).

Şekil 1. Dış Mekân Süs Bitkilerinin Sınıflandırması (Ay, 2009).

Dış mekân süs bitkileri; hava kalitesinin iyileştirilmesi, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, ses, toz ve görüntü kirliliğinin azaltılması, yaya ve taşıt trafiği düzenlemelerinde katkı sağlaması, betonarme yapıların sert dokularının yumuşatılması, kentsel yaşam içerisinde kent insanının doğa ile iletişimini sağlayarak psikolojik rahatlama sağlaması gibi ekolojik, işlevsel, estetiksel ve psikolojik etkilere sahiptirler (Temel, 2011). Yaprakları ve çiçekleri ile çevreye hoş kokular yaymakta (Çelik, ve ark., 2017), süs bitkilerini barındıran her türlü yeşil alan ise birer şifa bahçesi işlevi üstlenmektedir (Çalışkan Mimarlar ve Çelik Çanga 2021). Üretimleri ise, temel olarak generatif ve vejetatif yöntemlerle yapılabilmektedir. Tohum ile yapılan generatif üretim, klonlanma denilen ve ana bitkiden alınan bir parça kullanılarak yapılan üretim ise vejetatif üretimdir (Kural, 2019).

Bir işletme penceresinden bakıldığında süs bitkileri üretim fidanlıkları, tarımsal üretim açısından uygun sahaya sahip veya önemli derecede çevresel etki baskısına sahip olmayan bölgelerde, doğal ve doğal olmayan bitki türlerinin üretiminin ve satışının yapıldığı iş yerleri olarak tanımlanabilir (Niemiera ve Von Holle, 2009). Dış mekân süs bitkileri üretiminin tarihi birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de uzun bir geçmişe dayanmaktadır. Ekonomik açıdan bir pazar olarak karşımıza çıkması ve hem dünyada hem de ülkemizde bir sektör haline gelmesi 20. yüzyılın başlarına rastlamaktadır (Eroğlu, 2016). Günümüzde ulaşım ağlarının geçmiş yıllara göre daha gelişmiş olması dünyada üretilen süs bitkilerinin çok geniş pazarlara sorunsuz ulaşmasını sağlamıştır. Özellikle kıtalar arası hava ve deniz ulaşım sistemlerinin gelişimi bu pazar yayılımına çok büyük katkı sağlamıştır. Aynı zamanda sektörün genişlemesi ABD, Japonya, Hollanda ve İtalya gibi süs bitkisi endüstrisinde söz sahibi ülkelerin yanında ucuz ürün ve iş gücüne sahip Latin Amerika ve Afrika ülkelerini de sektöre dâhil etmiş ve ürün yelpazesini genişletmiştir (Yeler, 2017). Türkiye’de ise süs bitkileri üretim ve pazarlama sektörünün ilerlemesi dünyadaki gelişmelere benzer bir şekilde kalifiye elemanların artması ve ulaşım olanaklarının gelişmesiyle birlikte kademeli olarak yayılım göstermiştir. Sektör Türkiye’de 1940’larda İstanbul ve Yalova çevresinden başlayarak, 1970’lerde İzmir, 1980’lerde Antalya, 1990’lı yıllarda Akdeniz Bölgesi’nin diğer illerinde ve günümüze gelen süreçte İç ve Doğu Anadolu bölgelerine de genişlemiştir (Çelik ve ark., 2014). Üretim alanlarının ülkemizde yayılım gösterdiği gibi ürün yelpazesini de Türkiye’de zaman içerisinde genişlemiştir. Türkiye’nin süs bitkisi üretim miktarı ürün çeşitliliği ve pazar genişliğine bağlı olarak artmıştır. Örneğin üretim miktarı 2009 yılında 57 milyon adet civarında iken 2016 yılında bu sayının 412 milyon adet civarına yükseldiği görülmüştür (Kıymaz Kıvraklar, 2017). Zamanla gelişen süs bitkileri üretimi 2021 yılına gelindiğinde

önceki yıllara göre çok daha fazla artmıştır. Aynı yıl üretim kapasitesinin %62,3'ünü kesme çiçekler, %37,7' oranındaki kalan kapasiteyi ise diğer süs bitkileri oluşturmaktadır. İstatistik kurumunun verilerine göre dış mekân süs bitkilerinin üretimi ise 2021 yılında bir önceki yıla göre %1,8 oranda azalma göstermiştir (TÜİK, 2021).

Bu çalışma Ege Bölgesi'nin en önemli metropol şehirlerinden biri olan İzmir ilinin Urla ilçesinde dış mekân süs bitkileri üretimi ve satışı yapan işletmelerin üretim ve satış potansiyelinin değerlendirilmesi, ülke ve iç pazardaki sorunlarının belirlenmesi ve buna yönelik önerilerde bulunulması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini İzmir ilinin Urla ilçesinde (Şekil 2) dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı konusunda faaliyet gösteren işletmeler ile yüz yüze görüşmeye dayalı olan anket çalışması oluşturmaktadır.



Figure 2. Location of Urla district in İzmir (Wikipedia, 2022).

Şekil 2. Urla ilçesinin İzmir'deki konumu (Vikipedi, 2022).

Urla, İzmir il merkezinden 38 km uzaklıkta olup, 38°19'27.72" kuzey paraleli ve 26°46'04.14"doğu meridyeni arasında yer almakta ve 728 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. İlçenin deniz seviyesinden yüksekliği 65 m olmakla beraber Güzelbahçe, Çeşme, Seferihisar ve Karaburun ilçeleri ile komşudur. Akdeniz ikliminin görüldüğü ilçede yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. İlçenin genel doğal bitki örtüsünü makiler oluşturmaktadır. Urla'nın temel geçim kaynakları ise tarım ve turizmdir (Dalmış, 2019; Dikmen Diriöz, 2021).

Yöntem

Çalışmanın yöntemi sırasıyla şu aşamalardan oluşmaktadır;

1. Literatür taraması yapılması, süs bitkileri kavramları, gelişimi hakkında bilgilerin derlenmesi.

2. İlçe genelinde süs bitkisi üretimi ve satışı yapan fidanlık işletmelerinin yerinde tespit edilerek fotoğflanması.

3. Belirlenen fidanlık işletmelerinin fiziki şartlarının değerlendirilmesi. Fiziki şartlar değerlendirilirken şu kriterler göz önünde bulundurulmuştur; işletmelerin konumu, ulaşımı,

fidanlıklarda kullanılan su kaynağı, fidanlıklarda üretim için kullanılan toprak türü, işletmelerdeki mevcut bitki türü çeşitliliği.

4. Tespit edilen ve fiziki değerlendirmesi yapılan fidanlıklarda işletme sahipleri ile “Ek-1” de yer alan anket yüz yüze sözlü görüşmeler ile uygulanmıştır. İşletme sahiplerinin anket sorularına verdiği yanıtlar doğrultusunda üretim ve satış, ürün çeşitliliği gibi konuları hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

5. Son olarak elde edilen veriler ve işletme sahiplerinin süs bitkisi üretimi ve satışı konusundaki sorunları Urla ve İzmir ölçeğinde tartışılmıştır. Çalışma sonunda gelecekte yapılacak bilimsel çalışmalara ve literatüre katkı sağlanması için önerilerde bulunulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında yerinde incelemeler yapılmış ve bu incelemeler sonucunda Urla ilçesinde 20 dış mekân süs bitkisi üretimi ve satışı yapan işletme belirlenmiştir. Bunlardan 2 işletme çalışma için hazırlanan anket sorularını cevaplamak konusunda istekli olmamışlardır. Diğer işletmelerden 6’sı ise anket sorularını cevaplayabilecek yetkili personelin olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle, bu çalışma 12 fidanlıklar işletmesi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ilgilenmeleri ve potansiyel olarak bölge hakkında sağlıklı veri elde edileceği kanısı ile bu fidanlıklar sayısı yeterli bulunmuştur.

İşletmelerin Fiziki Özellikleri

Anket çalışmasının yapıldığı işletmeler harita üzerinde belirtilmiş ve A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L olarak adlandırılmıştır (Şekil 3, Şekil 4). Harita üzerinde karışıklık olmaması için birbirine çok yakın ve karşılıklı şekilde olan 6 işletme Şekil 3’ün devamı olarak Şekil 4’te belirtilmiştir. Fidanlıklar işletmelerinin tamamı İzmir-Çeşme otoyolu olan D-300 karayolu boyunca konumlanmıştır. Fidanlıklar işletmelerinin bu şekilde sıralanmış olmasından ve Urla ilçe merkezine ulaşım sağlayan otoyolun üzerinde bulunmalarından dolayı bütün işletmelere ulaşımın kolay sağlandığı belirlenmiştir. Ulaşımın kolay sağlanabilir olması işletmelerin satış sonrasında ürünlerinin nakliye edilmesinde de kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca işletmelerin Çeşme gibi yoğun turizm sirkülasyonuna sahip bir ilçenin ulaşım yolunda konumlanmaları, fidanlıklara satış pazarını genişletme ve reklam olanağı tanımaktadır.

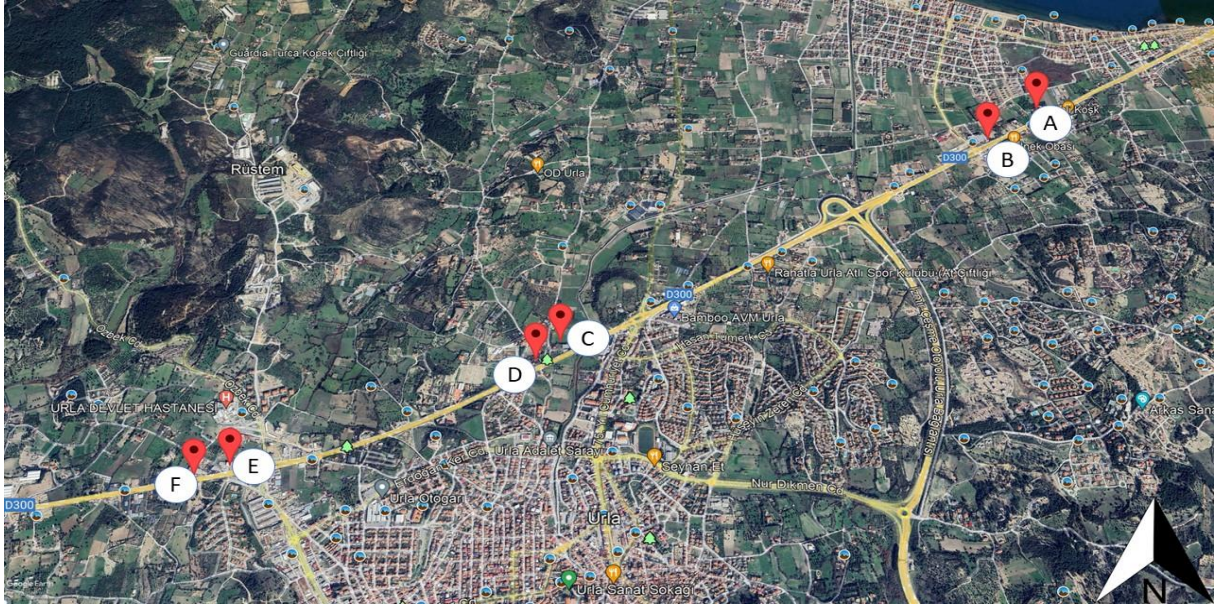


Figure 3. Locations of surveyed businesses (Google Earth Pro, 2022).

Şekil 3. Anket çalışması yapılan işletmelerin konumları (Google Earth Pro, 2022).

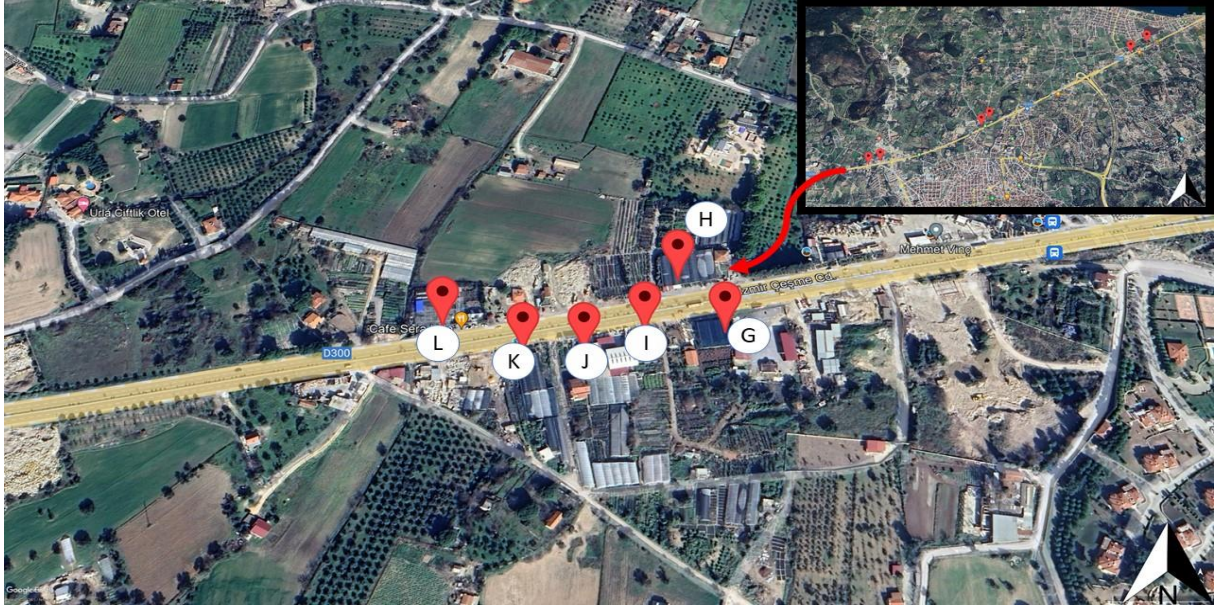


Figure 4. Continuation of the locations of the surveyed businesses (Google Earth Pro, 2022).
Şekil 4. Anket çalışması yapılan işletmelerin konumlarının devamı (Google Earth Pro, 2022).

Araştırmada anket çalışmasının gerçekleştirildiği her işletme ayrı ayrı fotoğraflanmıştır. İşletmelerin fotoğrafları Şekil 5’de belirtilmiştir.



Figure 5. Nursery establishments (Original, 2022).
Şekil 5. Fidanlık işletmeleri (Orijinal, 2022).

Fidanlıklarda sulama ve çeşitli amaçlarla kullanılan su kaynağı farklılık göstermektedir. Farklı su kaynaklarının kullanılmasının sebebi fidanlık yetkilileri tarafından; bazı işletme arazilerinin artezyen kuyusu açılmaması olarak belirtilmiştir. Su kullanımını 11 işletmede artezyen kuyusundan, 1 işletmede ise İZSU şebeke suyundandır. Fidanlık işletmelerinde yetiştirme amaçlı kullanılan toprak da farklılık göstermektedir. İşletmeler; araziye ait gübreli bahçe toprağı, dışarıdan getirilen bahçe toprağı, torf, curuf, milli karışım ve bahçe toprağı karışımı olmak üzere üç farklı şekilde toprak kullanmaktadır. Kendi arazilerinin bahçe toprağını kullanmayan bütün işletmeler, dışarıdan getirilen bütün bahçe toprağının Bayındır ve Ödemiş ilçelerinden getirildiğini belirtmişlerdir. Dışarıdan bahçe toprağı ve torf, curuf, milli karışım ve bahçe toprağı karışımı kullanan işletmeler, üretim amaçlı

kullanılan arazilerindeki toprağın Bayındır ve Ödemiş ilçelerindeki kadar verimleri olmadığı için bu tarz toprak kullanımını tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bu durum göstermektedir ki işletme sahipleri, Bayındır ve Ödemiş'in toprak yapısının iklim dışında bir faktör olarak Urla-Bayındır, Ödemiş arasında yetiştirilen süs bitkilerin fiziki özelliklerine ve estetik kalitesine etki ettiğini düşünmektedirler. Fidanlıklardaki mevcut bitki türlerinin çeşitliliği incelendiğinde 3 işletme sadece çalı grubunda ve oldukça az bitki türü üretimi yaptığı için dar bir yelpazeye sahiplerdir. İşletme sahipleri bunun sebebini, genel olarak müşteri talebinin tek çeşit bitki olması ve üretim arazisinin yeterli büyüklükte olmadığı işletme sahiplerince belirtilmişlerdir. Tek grup bitki üretimi ve küçük üretim alanı bu üç işletmeyi diğer 9 işletmenin satış potansiyelinde geri bıraktığı ayrıca belirtilmiştir. Bu durum 3 işletmeyi diğer 9 işletme ile rekabetinde dezavantajlı hale getirmektedir. Geriye kalan 9 işletmenin ise ağırlıklı çalı grubu yetiştirmesine karşın çiçek, ağaç ve ağaççık gibi sınıflarda da üretim ve satış yaptığından geniş ürün yelpazesine sahip olduğu belirlenmiştir.

İşletmelerin Genel Özellikleri ve Üretim-Satış Potansiyelleri

İşletmelerin fiziki değerlendirmelerinin tamamlanmasından sonra fidanlıklardaki yetkili personellere "Ek-1" de yer alan anket soruları yöneltilmiştir. Anket çalışmasında yer alan ve fidanlık işletmeleri hakkında genel bilgilendirme amaçlı olan ilk 5 soruya verilen yanıtlar Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Table 1. General information about nursery enterprises.

Çizelge 1. Fidanlık işletmeleri hakkında genel bilgiler.

Sorular/İşletmeler	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Fidanlıktaki çalışan sayısı? (Kişi)	5-10	5-10	5-10	1-5	1-5	1-5	5-10	5-10	1-5	5-10	1-5	1-5
Fidanlık çalışanlarının genel eğitim durumu?	Lise-Üni.	Lise-Üni.	Lise-Üni.	İ.O	Lise-Üni.	Lise-Üni.	Lise-Üni.	Lise-Üni.	Lise-Üni.	Lise-Üni.	İ.O	İ.O
Fidanlık çalışanlarının genel yaş aralıkları?	30-50	30-50	50 ve üzeri	50 ve üzeri	18-30	18-30	30-50	30-50	18-30	30-50	30-50	30-50
İşletme sahibinin eğitim durumu?	Üni.	Üni.	Üni.	İ.O	Lise	Lise	Lise	İ.Ö	Üni.	Lise	Lise	L.üstü
Fidanlıkta işletme sahibinin aile üyeleri çalışıyor mu? Çalışan sayıları?	Evet/1	Evet/2	Evet/2	Evet/1	Evet/1	Evet/2	Evet/2	Evet/1	Evet/3	Evet/1	Evet/2	Hayır

İ.O= İlkokul, Üni.=Üniversite, L.üstü=Lisansüstü

Çalışmaya katılan işletmelerin büyük çoğunluğunun bir kooperatif, birlik veya odaya üye olduğu belirlenmiştir. Buna göre 12 işletmeden sadece 2'sinin herhangi bir üyeliğinin olmadığı görülmüştür.

İşletmelerin 6 tanesinde üretimde ve çeşitli pozisyonlarda değerlendirilmek üzere peyzaj mimarı istihdam edildiği görülmüştür. Peyzaj mimarı istihdamı olmayan fidanlık işletmelerinde bitki üretimi konusunda ihtisası olan şef üretim sorumlusu bulunmaktadır. Bu sorumluların bazıları ziraat mühendisi, bazıları peyzaj teknikeri, bazıları ise ziraat teknikeri meslek grubundadır.

Fidanlık işletmelerinin üretim ve satışı ile ilgili yöneltilen sorularda ise alınan yanıtlara göre, 12 işletmeden 3 tanesi son 5 yılda üretim veya satış alanında değişim olduğunu belirtmiştir. Bu üç işletme B, F ve L fidanlıklarıdır. B ve F fidanlıkları son 5 yıl içerisinde istek üzerine özel bitki üretimi veya temini yaptığını ve satış pazarını genişletme konusunda değişim yaptıklarını iletirken, L fidanlığı diğer iki işletmeden farklı olarak satış alanının içerisinde botanik konseptli bir kafe eklediğini

iletmiştir. Bu değişimlerin işletmelere ekonomik açıdan daha fazla güç kazandırdığı ve diğer işletmelere göre üretim materyallerinin kalitesinde farklılıklar yarattığı görülmüştür. Fidanlık işletmelerinin üretimin ve satışının 4 farklı grup halinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 6). Bu gruplar; Üretim-satış ve cansız peyzaj elemanları, üretim-satış, üretim-satış ve meyve fidanı satışı, üretim yok sadece satış.

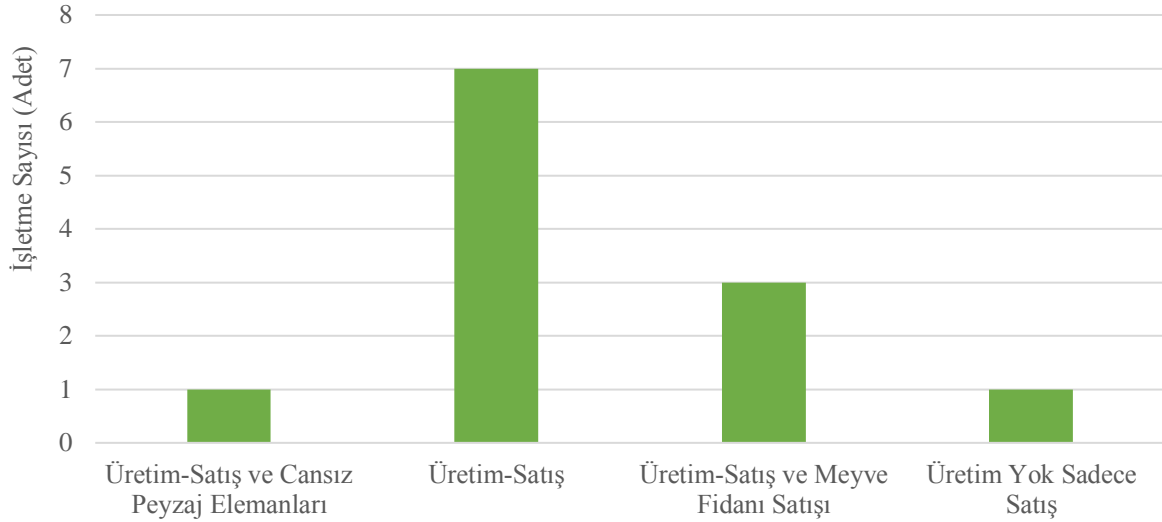


Figure 6. Distribution of nursery enterprises according to production and sales types.
Şekil 6. Fidanlık işletmelerinin üretim ve satış şekillerine göre dağılımı.

Şekil 6'da belirtildiği üzere üretim yapmayan tek fidanlık F işletmesi olduğu görülmektedir. F işletmesi, satış için bitkileri Bayındır, Antalya ve Bodrum'dan temin ettiğini belirtmiştir. Ayrıca F işletmesi üretim yapmama nedenini yeterli alanının olmasından kaynaklı olduğunu belirtmiştir. Bitkisel üretim ve satışın yanı sıra cansız peyzaj tasarım materyallerinin satışını yapan tek işletme ise A firmasıdır. Fidanlık işletmelerinin satış potansiyelleri değerlendirilmesi ise Çizelge 2'de görülmektedir.

Table 2. Sales potential of nursery enterprises.

Çizelge 2. Fidanlık işletmelerinin satış potansiyeli.

İşletmeler	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Satış Potansiyeli	-	X	+	-	-	X	+	-	X	+	X	-

"X" Satış miktarları üretim miktarı ile eşit olanlar, "-" Üretim miktarının altında kalanlar, "+" Üretim miktarının üstünde olanlar.

Çizelge 2'de belirtildiği üzere F işletmesinin ikinci el bitki satışı yapması işletmeyi satış konusunda diğer işletmelerden geride bırakmadığı görülmüştür. Fidanlıklarda satışı yapılan bitki türlerinin işletmelerde çoğunlukla çalı formunda olduğu gözlemlenmiştir. Sadece B ve F işletmelerinde çalı grubu yoğunluğu kadar sukulent bitkilerin de olduğu belirlenmiştir. Fidanlık işletmelerinin ürün çeşitliliğinin de son 2 yıl içerisinde 10 fidanlıkta arttığı, 2 fidanlıkta ise azaldığı belirtilmiştir. On işletmenin yetkili personelleri ürün çeşitliliğinin %5-%15 arasında değişen bir oranda artış gösterdiğini bildirmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü tarafından 11 Mart 2020'de ilan edilen pandemi sürecinde fidanlık işletmelerinin üretim ve satış süreçlerinde değişimler olduğu işletme yetkilileri tarafından bildirilmiştir. Buna göre pandemi sürecinde işletmelerin 5'i üretim ve satışta artış, 4'ü azalma olduğunu 3'ü ise üretim ve satışlarının süreçten etkilenmediğini belirtmiştir.

Pandemi sürecinde üretim ve satış konusunda artış yaşayan işletmeler, %20 ile %50 oranında artışın olduğunu belirtirken, üretim ve satış konusunda azalma yaşayan işletmeler ise %30 ile %50 oranında kayıp yaşadıklarını belirtmişlerdir. Çalışmada 12 işletmenin üretim ve satış konusunda devlet

kurumlarından herhangi bir destek almadığı belirlenmiştir. Çalışmaya katılan 12 işletmenin genel satış alanı değerlendirildiğinde; işletmelerin tamamının peyzaj firmalarına, Çeşme, Karaburun, Güzelbahçe ve Urla yöre halkına satış yaptığı verilen yanıtlardan belirlenmiştir. Sadece F fidanlığı diğer fidanlıklardan farklı olarak il dışına bitki gönderdiğini belirtmiştir. Ayrıca 12 fidanlıktan 3 tanesi yurt dışından ithal bitki getirerek satışını yaptığını belirtmişlerdir.

İşletmelerin Sorunları

İşletmelerde belirlenen en büyük ortak sorunun maliyetler olduğu görülmektedir. Özellikle son zamanlarda tüm dünyada etkili olan ekonomik sıkıntılardan dolayı artan enerji ve akaryakıt fiyatlarının işletmeleri zor duruma soktuğu belirtilmiştir. Bu sorun paralel olarak bitkilerin üretim masraflarını arttırmaktadır. Bitkilerin üretim maliyetlerinin artması aynı şekilde ürünlerin satış fiyatlarına yansımaktadır. Akaryakıt fiyatlarındaki artış ile beraber fidanlık işletmeleri ürünlerini İzmir içerisindeki pazara nakletme konusunda zorluklar yaşamaktır. Fidanlıklarda karşılaşılan diğer bir sorun ise işçi istihdamıdır. Saha personeli bulma konusunda yaşanan zorluklar, az sayıda olan mevcut personel üzerinde daha fazla iş yüküne sebep olmaktadır. Bayındır ve Ödemiş, süs bitkisi üretimi konusunda oldukça yüksek potansiyele sahip ilçelerdir (Çakar ve ark., 2019). Onlar ile Urla arasında fark olup olmadığı fidanlık sahiplerine sorulduğunda bütün işletme sahipleri, Bayındır ve Ödemiş'e göre Urla ikliminin üretim konusunda daha elverişsiz olduğunu, toprak yapısının da aynı şekilde daha verimsiz olduğunu belirtmişlerdir. Farklı bir açıdan da Bayındır ve Ödemiş'in İzmir içi ve Türkiye'ye ürün satışı konusunda Urla'ya göre daha çok bilinir olduğu ve pazarlarının daha geniş olduğu da belirtilmiştir. Buna rağmen bu kadar fazla sayıda işletmenin varlığı ve zengin potansiyellerinin olması bölgede tüketimin ve süs bitkisi kullanıcılarının çok olduğunu göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada İzmir İli'nin Urla İlçesi'nde dış mekân süs bitkileri üretimi ve satışı yapan işletmelerin değerlendirilmesi, ülke ve iç pazardaki sorunlarının belirlenerek sektörün ilçede geliştirilmesine yönelik önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Çalışmaya katılan işletmelerde gerekli eğitim, istihdam, ürün kalitesi, üretim potansiyeli ve müşteri portföyündeki dar yelpaze konusunda birçok eksik belirlenmiştir. Özellikle hiçbir işletmenin üretim veya satış konusunda devlet desteği almaması işletmelerin sınırlı bir pazarda sıkışmasına neden olmaktadır. Bulgular ışığında Urla ilçesinde süs bitkisi üretimi konusunda, sektörün geliştirilmesine yönelik öneriler şu şekilde belirtilmiştir:

1. Üretici kooperatifleri, Urla belediyesi ve diğer kamu kuruluşları ile beraber devlet arazileri üzerinden ilçede süs bitkisi üretmek konusunda istekli kişilere destek olunmalıdır. Arazi kiralama, tarım kredileri gibi maddi destekler devlet kurumları tarafından kooperatifler aracılığıyla istekli potansiyel üreticilere sağlanmalıdır.
2. İşletmelerin ortak sorunlarından biri olan işçi istihdamı konusunda yine belediye, İŞKUR gibi kamu kuruluşlarının desteği sağlanmalıdır. Fidanlık işletmelerinin bu konu üzerinde örgütlenme düzeyinde hareket etmeleri gerekmektedir.
3. İşletmelerde öncelikli hedeflerinin kaliteli ürün yetiştirmek olduğu işletme sahiplerince benimsenmelidir. Urla belediyesi, Tarım ve Orman Bakanlığı, kooperatifler, İŞKUR ve Milli Eğitim Bakanlığı desteğinde hem işletme sahiplerine hem de mevcut personele kaliteli ürün yetiştirme eğitim ve seminerleri verilmelidir.
4. Fidanlık işletmeleri bağlı buldukları kooperatifler, Urla belediyesi, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ilçenin mevcut doğal özellikleri, iklimi, toprak özellikleri konusunda bilgilendirilerek alan gelişiminin nasıl olması gerektiği, ürün çeşidi seçilmesi vb. konularda desteklenmelidir. Böylece ilçede maksimum düzeyde verim sağlayabilecek türlerin üretimi sağlanabilir. Kazanılacak maksimum verim ile beraber Urla'daki üreticiler ürün kalitesi bakımından Bayındır ve Ödemiş ilçelerindeki üreticiler ile aralarındaki farkı kapatabilirler.
5. Üreticiler arazilerindeki toprak ve su analizlerinin düzenli yapılması konusunda teşvik edilerek Urla belediyesi ve kooperatifler tarafından takip edilmelidir. Bu analizlerin işletmelere sağlayacağı kazanımlar konusunda gerekli bilgilendirmeler de yapılmalıdır.
6. Üreticilerin, üniversite ve araştırma enstitüleri ile iletişimi güçlendirilmelidir. Üretim tesislerinin geliştirilmesi, üretimdeki son teknolojik gelişmeler ve ekonomik gelirlerin artırılması konusunda üniversite ve araştırma enstitülerinin büyük katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

7. İşletmecilerin süs bitkisi üretimi konusundaki fuarlara katılımı teşvik edilmeli veya Urla belediyesi tarafından ilçede benzeri etkinlikler düzenlemelidir. Böylece fidanlık işletmelerinin gerek İzmir iç pazarında, gerekse ülke içi pazarlarda tanınırlığı arttırılabilecektir.

Çalışma sonucunda yapılan önermeler doğrultusunda sonuç olarak; ortaya konulan sorunlar, işletme sahipleri ile yapılan anket çalışması ve görüşmeler incelendiğinde ilçedeki süs bitkisi üretiminin çok dar bir pazarda kaldığı saptanmıştır. Başta işletme sahiplerinin ve mevcut personellerinin çeşitli konular hakkında eğitimi ve yönlendirilmesinin çok büyük önem taşıdığı konusu çalışma sırasında işletme sahiplerine aktarılmıştır. Bunun üzerine işletme sahiplerinin de bu görüş konusunda gelişime açık olduğu ve istekli oldukları görülmüştür. Sonrasında ilçedeki süs bitkisi üreticilerinin gerek finansal kaynak gerekse hammadde ve işgücü konusunda desteklenmesi, üretim ve pazar genişlemesi bakımından fayda sağlayacağı ortaya koyulmuştur. Bu desteklerin ve eğitimlerin en iyi şekilde yapılabilmesi için ilçede bulunan kooperatiflerin, Urla belediyesinin ve Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı ilçe müdürlüğünün gerekli faaliyetleri üstlenmesi gerekmektedir. Kooperatifler, belediye ve diğer kamu kuruluşları ile yapılacak planlı ve doğru üretimlerle, üretici ve tüketici arasındaki bağ daha hızlı ve sağlam temeller üzerinde sağlanabilir. Araştırma ile beraber bilinçli üreticinin, planlı ve doğru üretimin hedef müşteri kitlesine ulaşmada kolaylık sağlayacağı görülmüştür. Böylece yerel kalkınma sağlanabilir, gereksiz doğal kaynak tüketimi önenebilir, işçilik ve iç göç gibi sorunların önüne geçilebilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ay, S., 2009. Süs bitkileri ihracatı, sorunları ve çözüm önerileri: Yalova ölçeğinde bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 14(3):423-443.
- Cengiz, B., Dağlı, P. K., Yiğittekin, S., 2017. Peyzaj ekonomisi açısından peyzaj ve süs bitkileri fidanlık işletmelerine yönelik sektörel bir analiz. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 19(2): 50-62.
- Çakar, H., Güneş, A., Saraçoğlu, Ö. A., Boyacı, M., Yıldız, Ö., Hülya, A., 2019. İzmir ili Bayındır ilçesi süs bitkileri üretim potansiyelinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 56(1):61-70.
- Çalışkan Mimarlar, H., Çelik Çanga, A., 2021. Peyzaj mimarlığı odağında şifa bahçesi konulu bir araştırma. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(2):295-308.
- Çelik, A., Otar, S., Hacıoğlu, A., 2017. Sanayi bölgelerinde tasarım bitkileri kullanımının ekolojik açıdan değerlendirilmesi: Gebze örneği. International Journal of Landscape Architecture Research. 1(1):1-7.
- Çelik, Y., Karakayacı, Z., Polat, A.T., Eşitken, A., 2014. Konya ilinde dış mekân süs bitkileri üretiminin brüt kar analizi. Meyve Bilimi. 1(2):45-54.
- Dalmış, B., 2019. Urla'nın turizm destinasyonu olarak marka algısı. İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Otel Yöneticiliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 66 s.
- Demir, M., Ersoy, B., 2012. Süs bitkilerinin sağlanmasında kamu kuruluşlarının artan rolü; Erzurum kenti örneği. V. Süs Bitkileri Kongresi, 373-381s, Kasım 2012, Yalova,.
- Dikmen Diriöz, E., 2021. Sürdürülebilir yerleşim kriterleri kapsamında Urla örneğinin irdelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 339 s.
- Erduran Nematlu, F., 2013. Çanakkale'de dış mekân süs bitkisi işletmelerinin değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 13(1):72-83.
- Eroğlu, A., 2016. Yalova ilinde dış mekân süs bitkilerinin mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 94 s.
- Google Earth Pro. 2022. Urla, <https://earth.google.com/web/search/Urla,+%c4%b0zmir/@38.32722559,26.76501965,59.79012758a,9572.51689767d,35y,0h,0t,0r/data=Cl0aMxItCiUweDE0YmI5NDIiODk2YzdiYzk6MHhhZDRINTM2YTY4ZjFjMmI4KgRVcmxhGAIGASImCiQJMMjPtjMBRUARS74dQAF5QUAZ8C8m-M7QRUAhSsiejCI1N0A> (Erişim Tarihi: 27.06.2022).
- Kıymaz Kıvraklar, M., 2017. Dış mekân süs bitkileri üretim işletmelerinde maliyetleme ve raporlama. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe ve Finansman Bilim Dalı, Doktora Tezi. 219 s.

- Kural, S., 2019. Bayındır (İzmir)'da süs bitkisi yetiştiriciliği. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Botanik Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 68 s.
- Niemiera, A. X., Holle, B. V., 2009. Invasive plant species and the ornamental horticulture industry. Management of Invasive Weeds: 167-187pp, Springer, Dordrecht.
- Temel, M., 2011. Yalova'da süs bitkileri işletmelerinin yapısı, üretim olanakları, sorunları ve çözüm önerileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 100 s.
- Torun E., Çelik A., Bobat A., 2012. Pazarlamada fuarların rolü ve önemi (Yalova süs bitkileri ihtisas fuarı örneği). KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi. 15(2):11-21.
- Torun, E., Aydın Can, B., 2014. Dış Mekân süs bitkileri yetiştiricilerinin bitkileri pazarlama yöntemlerinin ve bilgi sistemlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili örneği. 11.Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 1316-1325, 3-5 Eylül 2014, Samsun.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249&dil=1>. (Erişim Tarihi: 03.05.2022).
- Vikipedi, 2022. Urla. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Urla>. (Erişim Tarihi: 03.05.2022).
- Yazıcı, K., 2015. Tokat ili ekolojik koşullarında dış mekân süs bitkileri sektör analizi ve uygun üretim alanlarının cbs ile belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 178 s.
- Yeler, O., 2017. İtalya ve Hollanda süs Bbitkileri sektörünün üretim yapısı, pazarlama ve organizasyon modeli açısından incelenmesi. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 1(1):7-14.
- Zaman, S., Özdemir, Ü., Sever, R., 2007. Coğrafi yönleriyle Antalya'da örtü altı süs bitkileri yetiştiriciliği. Doğu Coğrafya Dergisi. 12(18):301-326.



Araştırma Makalesi/Research Article

Kentleşme Politikalarının Tarım Alanları Üzerindeki Etkisi: Çilesiz Mahallesi (Malatya) Örneği

İlkim Güven^{1*} 

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Malatya
*Sorumlu yazar: ilkim.guven@ozal.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.08.2022

Kabul Tarihi: 14.12.2022

Öz

Malatya, 6360 sayılı kanun ile büyükşehir olarak kabul edilen illerdendir. Merkez ilçelerinden biri olan Yeşilyurt, tarım üretiminin yaygın olduğu çeşitli mahalle ve köylerin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Bahsi geçen tarım arazilerinin kontrolünün ve bölgedeki imar faaliyetlerinin kararının bir ilçe belediyesine bağlanması, arazilerdeki faaliyetleri kolaylaştırmıştır. Ek olarak doğum ve göç gibi sebeplerle yaşanan nüfus artışının ilçede yüksek bir konut talebi meydana getirmesiyle tarım arazileri, kentsel yayılmaya dahil olarak imara açılmıştır. Bu çalışmada devlet eliyle yürütülen kentsel politikaların etkisi ile gerçekleşen kentsel yayılmanın, tarım arazileri üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. İmar rantının sebep olduğu kentsel değişim, Yeşilyurt İlçesine bağlı Çilesiz Mahallesi'nde yer alan tarım arazilerinin imar planları ve uydu görüntüleri üzerinden incelenmesi ve yapılan saha araştırmasında elde edilen verilerin ele alınması ile tespit edilmiştir. Bulgular doğrultusunda, bölgedeki tarım alanlarının dikkat çekici şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalma ise başta tarımsal üretim olmak üzere çeşitli ekonomik kalemlere etki etmektedir. Çalışma, Malatya İlindeki tarımsal üretim için önem taşıyan toprakların kentsel gelişim/ rant uğruna feda edilmemesi gerektiğini ve sürdürülebilir politikalar bağlamında kent merkezlerine yakın konumlardaki tarım alanlarındaki üretimin devam etmesinin gerekliliğini öne sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çilesiz Mahallesi, İmar, Kentsel Politika, Kentsel Yayılma, Konut Üretimi, Tarım Arazisi

The Effect of Urban Policies on Agricultural Lands: The Case of Çilesiz Neighbourhood (Malatya)

Abstract

Malatya is one of the provinces accepted as a metropolitan city with the law numbered 6360. Yeşilyurt, one of the central districts, was formed by combining various neighbourhoods and villages where agricultural production is common. Connecting the aforementioned agricultural lands to a district municipality facilitated the construction activities in the lands. In addition, the increase in population due to reasons such as birth and migration has created a high demand for housing in the district, and farmlands have been opened to development by including urban sprawl. In this study, the effects of urban sprawl, which is realized by the effect of urban policies carried out by the state, on farmlands are discussed. The urban change caused by the rant seeking behaviour has been determined by examining the farmlands in Çilesiz Neighbourhood of Yeşilyurt District through satellite images, development plans and considering the data obtained in the field research. In line with the findings, it has been determined that the agricultural areas in the region have decreased remarkably. This decrease affects various economic items, especially agricultural production. This study argues that the lands that are important for agricultural production in Malatya Province should not be sacrificed for the sake of urban development/unearned income and that the production in agricultural areas near to the city centres should continue in the context of sustainable policies.

Keywords: Çilesiz Neighbourhood, Construction, Urban Policies, Urban Sprawl, Housing Production, Agricultural Land

Giriş

Kentsel alanların dinamiği; fiziksel, toplumsal, çevresel, ekonomik hatta siyasi ve ideolojik faktörlerin etkisinde değişikliklere yol açar. Bu dönüşüm ve değişimler çoğunlukla mekân ve yaşam

kalitesini artırırken bazı durumlarda ise ekonomik, çevresel ve fiziksel bozulmalarla kendini gösterir (Akkar, 2006). Şehirler artan nüfusu barındırabilmek için mekânsal olarak büyüme ihtiyacı duyar. Nüfusun dışında, artan gelirler de kentsel büyümeyi etkilemektedir (Brueckner, 2000). Kentlerin nüfus artışına cevabı; kentsel alanların genişlemesi, barınma ve diğer temel ihtiyaçların karşılanması için üretilmiş yapıların artması ve kent içerisinde yayılması ile yansımaktadır. Ancak kent, artan nüfusun mekânsal gerekliliklerini karşılamakta zorlanmaktadır. Bu sebeple başta konut üretimi olmak üzere tüm kentsel alan üretimleri; kent içi boşluklardan başlamak üzere kentin yapılı yakın çevresinde, sonra ise doğal kaynakları içinde bulunduran kırsal alanlarda varlık göstermeye ve yayılmaya başlamıştır (Yenigül, 2016).

Dünyadaki ekonomik, siyasal, sosyal ve teknolojik gelişmeler; kamu yönetimlerinin iç yapısında değişirici ve dönüştürücü bir etki sahibidir. Bu değişikliklerle küresel entegrasyon düzeyi yükselen bu toplumlar mevcut değişime katkı sağlarken, yaşanan değişikliklerin sonuçları olumlu ve olumsuz anlamda etkilere sebep olmaktadır (Oktay, 2016). Örneğin kıra ait unsurlar ve kente ait unsurların bir araya gelmesi ile ekonomik, siyasi, sosyal ve kültürel sorunlar meydana gelmektedir (İrdem ve Mutlu, 2016). Brundtland Raporu'na göre kentsel yayılma ciddi bir problemdir. Ayrıca şehirlerin tarım arazileri üzerinde kontrolsüz bir şekilde geliştirilmesi ile tarım alanları kaybedilmektedir (World Commission on Environment and Development, 1987).

İmar planlamaları, kentsel alanlardaki mekânsal düzenlemelerin temel aracıdır (Koca, 1997). Kentler ve imar ile ilgili büyükşehirleri ilgilendiren birçok yasal düzenleme bulunmaktadır (Çizelge 1). 1982 Anayasasının 127. Maddesi olan “Büyük yerleşim merkezleri için özel yönetim biçimleri getirilebilir.” hükmü, Türkiye'deki büyükşehir belediyeleri ile ilgili ilk hukuki düzenleme olsa da Türkiye'deki büyükşehir belediyesi yönetim modeli 1984 yılında başlatılmıştır (Keleş, 2014; Zengin, 2013). 1984 yılında 3030 sayılı Büyükşehir Belediye Yasası yürürlüğe girmiştir (Üçer ve ark., 2018). 2004 yılında çıkarılan 5216 sayılı “Büyükşehir Belediyesi Kanunu” ile yerel yönetimler daha etkin hale gelmiştir. Bu kanundaki uygulamanın kapsamı, 2012'de kabul edilen ve 2014'te yürürlüğe giren 6360 sayılı yasa ile genişletilmiştir (Ayyıldız ve ark., 2016). 6360 sayılı yasanın temel kaynağı 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Yasasında yapılan değişikliklerdir. Bu yasa ile yerel yönetimlerin yapısında değişiklikler yapılarak yerel yönetime ait birimlerin kaldırılması ve tek bir yönetim biriminin öne çıkartılması ile hizmetlerin tek merkezden idare edilebilmesi sağlanmıştır (Yılmaz ve Kaypak, 2017). Pergel yasası olarak da bilinen bu yasayla bir yerleşimin büyükşehir olarak kabul edilebilmesi için belediye sınırları baz alınarak çevresindeki yerleşim yerlerine en fazla 1 km uzaklıktaki nüfusun toplam 750 000 kişi olması şartı getirilmiştir (Özgür, 2010; Partigöç, 2018) Bu şekilde yerel yönetimlerin temel yapıları üzerinde önemli değişiklikler yapılmıştır. İl mülki sınırları belediye sınırları olarak kabul edilmiştir. Malatya da bu kanun ile birlikte büyükşehir statüsü alan illerden biridir.

Table 1. Legal Arrangements Regarding Metropolitan Municipalities

Çizelge 1. Büyükşehir Belediyeleri ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Yıl	Yasal Düzenleme
1982	Anayasa
1984	3030 Sayılı Büyükşehir Belediye Yasası
1986	3306 Sayılı Kanun
1987	3391, 3398 ve 3399 Sayılı Kanunlar
1988	3508 Sayılı Kanun
2004	5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu
2014	6360 Sayılı Yasa

Siyasi kararların planlamayı etkilemesi ile kentlerin idari sınırları doğal sınırlardan bağımsız bir biçimde değişmektedir. Diğer bir deyişle, bu siyasi kararlar yerel yönetimlerin arazi planlaması konusundaki sorumluluklarını etkilemektedir (Güney ve ark., 2020). Tüm bu yasa ve düzenlemelerle kırsal ve kentsel alanlar üzerine çeşitli kararlar alınmıştır. Ancak bu kararlar, kentsel alanlar ile kırsal alanları kendi içerisinde kentin ve kentlinin taleplerini karşılamak üzere geliştirecek bütünleyici yaklaşımlar içermemektedir. Bu sebeple kentsel alanların gelişimi desteklenirken kırsal alanlar geri planda kalmıştır (Erbaş, 2018). Ayrıca kırsal alanların imara açılması ile kentlerin büyümesi hızlı ve kontrolsüz bir biçimde gerçekleşmektedir. İmara açılan bölgelerde yaygınlaşan konut üretimi ve bunun yanında eklenen kentsel donatılar, kentlilerin taleplerini karşılarken öte yandan yok edilen kırsal

alanlar ile üretim çarkının temel basamağı olan tarım alanları zarar görmektedir. Kentlerdeki doğal alanların dönüşümleri, fiziksel planlamanın bir hiyerarşi doğrultusunda kurumsallaşması sebebi ile ekonomiden etkilenmektedir. Bu sürecin hızı ve yoğunluğunun ekolojik dengenin eşliğini aşması kaçınılmaz bir sonuçtur. Şehirler; bina ve nüfus yoğunluğunu artırma eğiliminde olduğundan kentsel alanların kırsal alanlara oranla daha fazla ekonomik getiri sağladığı kabul edilir ve bu sebeple de gıda güvenliğinin dolayısı ile tarım alanlarının önemi göz ardı edilir (Güney ve ark., 2020). Bu sebeple kentlerin genişlemesi, ilk olarak mekânın temel varlığı olan toprağı etkilemektedir. Kırsal alanda gerçekleştirilen faaliyetler için çok önemli olan toprak, kentleşme ve diğer sektörler için de gerekli olduğundan; kentsel yayılma, kentin yakın çevresindeki genellikle verimli olan tarım topraklarını tehdit etmektedir (Sezgin ve Varol, 2012). Tarım arazileri mahsul yetiştirmek için uygun oldukları gibi düzlük ve yerleşimlere yakınlık anlamında da yeni inşa edilecek konutlar için uygun olma eğilimindedir (Ewing, 2008). Kentleşme ile kentsel alanlarda oluşan rant miktarının tarımsal getiriye göre daha yüksek olması ve daha az risk içermesi sebebi ile tarım alanları, başta konut olmak üzere çeşitli kentsel kullanımlara dönüşmektedir. Kırsal alanda yer alan topraklara arsa stoku gözüyle bakılmaktadır (United Nations Development Programme (UNDP, 2021).

Tarım ürünlerinin ekonomik getirisinin her geçen yıl düşmesi ile tarımın ülke ekonomisindeki önemi azalsa da tarım; gıda gereksinimlerini karşılama, sanayi sektörüne bir girdi olma, ihracat imkânı sağlama ve istihdam olanakları üretme anlamında önemini korumaktadır (Yenigül, 2016). Tarım toprakları yağmur suyunun emilmesini sağlayarak bölgedeki su dengesinin kurulmasına yardımcı olurken sele karşı koruma sağlamakta ve sahip olduğu bitki örtüsü sayesinde hava kirliliğini engellemektedir (DeGrove ve Deborah, 1992). Bu sebeple tarım arazilerinde yaşanan kentsel genişlemenin kaçınılmaz sonuçları; doğal kaynaklara verilen zarar, açık alanların azalması, tarım arazilerinin zarar görmesi ve fauna/flora türlerinin azalması hatta yok olmasıdır (Frenkel, 2004). Öte yandan, tarım alanlarının artan nüfusun ihtiyaç ve taleplerini karşılamak amacıyla tüketilmesine karşın tarım arazilerine olan ihtiyacın da nüfus artışı ile artacak olması, kendi içinde çelişkilidir (DeGrove ve Deborah, 1992).

Tarım arazilerinin sahip olduğu ekolojik değer; gelecek kuşaklara bırakılabilecek ekonomik, ekolojik ve doğal koşulları kapsayan kavram olan "sürdürülebilir kalkınma" üzerinden anlaşılabilir. Bu kavram, temelini insanlığın gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye sokmadan günlük ihtiyaçlarını karşılayarak kalkınmayı sürdürülebilir kılması yetisi üzerine şekillenen bir kavramdır (Bourdeau, 1999). Türkiye'nin de kurucu üyelerinden biri olduğu Birleşmiş Milletler (BM), 2015 yılında 2030 yılına kadar tamamlanmak üzere 17 adet küresel amaç üzerinde uzlaşmıştır. Kentteki tarım alanlarının imara açılması ve üretimden yoksun bırakılması, her ne kadar kentleşme ve konut arzı için olumlu bir adım olsa da belirlenen bu sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda ortaya konmuş evrensel hedefler ile çelişmektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), diğer ismi ile Küresel Amaçlar; yoksulluğun ortadan kalkması, gezegenin korunması ve tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasının sağlanması için evrensel bir eylem çağrısıdır (UNDP, 2021). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarından "Açlığa Son" adlı hedefin "Güvenilir ve Besleyici Gıdaya Evrensel Erişim", "Küçük Ölçekli Gıda Üreticilerinin Verimlilik Ve Gelirlerinin İki Katına Çıkarılması" ve "Sürdürülebilir Gıda Üretimi ve Dayanıklı Tarım Uygulamaları" adlı hedefleri ile "Sorumlu Üretim ve Tüketim" adlı hedefin "Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Yönetimi ve Kullanımı" adlı alt başlığı ve "Karasal Yaşam" adlı hedefin "Biyçeşitliliğin ve Doğal Habitatların Korunması" ve " Ekosistemlerin ve Biyçeşitliliğin Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımı İçin Finansal Kaynakların Artırılması" adlı alt başlıkları; tarım alanlarının ve tarımsal üretimlerin devam ettirilmesi ile yakından ilgilidir (Şekil 1). Ancak Türkiye'de bulunan tarım alanları; tarımsal üretim dışında kentleşme, sanayi, turizm, enerji santrali ve endüstriyel tesisler, altyapı projeleri ve kamu yatırımları gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bu arazilerin geri dönüştürülemez biçimde kullanımı, kısa vadede maddi kazanç ya da rant getiriyor olsa dahi uzun vadede telafi edilemeyecek bir sosyo-ekonomik olumsuzluk yaratacaktır (Karakuş ve ark., 2019).

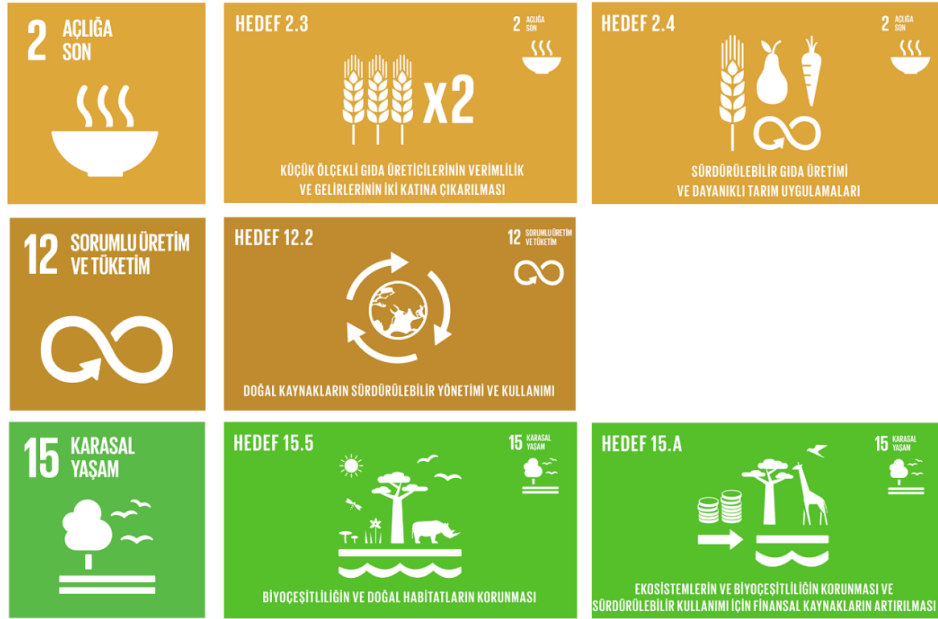


Figure 1. Sustainable Development Goals (arranged from UNDP, 2021)

Şekil 1. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (UNDP, 2021) kaynağından düzenlenmiştir.

Bu çalışma, devlet eliyle yürütülen kentsel politikalarının etkisiyle gerçekleşen kentsel yayılmanın kentteki tarım alanları üzerindeki etkilerini ele almaktadır. Çalışmanın temel amacı, kent ve kentli ihtiyaçları dahilinde artan konut ve kentsel donatı arzının belediyeler ve diğer söz sahipleri tarafından ne şekilde karşılandığının ve bu karşılığın kentteki tarım arazisi miktarına olan etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışma alanı olarak seçilen Malatya İli Yeşilyurt İlçesi Çilesiz Mahallesi sınırları içerisinde bulunan tarım arazileri; 2000’li yıllarda yaşanan kentsel, demografik ve yönetsel kararlar sebebi ile köklü değişiklikler yaşamıştır. Literatür yardımı ile listelenen bu kararlar; arazi analizleri, uydu görüntüleri, imar planları ve yerinde incelemeler ile desteklenmiştir. Kentsel planlamalar yapılırken ve karar vericiler tarafından kenti ilgilendiren yasa ve kanunlar çıkartılırken doğal çevrenin -Çilesiz Mahallesi örneğinde tarım alanlarının- öneminin göz ardı edildiği görülmektedir. Çalışmada; Türkiye’nin çeşitli illerine ve Malatya iline ait nüfus, kentleşme, konut ve tarım arazilerinin değişimi/dönüşümü ile ilgili tez ve makalelerden faydalanılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından paylaşılan nüfus, kentleşme ve konut üretimi/talebi verileri kullanılmıştır. Malatya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Planlama Şube Müdürlüğü (Anonim, 2008)’nden elde edilen 2008 yılında onanmış 1/5000 Ölçekli İlave ve Revizyon Nazım İmar Planı incelenerek ele alınan mahalleye ait arazi parsellerinin tasarlanan işlevleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, Google Earth uydu görüntüleri (Anonim, 2021a), Copernicus (Anonim, 2022a) ve LDN (Land Degradation Neutrality) Karar Destek Sistemi (Anonim, 2022b) ve uygulamasının sunmuş olduğu arazi örtüsü bilgileri ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı; Malatya İli Yeşilyurt İlçesi sınırlarında yer alan ve yaklaşık olarak 230 hektarlık (Anonim, 2021a) alanı kaplayan Çilesiz Mahallesi olarak belirlenmiştir. Bu bölgede yapılacak araştırmayı desteklemek açısından literatürde yer alan Malatya ve diğer büyükşehirlere ait; nüfus, kentleşme, konut ve tarım arazilerinin değişimi/dönüşümü ile ilgili tez ve makaleler incelenmiştir. Yapılan literatür taraması, başta belediye ve yerel yönetimler ölçeğinde alınan kentsel ve bölgesel kararlar olmak üzere tarım arazileri üzerinde değişime yol açan tüm yasa ve kanunların incelenmesi ile sonuçlanmıştır.

Yapılan inceleme ile bölgede yaşanan gelişmeler kronolojik olarak taranmıştır. Literatür taramasına ek olarak bu bulguları destekler nitelikte olması amacı ile bölgeye ait imar planları, haritalar ve uydu görüntüleri incelenmiştir. Malatya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Planlama Şube Müdürlüğü’nden elde edilen 2008 yılında onanmış (11.03.2022 tarihli meclis kararı ile son revizesi kabul edilmiştir) 1/5000 Ölçekli İlave ve Revizyon Nazım İmar Planında, Çilesiz Mahallesi’ne ait

bölge işaretlenerek veriler görselleştirilmiştir (Anonim, 2008) (Şekil 9). İmar planı üzerindeki parsellerin büyüklükleri, karşılaştırılmaları ve Şekil 12’de görüldüğü üzere 2013 yılında henüz tarım alanı olarak ele alınan toplam arazi içerisinde “gelişme konut alanı” birimlerine ayrılmış alan hesaplamaları yapılmıştır. Google Earth verilerine bakıldığında, geçmiş zamanlı uydu görüntülerinin çekim aralıkları 2011, 2013, 2015, 2019 ve 2021 yıllarıdır. Bu sebeple makaledeki Google Earth uydu görüntüleri bahsi geçen tarihler baz alınarak elde edilmiştir. Geçmişe dayalı harita verilerine ulaşabilmek için Copernicus (Anonim, 2022a) ve LDN Karar Destek Sistemi (Anonim, 2022b) uygulamasına başvurulmuştur. Ayrıca TÜİK tarafından paylaşılan nüfus, kentleşme ve konut üretimi/talebi verilerinden faydalanılmıştır (TÜİK, 2022a; TÜİK, 2022b; TÜİK, 2022c). Bunlara ek olarak, bölge arazisi farklı tarihlerde yerinde incelenerek bölgedeki inşa faaliyetleri ve bölge gelişimi görsel kayıt altına alınmıştır. Literatür bilgileri, imar planları, uydu görüntüleri, istatistiki veriler ve yerinde incelemeler bir araya getirilerek bulgular elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Malatya, Yukarı Fırat Havzasında yer almaktadır. Orta Asya, Orta Doğu ve Mezopotamya’dan gelen ticari yolların kesişmesi sebebi ile önemli bir merkezdir. Türkiye’nin önemli tarım kentlerinden biri olan Malatya’da başta Türkiye’nin toplam kayısı üretiminin yarısı üretilirken şeker pancarı, arpa ve nohut da yetiştirilebilmektedir (Özüpekçe, 2021). Ticaret ve tarım potansiyelleri ile ön planda olan Malatya, Türkiye’nin kalabalık şehirleri listesinde 28. sıradadır. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçlarına göre 2021 sonu itibarıyla Yeşilyurt İlçesinin nüfusu, toplam nüfusun %41,67’sini oluşturmaktadır. Bölgedeki nüfusunun 2007 yılından itibaren her yıl arttığı görülmektedir (Şekil 2) (Anonim, 2021c).

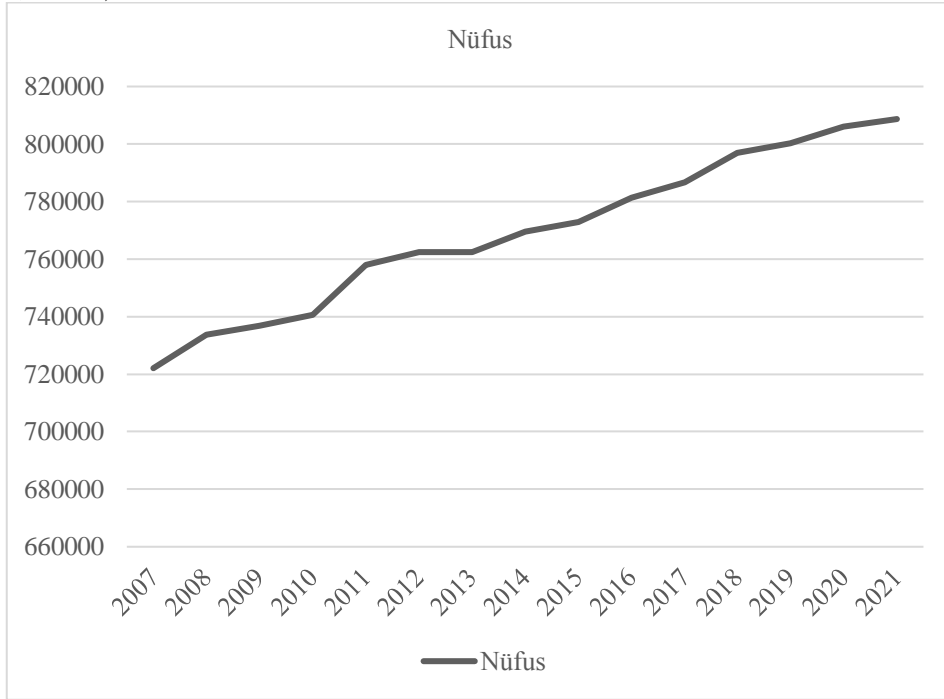


Figure 2. Malatya Population by Years (Anonim, 2021c)

Şekil 2. Yıllara Göre Malatya Nüfusu (Anonim, 2021c)

Çalışma alanı Malatya İlının, Yeşilyurt İlçesine bağlı olan Çilesiz Mahallesi (Şekil 3)’dir. Malatya, 6360 sayılı kanun ile büyükşehir olarak kabul edilen illerden (Aydın, Denizli, Balıkesir, Hatay, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Mardin, Muğla, Tekirdağ, Trabzon, Şanlıurfa, Van) biridir ve Yeşilyurt ilçesi iki merkez ilçeden biri olarak tanımlanır. Yeşilyurt; eski Yeşilyurt ilçesi ile Gündüzbey, Yakınca, Şahnahan, Dilek, Topsöğüt, Bostanbaşı beldeleri; ilden katılan 36 mahalle ve mahalle statüsü kazanan 39 köyün birleşmesi (Şekil 4) ile oluşmuştur (Anonim, 2021c).



Figure 3. Malatya and surrounding provinces, Yeşilyurt and surrounding districts and Neighborhoods and Towns Constituting Yeşilyurt District (Anonim, 2021b) (Visualized by the author)
Şekil 3. Malatya İli ve Çevre İller ile Yeşilyurt İlçesi ve Çevre İlçeler ile Yeşilyurt İlçesini Oluşturan Mahalle ve Beldeler (Anonim, 2021b) (Yazar tarafından görselleştirilmiştir.)

İlçe, özellikle 2012 yılında 6360 sayılı kanunla Malatya'nın büyükşehir olarak kabul edilmesiyle artan nüfus ve nüfusun talepleri ile konut üretimi ve arzında önemli bir noktaya ulaşmıştır. Şekil 4'e göre Malatya İli genelindeki ikamet amaçlı bina sayısı ile Yeşilyurt İlçesindeki genelindeki ikamet amaçlı bina sayısı karşılaştırıldığında, il genelindeki ikamet amaçlı bina sayısı içerisinde Yeşilyurt İlçesinin payının 2012 yılından itibaren ciddi şekilde arttığı gözlemlenmektedir. İkamet amaçlı bina sayısı 2012 yılında 80'ken 2013 yılında %132,5 artarak 186 olmuştur. Bu sayıyı 2014 yılında 368 konut ve 2015'te ise 394 konut izlemektedir. 2011 yılında 30 bina ile il genelindeki toplam ikamet amaçlı bina sayısı olan 464 binanın %6,4'ünü karşılayan Yeşilyurt İlçesi, 2021 yılında 264 bina ile ildeki toplam ikamet amaçlı bina sayısı olan 700'ün %37'sini içerir hale gelmiştir.

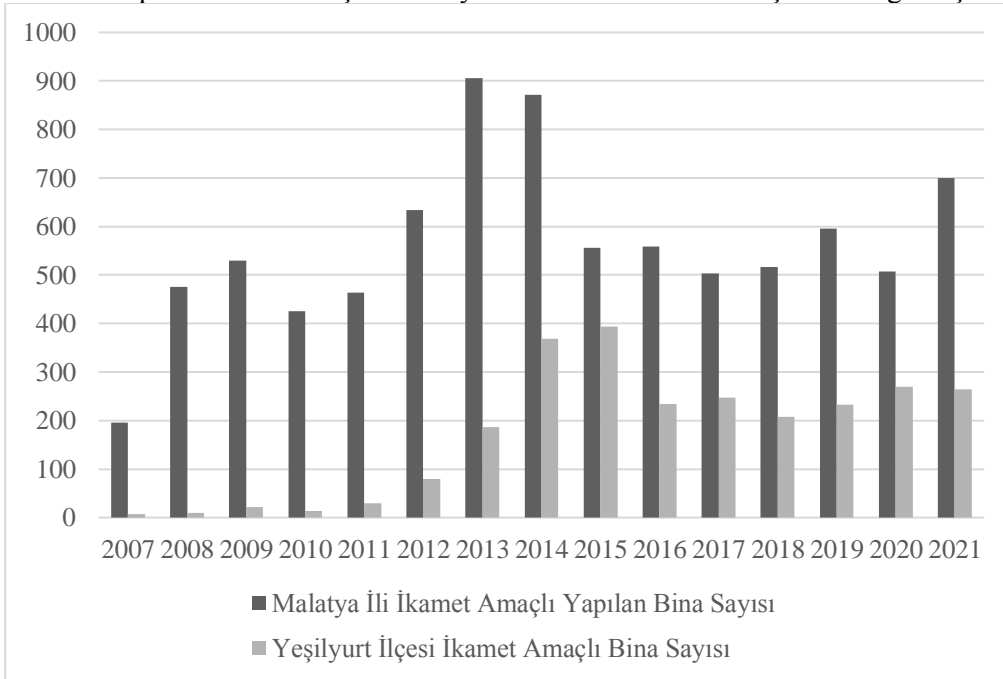


Figure 4. Statistics on the number of residential purposed buildings (TÜİK, 2022b)
Şekil 4. İkamet amaçlı yapılan bina sayısı istatistikleri (TÜİK, 2022b)

Şekil 5'te yer alan Yeşilyurt İlçesine ait Kısa Dönemli İş İstatistikleri İnşaat Göstergeleri (TÜİK, 2022b) incelendiğinde ikamet amaçlı yapı miktarı, ilçedeki toplam yapı izni sayısının 2007, 2009, 2011 yıllarında tamamını; 2008, 2012, 2015, 2017 ve 2021 yıllarında %90'ın üzerindeki miktarını ve %73 ile grafikte bir uç değer oluşturan 2018 yılı haricindeki tüm yıllarda %80'in üzerindeki miktarını oluşturduğu görülmektedir. Toplam yapı izni sayısının çoğunluğunun ikamet

amaçlı yapılardan oluşması, ilçedeki inşaat faaliyetlerinin özellikle konut üretimine yöneldiğini göstermektedir.

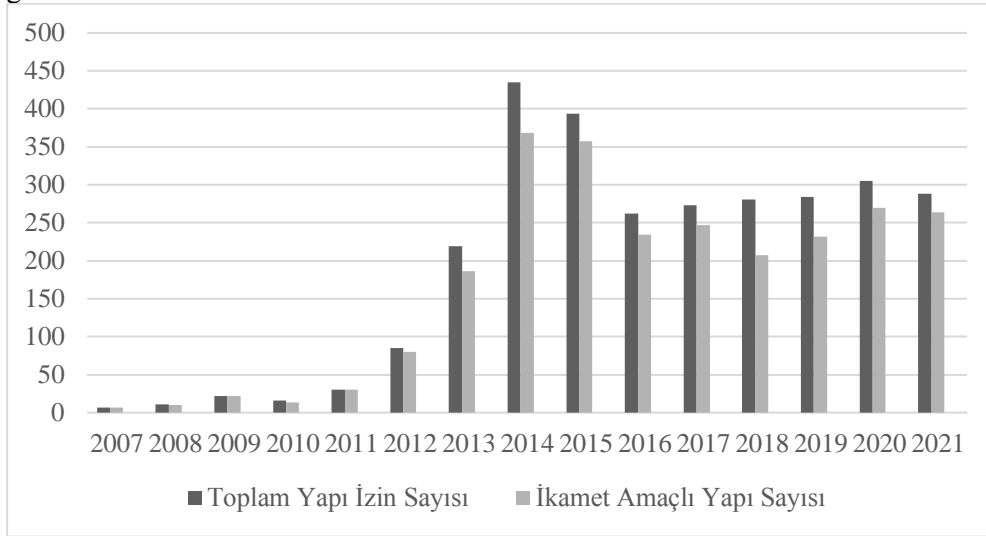


Figure 5. Total building permits and residence permits in Yeşilyurt District (TÜİK, 2022a)

Şekil 5. Yeşilyurt İlçesindeki toplam yapı izin sayısı ile ikamet amaçlı yapı izin sayıları (TÜİK, 2022a)

Malatya İli genelinde yapılan konut satışlarının büyük bir bölümü 2015 yılından itibaren Yeşilyurt İlçesinde gerçekleşmiştir. Şekil 6'da, il genelindeki konut satışları ile Yeşilyurt İlçesindeki konut satış miktarları görülmektedir. Bu istatistiki veriye göre 2015 yılında il genelinde satılan toplam 6580 konutun 5440'ı (toplam konut satışının %82'si), 2016 yılında il genelinde satılan toplam 7012 konutun 5386'sı (toplam konut satışının %76'sı), 2017 yılında il genelinde satılan toplam 6644 konutun 5340'ı (toplam konut satışının %80'i), 2018'de il genelinde satılan toplam 6147 konutun 5177'si (toplam konut satışının %84'ü), 2019'da il genelinde satılan toplam 6732 konutun 5005'i (toplam konut satışının %74'ü), 2020'de il genelinde satılan toplam 7387 konutun 5300'ü (toplam konut satışının %71'i) ve 2021 yılında il genelinde satılan toplam 7070 konutun 6023 adedi (toplam konut satışının %85'i) Yeşilyurt İlçesine aittir (TÜİK, 2022a).

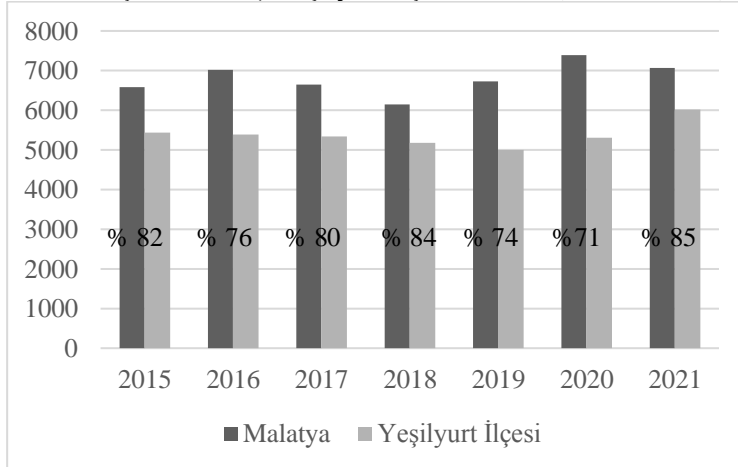


Figure 6. Housing sales in Malatya and Yeşilyurt Districts by years (TÜİK, 2022a)

Şekil 6. Yıllara göre Malatya ve Yeşilyurt İlçesinde konut satışları (TÜİK, 2022a)

Tarımsal Alan Kullanımının Değişimi

Bir arazinin tarımsal üretim için uygun olması çoğunlukla konut üretimi için de uygun olduğunu (Ewing, 2008), göstermektedir. Konut üretiminin zorluklarından biri olan “araziye ait tesviyelerin yapılması”, tarım alanları özelinde ele alındığında yapım sürecini kolaylaştırmaktadır. Çünkü tarım alanları genellikle düz ve engebesiz alanlardır. Ancak bu alanların imara açılması, tarım kenti özelliği gösteren (Yılmaz ve Kaypak, 2017) Malatya için tarımsal ürün kimliği açısından risk taşımaktadır. Çizelge 2'de yer alan TÜİK'in sunmuş olduğu verilere göre Malatya ili genelinde 1998

yılında 388277 ha olan tarım alanı 2020 yılına gelindiğinde 280781 ha ile %28 azalma yaşamıştır (TÜİK, 2022b).

Table 2. Amount of agricultural lands in Malatya by years (TÜİK, 2022b)

Çizelge 2. Yıllara göre Malatya'da tarım alanlarının miktarı (TÜİK, 2022b)

Tarım alanı (ha)	Yıllar				
	2000	2005	2010	2015	2020
	388277	383919	372189	295037	280781

Şekil 7'de Malatya İlının tarımsal alanlarının yıllara göre azalış grafiği görülmektedir. Buna göre kentteki tarım alanları ile ilgili yaşanan belirgin değişimler, imar ve planlama ile ilgili kararların tarım alanlarının miktarına olan etkisini ortaya koymaktadır.

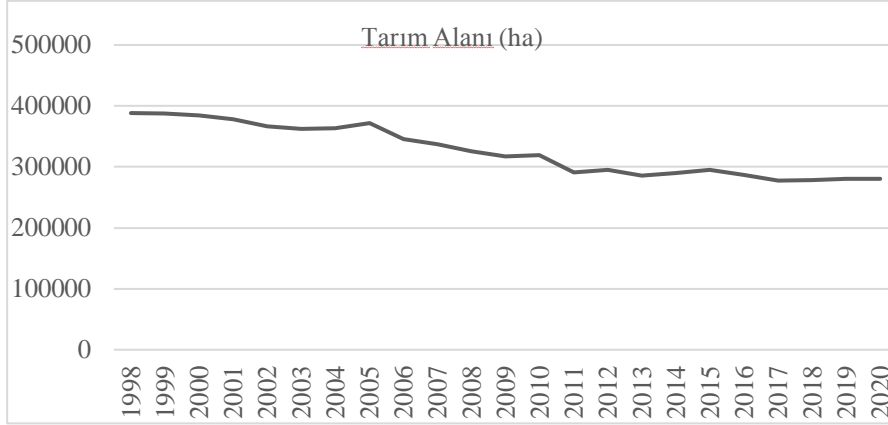


Figure 7. The graph of the change of agricultural areas in Malatya by years (TÜİK, 2022b)

Şekil 7. Yıllara göre Malatya'daki tarım alanlarının değişimi grafiği (TÜİK, 2022b)

Çalışma Alanının Analizi

Bölge arazisi, Malatya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Planlama Şube Müdürlüğü tarafından 2008 yılında yayınlanan 1/5000 İmar Planına göre çoğunlukla gelişme konut alanı olarak planlanmıştır. Şekil 8'de yer alan Çilesiz Mahallesi İmar Planı (Anonim, 2008), gelişme konut alanı için ayrılan toprak miktarının yoğunluğunu göz önüne sermektedir. Bu plan dahilinde 2021 yılına gelindiğinde Çilesiz Mahallesi, kentli için bir konut bölgesi haline gelmiştir.

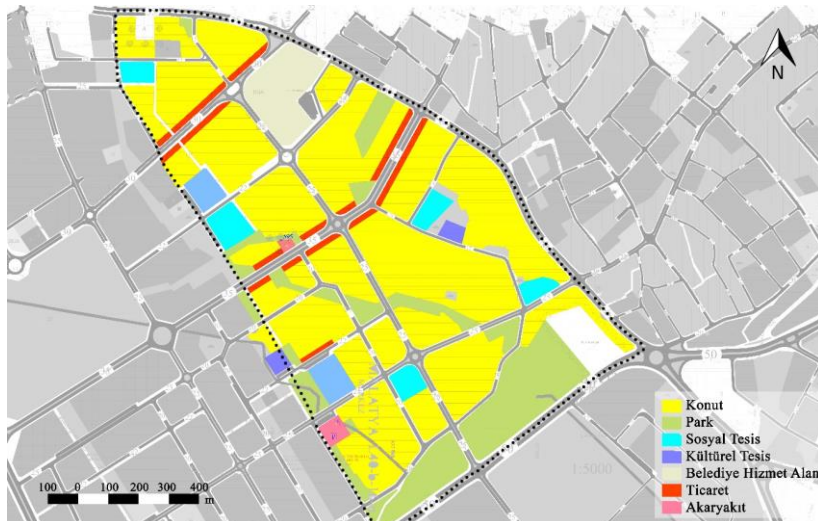


Figure 8. Çilesiz neighbourhood in the 1/5000 Master Zoning Plan of 2008 (Anonymous, 2008) (Visualized by the author.)

Şekil 8. 2008 yılı 1/5000 Nazım İmar Planı içerisinde Çilesiz Mahallesi (Anonim, 2008) (Yazar tarafından görselleştirilmiştir.)

Şekil 10'da Çilesiz Mahallesi'nin 1990 ve 2008 yıllarındaki arazi örtüsü değişimi görülmektedir. Buna göre bahsi geçen mahalle, 1990 yılında tamamen tarım alanı olarak görülürken 2008 yılında bu baskınlığını kaybederek yapay alanlardan oluşan bir arazi haline gelmiştir. Arazi kayıplarına bakıldığında kaybedilen arazilerin tarım arazisi olduğu, arazi kazançlarına bakıldığında ise kazanılan arazilerin yapay alanlara dönüştüğü görülmektedir.

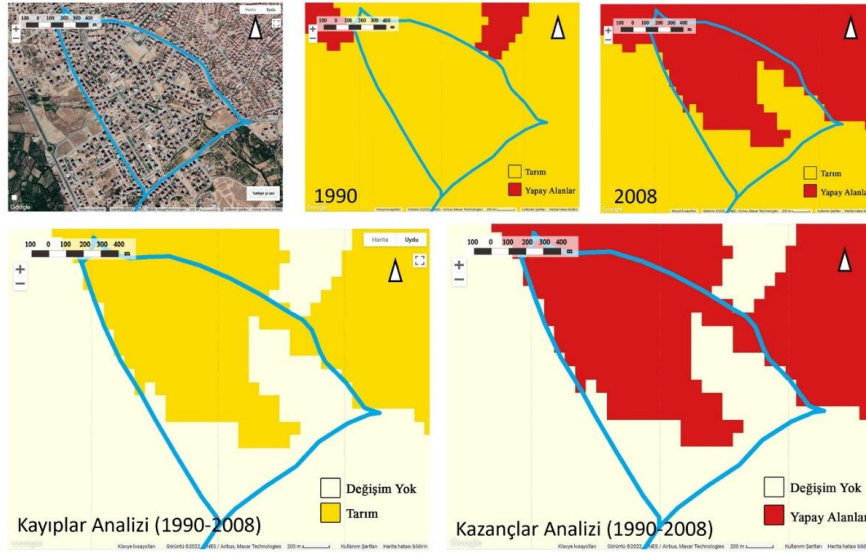


Figure 9. Land cover change of Çilesiz Mahallesi (Anonim, 2022b) (Visualized by the author)
Şekil 9. Çilesiz Mahallesi'nin arazi örtüsü değişimi (Anonim, 2022b) (Yazar tarafından görselleştirilmiştir.)

Avrupa Birliği Avrupa Komisyonu ile Avrupa Uzay Ajansı tarafından yeryüzünün incelenmesinde kullanılan kaynak olan Copernicus'a göre (Anonim, 2022a), Yeşilyurt İlçesinin durumu Şekil 10'da gösterilmiştir. 2012 harita verilerine göre ele alınan Çilesiz Mahallesi arazisinin lejantta ifade edildiği üzere tarım alanları ve doğal alanlardan oluştuğu görülmektedir. Ek olarak; ekilebilir arazi, çok yıllık bitkiler ve meraların bulunduğu ifade edilebilir. İlçenin nadir bölgelerinde ormanlar varken genel olarak otsu bitki toplulukları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra bitki örtüsünün az olduğu ya da hiç olmadığı açık alanlar da bulunmaktadır.

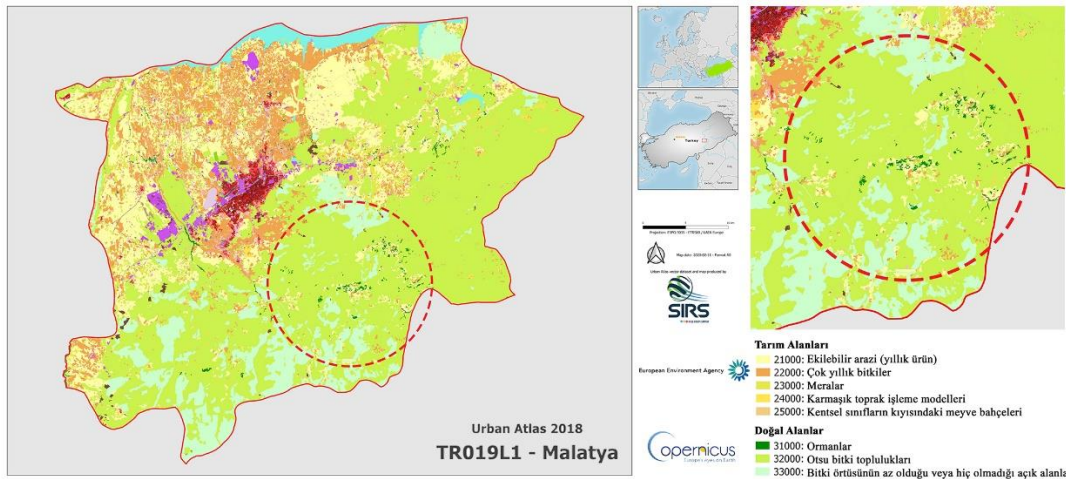


Figure 10. Land cover map of Malatya Province and Yeşilyurt District (2012) (Anonim, 2022a) (Edited by the author.)

Şekil 10. Malatya İli ve Yeşilyurt İlçesine ait arazi örtüsü haritası (2012 yılı) (Anonim, 2022a) (Yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Şekil 12'de yer alan 2009 yılına ait uydu görüntüsünde henüz yapılaşmadığı görülen parsellerin 2021 yılına gelindiğinde konut için dönüştürüldüğü görülmektedir. Bu uydu görüntüleri ile de desteklendiği üzere, 2009 yılında Çilesiz Mahallesi'nin toprak örtüsü tamamen kırsal görüntüdedir. Şekil 13'te 2011, 2013, 2015, 2019 yapılaşma oranının ifade edildiği uydu görüntüleri verilen

bölgenin yıllara bağlı yapılaşması görülmektedir. 2011 yılı ile 2013 yılı arasındaki değişim incelendiğinde bu değişimin 6360 Sayılı Kanun kaynaklı olduğu söylenebilir. 2012’de getirilen 6360 Sayılı Kanun’dan sonra bölgenin bir ilçe belediyesine bağlanması ile yapılaşma durumu değişmiştir. 2008 yılında onanmış imar planı, 2014’te kabul edilen 6360 Sayılı Kanun öncesinde incelenen bölgenin zaten konut gelişimi için ayrıldığı gösteriyor olsa da büyükşehir belediyesi olmanın getirmiş olduğu kentsel gereklilikler, bölgenin kentleşmesini hızlandırmıştır. 2013 görüntüleri incelendiğinde konut ve konutun gerektirdiği donatıların inşaatı başlamışken bu durum 2021 yılına gelindiğinde (Şekil 9) yerini tamamen yapılaşmış bir araziye bırakmıştır.

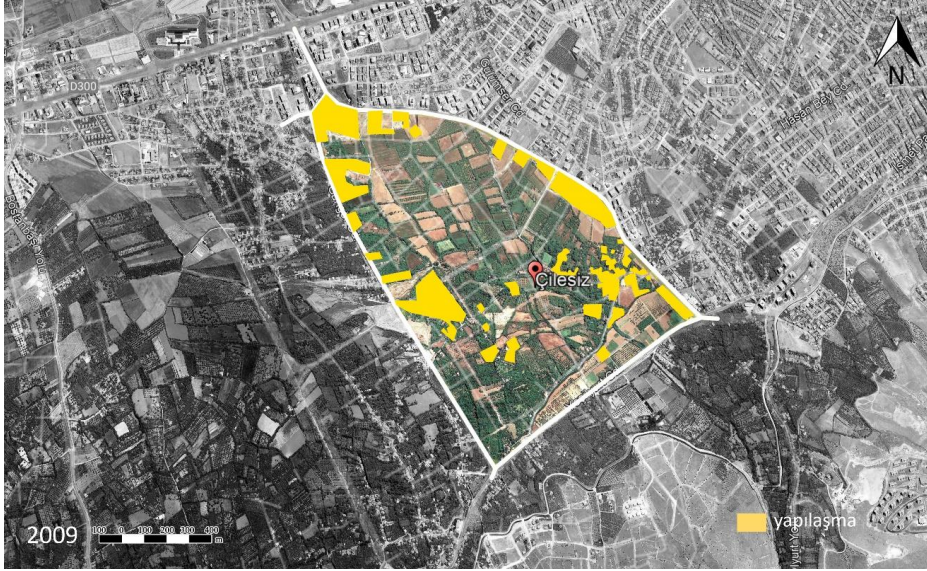


Figure 11. Çilesiz Mahallesi 2009 map (Anonim, 2021b) (Visualized by the author)

Şekil 11. Çilesiz Mahallesi 2009 yılı haritası (Anonim, 2021b) (Yazar tarafından görselleştirilmiştir.)

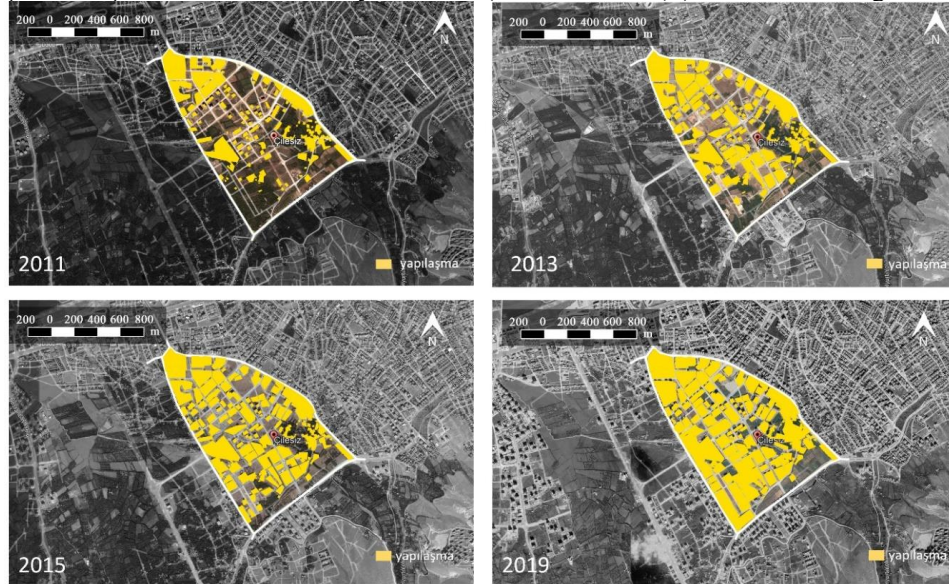


Figure 12. Building amounts on Çilesiz Mahallesi in 2011, 2013, 2015, 2019 (Anonim, 2021b) (Visualized by the author)

Şekil 12. Çilesiz Mahallesi 2011, 2013, 2015, 2019 Haritaları üzerinden yapılaşma miktarları (Anonim, 2021b) (Yazar tarafından görselleştirilmiştir.)

Çilesiz Mahallesi'nin son durumuna 2008 yılına ait 1/5000 imar planı (Şekil 9) ve 2021 Google Earth uydu görüntüleri (Şekil 14) üzerinden bakıldığında, gelişme konut alanına ayrılmış olan arazi miktarının yoğunluğu görülmektedir. Bu işaretlemeler ile yapılan hesaba göre toplam imar alanının % 92'si konuta ayrılmıştır.

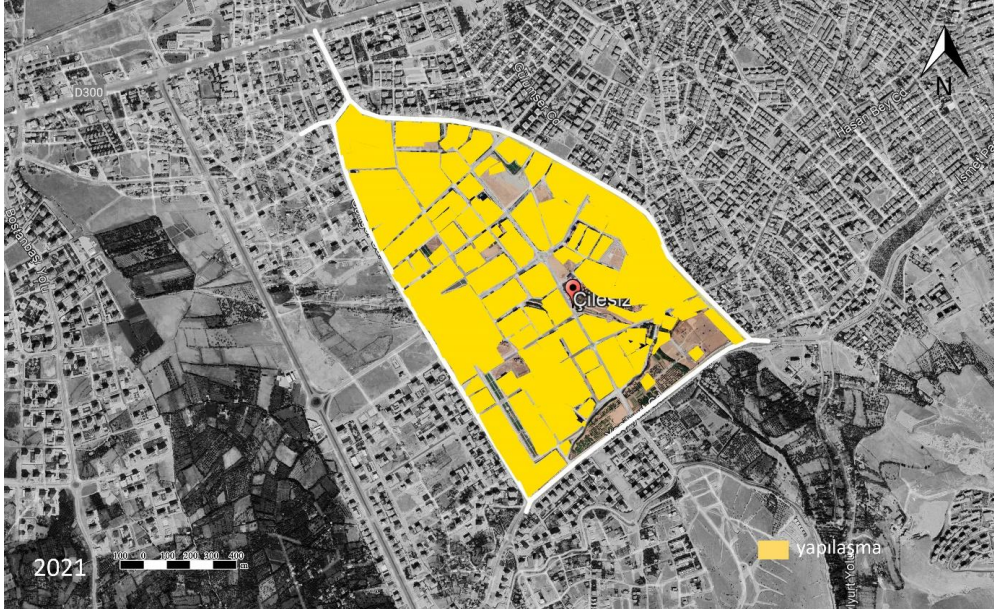


Figure 13. 2021's map of Çilesiz (Anonim, 2021b) (Visualized by the author)

Şekil 13. Çilesiz Mahallesi 2021 yılı haritası (Anonim, 2021b) (Yazar tarafından görselleştirilmiştir.)

Literatürden derlenen ve haritalarla desteklenen verilerde görüldüğü üzere tarım toprakları bulunduran bu mahalle; belediyeler ve bakanlıklar tarafından imarlı arsalarla dönüştürülmüştür. Tarım alanlarının kent ve kentli ihtiyaçları gerekçesi ile imara açılması üzerine Çilesiz Mahallesi özelinde ele alınan bu çalışmada sunulan risk ve önlemler, benzer özellik taşıyan mahalleler için de geçerlidir.

İmar planları ile kurgulanan kültürel mekânlarda, potansiyel gelişimin gerektirdiği endüstriyel üretim birimleri kurulur. Bu birimleri ise birimlere uygun idari organizasyonların varlığı takip eder (Güney ve ark., 2020). Belirtildiği üzere, kentli ihtiyaçlarından doğan kültürel mekân gelişimi yapılaşmayı artıracak, yapılaşma ise yeni arazilerin işlenerek/dönüştürülerek yeni kültürel mekânlar üretilmesi ihtiyacını doğuracaktır. Bu sebeple kentsel üretimler için uygun görülen alanlar ile tarımsal üretimler için uygun görülen alanlar arasındaki sınırlar, kent planlaması aşamasında titizlikle belirlenmelidir.

Kentsel alan sınırları fiziksel planlama bilimine dahil olan her türlü bilgi üretimini etkiler. Bu sebeple kentsel planlamaya ait kararların tüm bilimsel alanlara ait verilerin değerlendirilmesi ile verilmesi gerekmektedir. Kentsel gelişimin yol açtığı sonuçların kentteki doğal alanların yok olmasına sebep olması engellenmelidir (Güney ve ark., 2020). Kentleşme ile meydana gelen rant miktarının tarımsal üretimlere göre daha az risk içeriyor olması, kırsal alanlardaki toprakların birer arsa stoku olarak görülmesine ve imara açılmasına sebep olmaktadır (UNDP, 2021). Türkiye’de bulunan tarım alanları; tarımsal üretim dışında kentleşme, sanayi, turizm, enerji santrali ve endüstriyel tesisler, altyapı projeleri ve kamu yatırımları gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bu arazilerin geri dönüştürülemeyecek biçimde kullanımı, kısa vadede maddi kazanç ya da rant getiriyor olsa dahi uzun vadede telafi edilemeyecek bir sosyo-ekonomik olumsuzluk yaratacaktır (Karakuş ve ark., 2019). Bu şekilde imara açılan araziler, tarım arazisi olarak kullanıldıklarında kazanamayacakları bir ekonomik değer kazanmaktadır. Artan ekonomik değer, yetkili kurumları ve arsa sahiplerini tarımsal üretimi desteklemek yerine ekonomik kazanç sağlamaya yöneltmektedir. Kent merkezlerine yakın yerlerde bulunan tarım alanlarındaki ürünlerin verim ve kaliteleri, bölgede inşaat sektörünün gelişmesi sebebi ile azaldığından inşaat sektörünün gelişimi, bölgedeki tarım arazilerinin satış ve kira bedellerini artırırken tarımsal üretim yapanların azalmasına sebep olarak üretimi düşürmüştür (Gök ve Çıtak, 2021). Bu ise tarımsal anlamda ekonomik kayıplara yol açmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Kent ve kentli ihtiyaçları doğrultusunda yapılan yeni yasa ve düzenlemeler ile kentin idari sınırları üzerinde birçok değişiklik yapılmıştır. Çalışma; başta imar planları, 6360 Sayılı Kanun ve diğer yasal düzenlemeler ve kentsel planlama politikaları ile yaşanan kentsel değişikliklerin, Malatya İli Yeşilyurt İlçesi Çilesiz Mahallesi sınırlarında bulunan tarım alanları özelinde değerlendirilmesini içermektedir.

Yeşilyurt İlçesinde, yerel imar kararlarının Büyükşehir Belediyesi'ne devredilmiş olması, onama kalemlerinin sayısını azaltmıştır. Bu dönüşümler, kentsel gelişim anlamında olumlu olsa da tarım alanlarından vazgeçilmesini gerektirmektedir.

Nüfus artışı, yasa değişiklikleri ve planlama kararları gibi etkenler sebebi ile kentleşme hızını artırmıştır. Kentleşmeyi destekleyici yasalar ile büyükşehirlerde kentsel alanlar kırsal alanlar üzerinde baskı yaratmaktadır. Bu baskı, kırsal alanların kentsel alana dönüştürülmesine sebep olacaktır. Bu dönüşüm, kentleşme açısından olumlu bir durum olarak görülse de kırsal alan varlığı, ürün yetiştirme ve doğal alanların korunması gibi konularda olumsuz etkiler yaratacağı açıktır. Bu sebeple öncelikle rantın kırsal alanı ele geçirmesinin önüne geçilmesi gerekmektedir. Yapılan yasa ve düzenlemelerle kentsel alanlar üzerinde alınan kararlar, kentsel alanlar ile kırsal alanları bütünleştiren ve kent ve kırsal alanda yaşayan kesimin taleplerini karşılayan yaklaşımlar içermelidir. Malatya ilinde yaşanan nüfus artışı, hızlı kentleşme ve yüksek konut üretimi yaşanması sebebiyle kentteki tarım arazilerinin yeni yasa ve kanunlarla imara açıldığı görülmüştür. Bir araya getirilen veriler, tarım verimliliğini ifade eden toprak sınıfını belirtecek detayda olmasa dahi, alınan kararlar ve yapılan düzenlemelerin tarım alanlarını belirgin bir biçimde azalttığını göstermiştir. Bu sonuç, kentsel imar kararlarının tarımsal alanlar üzerinde oldukça etkili olması sebebi ile titizlikle ele alınmasının gerekliliğini göstermektedir.

Türkiye'de, tarım arazilerinin kentleşmeye açılması yaygın bir durumdur. Bu durumun önlenmesi için yapılmış olan yasal düzenlemeler yetersiz kalmaktadır. Bu durumun önlenmesi için yapılmış olan yasal düzenlemeler yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple mevcut yasa ve kanunlarda düzenleme yapılmalı ve kırsal alanlar için bir ihtiyaç programı oluşturulmalıdır. Oluşturulacak ihtiyaç programı beklenmedik gelişmeler karşısında geliştirilmeye açık olmalıdır. Mevcut yasa ve düzenlemelerin getirmiş olduğu olumsuz sonuçlara karşı çeşitli önlemler alınırken aynı zamanda tarım alanlarının korunması ve devamlılığının sağlanması için de harekete geçilmelidir. Kentsel yayılmanın kontrol altına alınabilmesi ve tarımsal üretimin artırılabilmesi için yerel halk ve belediyelerin dahil olduğu çeşitli çalışmalar yapılarak tarım alanlarının korunması konusundaki bilinçlilik düzeyi artırılmalıdır.

Büyükşehir belediyelerine tanınan nazım imar planlarında değişiklik yapma yetkisi, makalede öne çıkarılan problemlerin önceden tespit edilmesi ve engellenebilmesi için bir fırsattır. Bu doğrultuda belediyelerin planlama ekiplerinin imara açılan tarım arazileri hususunda yapacakları incelikli çalışmalar ve risk yönetimi önemlidir. Büyükşehir belediyelerinin hem kendi personeli hem de vatandaşları için verimli tarım arazilerinin varlığını ve sürdürülebilirliğini sağlamak üzere çeşitli bilgilendirme toplantıları, eğitimler ve etkinlikler düzenlemesi ve tarım arazilerindeki üretimin teşvik edilmesi konusunda çeşitli çalışmalar üzerine yoğunlaşması gerekmektedir.

Çalışmanın tüm bulguları bir araya getirildiğinde verilerin birbirlerini destekledikleri sonucuna varılmış ve başta imar planları ve 6360 Sayılı Kanun olmak üzere kent arazilerinin imara açılması üzerine yapılan yasa ve düzenlemeler, Çilesiz Mahallesi özelinde değerlendirilerek bu durumun tarım arazileri üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar tarım arazilerinin neredeyse yok olduğu bilgisini içerdiğinden, kentsel yayılmanın tarım arazilerine zarar vermesini engelleyecek ya da verilen zararın olumsuz etkilerini azaltacak önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışma, Türkiye'nin 30 büyükşehir belediyesinden biri olan Malatya İli ve ilçelerinde gerçekleştirilen kentsel planlamanın, belediyeler ve diğer söz sahibi kurumlarca planlanan ve onanan planların öngördüğü biçimde gerçekleştiği ancak bu durumun başta tarım arazilerinin miktarının azalması olmak üzere çeşitli olumsuzluklara yol açtığı sonucunu ifade etmektedir. Çalışmada toplanan verilerin derlenmesi ile yıldan yıla değişimi gösterilen Çilesiz Mahallesi'nin tarım alanlarının 2009 ve 2021 yılları arası dönüşümü parsel kullanım amaçları üzerinden değerlendirildiğinde tarım alanlarının gelişme konut alanlarına ayrıldığı görülmektedir. Çilesiz Mahallesi, Malatya Ovasına dahil olan bir ekim alanı iken, şimdilerde kentin en yoğun nüfuslu ve göç alan, aynı zamanda konut arz ve talebinin çok yüksek olduğu bir mahalleye dönüşmüştür. Çilesiz Mahallesi sınırlarının 2012 ve öncesinde tamamen tarımsal üretim sağlamaya yönelik olduğu bilinirken yapılan hesaplamalarla 2021 yılına gelindiğinde mahalle toplam alanının geliştirme konut alanına ayrılmış olan miktarının %92 olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, öncesinde tarımsal üretim sağlanan mahalle arazisinin tamamına yakını konut üretimine ayrılmıştır. Bu da bölgedeki tarım alanlarının zarara uğradığını hatta yok edildiğini göstermektedir. Bu durumun ele alındığı ölçek bir ilçe ile sınırlı olsa da birçok il ve ilçede görülüyor olması sebebi ile çok daha geniş alanlardaki üretimin etkilenmesi söz konusudur.

Bu çalışmada; “açılığa son”, “sorumlu üretim ve tüketim”, “karasal yaşam” adlı üç Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (UNDP, 2021)’nin temel destekleyicilerinden biri olan tarım uygulamalarının önemi vurgulanmaktadır. Tarımın öneminin anlaşılması ile kent merkezlerine yakın konumlarda bulunan tarım alanlarının üretime devam edebilmesi için birçok otoritenin harekete geçmesi gerekmektedir. Kentteki arazilerin toprak yapısına uygun biçimde kullanımı ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından toplumdaki bireyler eğitilmeli ve çeşitli reklam, etkinlik, kampanyalarla toplumsal bilinç kazandırılmalıdır. Bu sorunların çözümü için, öncelikle idarelerin sorumluluk alması gerekmektedir. Geniş çaplı ve titiz bir yönetim planı ile bu idareler kırsal ve kentsel alanlar arasındaki dengenin kurulmasını sağlayabilecektir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akkar, Z., 2006. Kentsel dönüşüm üzerine Batı’daki kavramlar, tanımlar, süreçler ve Türkiye. *Planlama Dergisi*. 2: 29–38.
- Anonim, 2008. 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri. Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü. <https://mpgm.csb.gov.tr/gorev-i-1>, (02.03.2022).
- Anonim, 2021a. Google Earth. <https://earth.google.com/web>, (05.01.2022).
- Anonim, 2021b. Google Maps. <https://www.google.com/maps>, (05.01.2022).
- Anonim, 2021c. Malatya ili genel bilgiler. <http://www.malatya.gov.tr/>, (05.01.2022).
- Anonim, 2022a. Copernicus, <https://www.copernicus.eu>, (14.05.2022).
- Anonim, 2022b. Turkey’s LDN Decision Support System. <https://projectgeffao.users.earthengine.app/view/ldn-turkey>, (11.05.2022).
- Ayyıldız, M., Çiçek, A., Ayyıldız, B., 2016. 6360 sayılı büyükşehir yasasının kırsal kesime olası etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 5: 280–280.
- Bourdeau, L., 1999. National Report: Sustainable development and future of construction in France. France: Centre Scientifique Et Technique Du Bâtiment.
- Brueckner, J.K., 2000. Urban sprawl: diagnosis and remedies. *International Regional Science Review*. 23 (2): 160–171.
- DeGrove, J.M., Deborah, A.M., 1992. The new frontier for land policy: planning and growth management in the states. *Lincoln Institute of Land Policy*.
- Erbaş, A.E., 2018. İstanbul metropoliten alanında 1980 sonrası kentsel gelişme dinamikleri ve idari coğrafyada sınır değişiklikleri, Mehmet Akif Ersoy University, *Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*. 5 (1): 17–38.
- Ewing, R.H., 2008. Urban ecology: an international perspective on the interaction between humans and nature in Characteristics, Causes, and Effects of Sprawl: A Literature Review. 21 (2): 519–535.
- Frenkel, A., 2004. The potential effect of national growth-management policy on urban sprawl and the depletion of open spaces and farmland. *Land Use Policy*. 21 (4): 357–369.
- Gök, S.F.A., Çıtak, C.Ç., 2021. Konut politikalarının fiziksel yansımaları: Kadıköy örneği. *Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Yaşam Dergisi*. 6 (1): 165–197.
- Güney, M. E., Parlatangiller, B., Ayer, M., 2020. The necessity of urban boundaries in planning legislation: a case study in Bilecik, Turkey. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Urban and Civil Engineering*. 14 (1).
- İrdem, İ., Mutlu, A., 2016. 6360 sayılı yasanın “kır-kent” kavramlarını muğlaklaştırması sorunu ve olası sonuçları, *KAYSEM* 10. 159-176.
- Karakuş, K., Karakuş, S., Çelikyürek, H., 2019. Ülke toprakları ve tarım arazilerinin bitkisel ve hayvansal üretim faaliyeti dışında kullanımı. *Journal of Animal Science and Products*. 2 (1): 84–90.
- Keleş, R., 2014. *Yerinden Yönetim ve Siyaset*, İstanbul: Cem Yayınevi.
- Koca, G., 1997. Türkiye’de imar planlamasında uygulama sorunları ve çözüm önerileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Oktay, T., 2016. 6360 sayılı kanuna dayalı büyükşehir belediye reformunu anlama ve anlamlandırma. *İstanbul Medeniyet Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi (İSMUS)*. 1: 71–131.
- Özgür, H., 2010. Metropoliten alanların Yönetimi deneyimi: büyükşehir belediyesi modelinin uygunluğu. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 19 (3): 294-306.

- Özüpekçe, S., 2021. Malatya’da tarımsal arazi kullanımı ve kayısı tarımının önemi. *International Journal on Social Sciences*. 6 (1).
- Partigöç, N.S., 2018. Kentleşme sürecinde kırsal alanların mekânsal değişimi ve dönüşümü: Denizli Kenti Örneği. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 89–98.
- Sezgin, D., Varol, Ç., 2012. Ankara’daki kentsel büyüme ve saçaklanmanın verimli tarım topraklarının amaç dışı kullanımına etkisi. *METU Journal of the Faculty of Architecture*. 29 (1): 273–288.
- TÜİK, 2022a. Türkiye İstatistik Kurumu, İnşaat ve konut istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Insaat-ve-Konut-116>, (05.01.2022).
- TÜİK, 2022b. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111>, (05.01.2022).
- TÜİK, 2022c. Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus ve demografi istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>, (05.01.2022).
- UNDP, 2021. United Nations Development Programme, Sustainable Development Goals. <https://www.undp.org/tr/node/12306>, (05.01.2022).
- Üçer, A.G., Yenigül, S. B., Varol, Ç. 2018. Büyükşehir’den ‘Bütünşehir’e: yerel yönetim politikalarındaki değişimin kırsal alana etkileri. *İDEALKENT*. 12 (5): 26–59.
- World Commission on Environment and Development. *The Brundtland Report*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- Yenigül, S.B., 2016. The role of urban agriculture and local authorities in protecting the agricultural land in metropolitan cities. *MEGARON/ Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal*. 11 (2): 291–299.
- Yılmaz, V., Kaypak, Ş., 2017. 6360 sayılı yasa ile getirilen yeniliklerin yerel halk üzerindeki etkililiğinin ölçülmesi: Malatya Büyükşehir Belediyesi örneği. *International Journal of Academic Value Studies (Javstudies JAVS)*. 3 (15): 405–418.
- Zengin, O., 2013. Büyükşehir belediyesi sisteminin dönüşümü: son on yılın değerlendirmesi. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9). 1689–1699.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Türkiye’de Çiğ Süt Fiyatları ile Süt Yemi Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Toda-Yamamoto Testi ile Belirlenmesi

Kaan Kaplan^{1*} 

Adnan Çiçek¹ 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü,
*Sorumlu yazar: kaan.kaplan@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.07.2022

Kabul Tarihi: 04.11.2022

Öz

Bu çalışmada, Türkiye’de çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde Toda-Yamamoto Testi kullanılmıştır. Araştırma materyalini Ocak 2008–Aralık 2021 tarihleri arasındaki çiğ süt fiyatları ve süt yemi fiyatlarına ilişkin 168 aylık veri seti oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre çiğ süt fiyatlarından süt yemi fiyatlarına doğru %10 düzeyde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Serilerde optimal gecikme uzunluğu 2 ay olarak belirlenmiştir. Ürün ve girdi fiyatlarının birbirini etkilemesinde beklenen sonuç, girdi fiyatlarının artması halinde bunun ürün fiyatlarına yansımaları şeklindedir. Ancak çiğ süt fiyatlarındaki artışlar karşısında süt yemi fiyatlarının arttığı belirlenmiştir. Süt üretiminde çok sayıda yetiştiricinin olması nedeniyle, yem fiyatlarındaki artışlar karşısında süt fiyatlarının anlamlı bir tepki vermediği görülmektedir. Bu tepkisizliğin nedeninin, süt fiyatlarının piyasa koşullarından ziyade Ulusal Süt Konseyi’nin tavsiye süt fiyatlarını düzenlemesi sonucu olduğu söylenebilir. Süt fiyatlarındaki artışlar karşısında ise süt yemi fiyatlarında %10 anlamlılık düzeyinde bir nedenselliğe sahip olması, yem üreticilerinin daha örgütlü bir yapıda olmalarından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Toda-Yamamoto, Nedensellik, Çiğ Süt Fiyatı, Süt Yemi Fiyatı

Determining The Causal Relationship Between Raw Milk Prices and Milk Feed Prices in Turkey by Toda-Yamamoto Test

Abstract

In this study, it was aimed to determine the causality relationship between raw milk prices and milk feed prices in Turkey. Toda-Yamamoto Test was used to determine the causality relationship. The research material consists of a 168-month dataset on raw milk prices and milk feed prices between January 2008 and December 2021. According to the results of the research, a %10 causality relationship was determined from raw milk prices to milk feed prices. The optimal lag length in the series was determined as 2 months. The expected result when product and input prices affect each other is that if the input prices increase, this will be reflected in the product prices. However, it was determined that milk feed prices increased in response to the increases in raw milk prices. Due to the large number of breeders in milk production, it is observed that milk prices do not react significantly to the increases in feed prices. It can be said that the reason for this unresponsiveness is the result of the National Dairy Council regulation of recommended milk prices rather than the market conditions of milk prices. In the face of increases in milk prices, it can be stated that the 10% causality of significance level in milk feed prices stems from the fact that feed producers are more organized.

Keywords: Toda-Yamamoto, Causality, Raw Milk Prices, Milk Feed Prices

Giriş

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Süt sektörünün gıda sanayindeki ekonomik değeri ve ekonomik üretim içerisindeki payı sebebiyle önemi azımsanmayacak bir sektördür (Günlü, 2011). Güvenli gıdaya duyulan ihtiyaç ve toplum beslenmesi açısından süt ürünlerinin üretildiği sektörlerin öncelikli olarak ele alınması gerekmektedir. Ayrıca bu sektörlerde oluşacak olan fiyat düzeyleri hem üreticiyi hem de tüketiciyi etkilemektedir. Bu sebeple girdi ve çıktıda uygun fiyat düzeylerinin belirlenmesi ve girdi-çıkıtı fiyatlarının birbirleri ile ilişkisi hem toplum beslenmesi açısından hem ekonomik göstergeler açısından önemlidir (Kaplan, 2021).

Dünyada üretilen sütün yaklaşık %82'si inek sütü, %15'i manda sütü, %2'si keçi sütü ve %1'i koyun sütüdür (FAO, 2020). Toplam süt üretiminde en fazla orana sahip ülkeler Hindistan, AB ülkeleri ve ABD'dir. Türkiye dünyadaki toplam sütün yaklaşık %2.5'ini karşılamaktadır (Anonim, 2021).

Türkiye'de süt sektörü sürekli gelişme göstermektedir. Son 10 yıldaki veriler incelendiğinde süt hayvanları sayısında ve süt üretiminde düzenli bir artış söz konusudur (Anonim, 2021). Ancak mevcut ekonomik göstergeler ve tarım sektöründeki gelişmeler sebebiyle süt sektöründeki girdi ve çıktı fiyatlarında dalgalanmalar ve değişimler söz konusudur. Türkiye'de 2019 yılında toplam süt üretimi 22 960 379 tondur. Ancak üretilen toplam süt miktarı kadar bunun işlenmesi ve değerlendirilmesi de önemlidir. Sütün işlenmesi için süt toplama sisteminin gelişmesi gerekmektedir. 2019 yılı verilerine göre Türkiye'de inek sütünün %47.74'ü sanayiye aktarılmaktadır (Anonim, 2021). AB'nde bu oran ortalama %94'tür ve üye ülkelerde %78-100 arasında değişmektedir. Dolayısıyla Türkiye'de sütün sanayiye aktarım oranı AB ülkelerine göre çok düşüktür.

Türkiye'de süt ve süt ürünleri sanayinin karşılaştığı sorunlardan birisi ham madde akışının düzenli bir yapıda olmamasıdır. Çiğ süt üretiminde mevsimsel arz-talep farklılıkları görülmekte ve bu farklılık sebebiyle süt sanayisi iç piyasadaki nüfus ve tüketim artışını karşılamakta sorunlar yaşamaktadır (Açıkgöz, 2001; Göktolga ve ark., 2004).

Süt üretiminde en önemli maliyet unsurunu yem giderleri oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalarda çiğ süt fiyatları ile bazı değişkenler arasındaki etkileşim ve nedensellik belirlenmeye çalışılmıştır. Mat ve ark. (2021) yaptıkları araştırmada 2010–2019 yılları arasında temel ve ekonomik göstergelerin çiğ süt fiyatına etkilerini panel veri analizi kullanarak belirlemişlerdir. Süt fiyatına ilişkin temel göstergeler sayılabilecek girdilerden arpa, soya küspesi, buğday ve kuru tahıl fiyatları ile ekonomik göstergelerin (dolar kuru ve tarımsal üretici fiyat endeksi) süt fiyatını etkilediğini belirtmişlerdir. Çiğ süt fiyatları ile perakende süt fiyatları arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar da söz konusudur. Bölük ve Karaman (2015) yaptıkları çalışmada üretici ve perakende süt fiyatları arasındaki uzun dönem ilişkiyi belirlemek amacıyla Ocak 2003–Aralık 2013 dönemine ait verileri incelemişlerdir. Bulgulara göre uzun dönemde fiyat serilerinin birlikte hareket ettiğini, süt tedarik zincirinde perakende süt fiyatları ile üretici süt fiyatlarının geçirgenliğinin asimetric olduğunu belirlemişlerdir. Ayyıldız ve ark. (2021), perakende süt fiyatları ile çiğ süt fiyatları arasındaki asimetric ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırmada Ocak 2005–ralık 2019 dönemine ait çiğ süt ve perakende süt fiyatlarını kullanmışlardır. Bulgulara göre uzun dönemde perakende süt fiyatlarının çiğ süt fiyatlarındaki azalışlara, artışlara göre daha hızlı tepki verdiğini belirtmişlerdir.

Çınar ise (2017), yaptığı çalışmada çiftlik sütü fiyatlarından yoğurt ve peynir pazarına doğru asimetric iletimi araştırmıştır. Çalışmada yoğurt ve peynir pazarında oluşan yüksek fiyat artışlarının hane halkı bütçesinde olumsuz etkiler yarattığı belirtilmiştir. Ayrıca süt sanayi işletmeleri girdi maliyetlerinin yüksek olduğunu, çiğ süt üreticileri ise ürettikleri sütü değer fiyatında satamadıkları düşüncesindedirler. Araştırmada kullanılan veriler asimetric vektör analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları, perakendeci-üretici pazarı arasında asimetric bir fiyat iletimi olduğunu ve çiğ süt fiyatlarının sektöre, olağandan daha yüksek yansıtıldığını ortaya koymaktadır.

Bu araştırmada kullanılan analize yönelik olarak Sandalcılar (2012) yaptığı çalışmada Türkiye'de ekonomik büyüme, tarımsal ve tarım dışı ihracat arasındaki ilişkinin nedensellik analizi için Toda-Yamamoto nedensellik analizini kullanmıştır. Yine Gana'da yapılmış olan bir çalışmada tarım sektöründe dış ticaret ürünleri ile doğrudan yabancı yatırım girişleri arasındaki uzun ve kısa vadeli ilişkinin tespit edilmesi amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik analizi kullanılmıştır (Djokoto, 2012).

Literatürde yer verilen çalışmalar ve araştırmada kullanılan veriler ışığında çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasında bir ilişki olduğu söylenebilir. Ancak bu ilişkinin yönünün istatistiksel olarak ortaya konulması, fiyatların birbirlerini nasıl ve ne kadar sürede etkilediklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı ve çalışmadan elde edilecek verilere göre politika oluşturulması açısından çalışmanın önemli olduğu ifade edilebilir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Ocak 2008–Aralık 2021 dönemine ilişkin 168 aylık veri seti kullanılmıştır. Veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye Yem Sanayicileri Birliği'nin (TÜRKIYEM-BİR) kayıtlarından elde

edilmiştir. Yem fiyatlarına yönelik aylık verilerin 2008 yılından itibaren yayınlanması nedeniyle bu dönemler tercih edilmiştir. Enflasyon etkisini barındıran cari fiyatlar ile elde edilen sonuçlar çoğu zaman yanlış veya hatalı değerlendirmelere neden olabilmektedir. Bu sebeple daha rasyonel sonuçlar elde edebilmek için her iki değişken için yurtiçi üretici fiyat indeksi (ÜFE=2003) dikkate alınarak reel fiyatlara dönüştürülmüştür.

Çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki ilişkinin tespit edilmesi için yapılan bu çalışmada öncelikle uygun model seçimi belirlenmiştir. Bu sebeple serilerin durağanlık yapısı incelenmiştir. Durağanlığın incelenmesinden önce serilerin logaritmik formu alınarak çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan nedensellik analizinin diğer nedensellik analizlerinden farkı, seriler arasında aynı seviyede durağanlık koşulu aranmasıdır. Ancak çalışmada yine de serilerin durağanlık seviyeleri verilmiştir. Durağanlık düzeyini belirlemek amacıyla Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden faydalanılmıştır. Ayrıca serilerin daha kolay analiz edilebilmesi adına logaritmaları alınmıştır.

Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik testi ile diğer klasik nedensellik testleri arasındaki en temel farklılık, seriler arasında aynı seviyede durağanlık şartı ve değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisi aranmasıdır. İkinci olarak ise Toda-Yamamoto nedensellik testinde değişkenlerin düzey değerlerinin kullanımı söz konusudur. Dolayısı ile serilerin farkı alınmamakta ve bilgi kaybı olmamaktadır. Son olarak ise bu nedensellik testi için (k+dmax) gecikmeli geliştirilmiş bir VAR modeli kurulmaktadır. Burada k klasik VAR modelinin gecikme uzunluğunu, dmax ise değişkenlerin maksimum bütünlüşme derecesini ifade etmektedir. Sonrasında Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilmiş ileri bir Wald (MWALD) test istatistiği k gecikmeli VAR modeli parametrelerine uygulanarak nedenselliğin varlığı tespit edilmektedir. Wald testinin uygulanabilmesi için ayrıca değişkenlerin nedensellik modeli amacıyla Görünürde İlişkisiz Regresyon (GİR) modeli uygulanmaktadır. Görünürde İlişkisiz Regresyon yöntemi ilk olarak Zellner (1962) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem regresyon sisteminde her bir denklemi ayrı ayrı tahmin etmek yerine denklemleri bir arada Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (GEKK) ile tahmin etmenin daha etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir.

MWALD test istatistiği ki kare dağılım sergiler. Test istatistiğinin anlamlı sonucuna ulaşılması durumunda değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin varlığı sonucuna ulaşılmaktadır (Çetin ve ark., 2020). Kurulan VAR modeline ait denklemler aşağıda belirtilmiştir.

$$Y_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \alpha_{1i} y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \beta_{1i} x_{t-1} + e_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \alpha_{2i} y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \beta_{2i} x_{t-1} + e_{2t} \quad (2)$$

Sıfır hipotezi denklem 1'deki x değişkeni y değişkeninin Granger nedeni değildir şeklinde ($H_0: \beta_{1i} = 0$) ve denklem 2'deki y değişkeni x değişkeninin Granger nedeninin olmadığı şeklinde ifade edilir ve Wald testi ile sınanmaktadır (Toda ve Yamamoto, 1995).

Çalışmaya yönelik analizler Eviews istatistik paket programında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde kullanılan yıllık ortalama cari ve reel fiyatlar Çizelge 1'de verilmiştir. Türkiye'de 2008 yılında ortalama cari çiğ süt fiyatı 0.71 TL/kg iken 2021 yılında 2.77 TL/kg olduğu görülmektedir. Ortalama süt yemi fiyatı ise 2008 yılında 0.62 TL/kg, 2021 yılında ise 2.85 TL/kg'dır. Buna göre 2008-2021 yılları arasında çiğ süt cari fiyatında %290.14'lük, süt yemi cari fiyatında ise %359.68'lik bir artış yaşanmıştır. Uzun dönemde çiğ süt cari fiyatlarında ve süt yemi cari fiyatlarında artış söz konusu iken reel fiyatlarda dalgalanmalar söz konusudur.

Table 1. Current and real prices of raw milk and milk feed in Turkey (TL/kg)
Çizelge 1. Türkiye’de çiğ süt ve süt yeminin cari ve reel bazda fiyatları (TL/kg)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ÇSF	0.71	0.71	0.85	0.80	0.89	0.93	1.03	1.15	1.14	1.21	1.46	1.75	2.20	2.77
RÇSF	0.45	0.45	0.49	0.42	0.43	0.44	0.44	0.47	0.44	0.41	0.39	0.39	0.44	0.39
SYF	0.62	0.48	0.57	0.74	0.83	0.85	0.88	0.91	0.84	0.98	1.27	1.44	1.62	2.85
RSYF	0.40	0.31	0.33	0.39	0.41	0.40	0.38	0.37	0.33	0.33	0.33	0.32	0.35	0.40

Şekil 1’de ise Ocak 2008–Aralık 2021 dönemindeki aylık çiğ süt cari fiyatları ile aylık süt yemi cari fiyatlarına ilişkin grafik verilmiştir (TÜİK, 2022; Anonim, 2020). Çiğ süt fiyatını ÇFS, reel çiğ süt fiyatını RÇSF, süt yemi fiyatını SYF ve reel süt yemi fiyatını RSYF temsil etmektedir. Çiğ süt cari fiyatları genel olarak süt yemi cari fiyatlarının üzerinde seyretmekle birlikte, son dönemlerde altında gerçekleştiği görülmektedir.

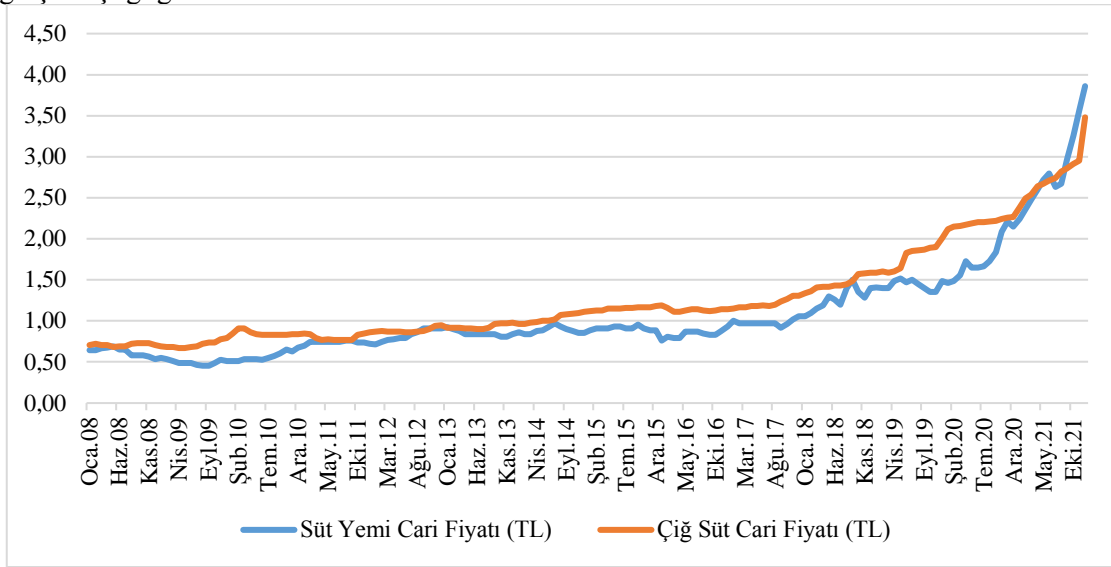


Figure 1. Current prices of milk feed and raw milk current prices
Şekil 1. Süt yemi cari fiyatları ile çiğ süt cari fiyatları

Bu çalışmada enflasyon etkisini gidermek amacıyla üretici fiyat endeksi kullanılarak, cari fiyatlar reel fiyatlara dönüştürülmüştür. Şekil 2’de Ocak 2008 – Aralık 2021 dönemlerine ait çiğ süt reel fiyatları ve süt yemi reel fiyatları kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir (TÜİK, 2022; Anonim, 2020). Süt ve süt yemi reel fiyatlarının uzun dönemli seyrine bakıldığında, genellikle süt üreticilerinin aleyhine bir seyir izlediği görülmektedir.

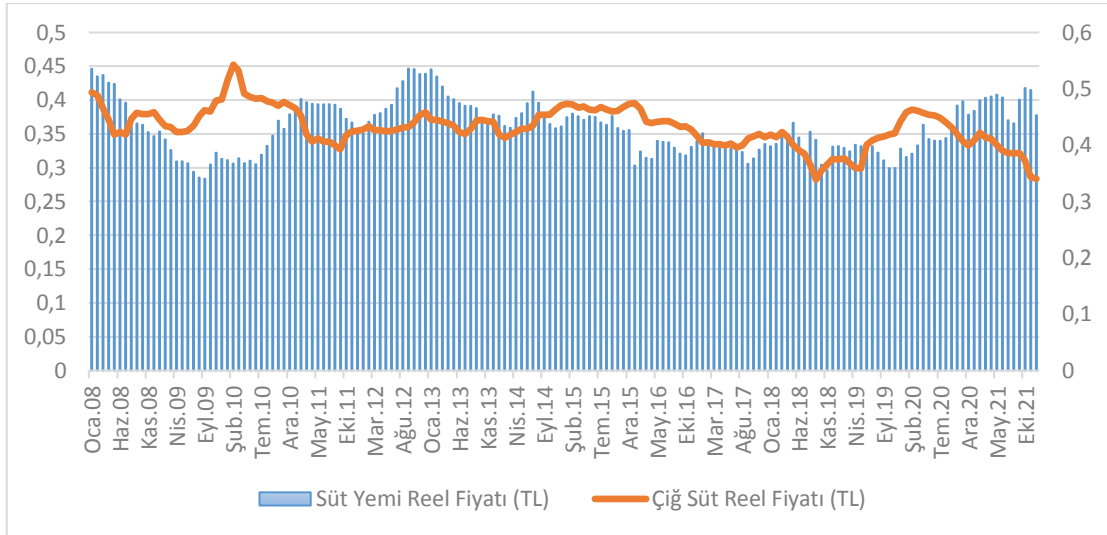


Figure 2. Raw milk real price with milk feed real price
Şekil 2. Süt yemi reel fiyatı ile çiğ süt reel fiyatı

Çiğ süt fiyatı ile süt yemi fiyatı arasındaki paritenin 1.20 olması gerekir (Anonim,2021). Çiğ süt fiyatının süt yemi fiyatına oranını ifade eden parite Şekil 3'te verilmiştir. Buna göre Temmuz 2008–Ocak 2011, Ekim 2014–Ocak 2018 ve Temmuz 2019–Aralık 2020 dönemleri arasındaki paritenin 1.20'ın üzerinde olduğu görülmektedir. Ocak 2021 tarihinden itibaren ise paritenin 1.20'nin altında kaldığı ve 2008-2021 dönemleri arasındaki en düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Ocak 2008–Aralık 2021 tarihleri arasında çiğ süt reel fiyatları ile süt yemi reel fiyatları arasındaki paritede dönemsel dalgalanmalar söz konusudur.

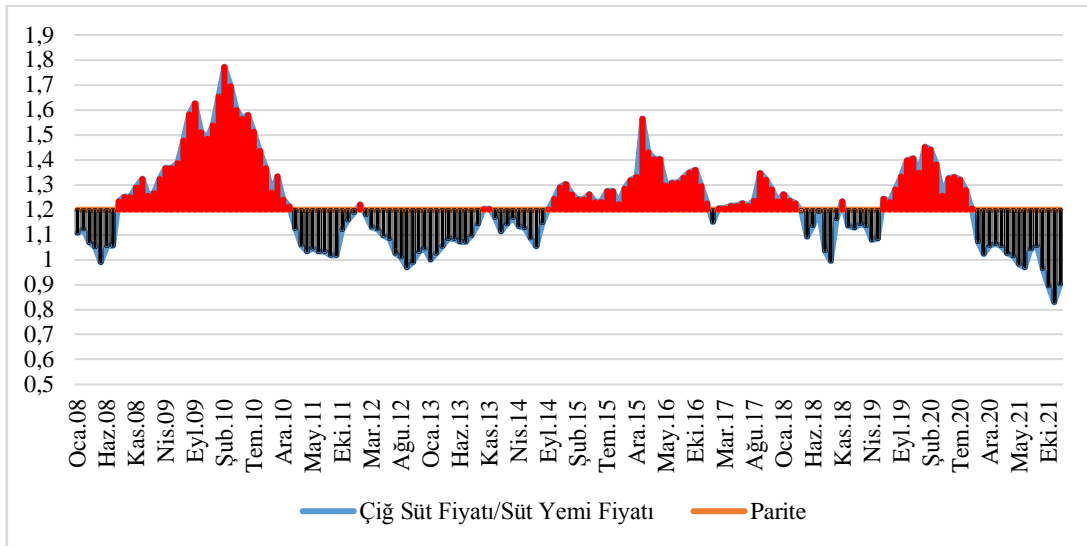


Figure 3. Parity between raw milk prices and dairy feed prices
Şekil 3. Çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki parite

Süt üretimindeki en büyük maliyet kalemlerinden birisi yem giderleridir. Bu sebeple süt fiyatlarını etkileyen en önemli değişkenin yem fiyatları olması beklenmektedir. Şekil 4'te çiğ süt reel fiyatı ile süt yemi reel fiyatının ele alınan dönem içerisindeki değişimleri verilmiştir (TÜİK, 2022; Anonim, 2020). Çizelgeye göre süt ve yem fiyatlarının birbirini izleyen bir görüntüye sahip olduğu hissedilmekle birlikte birbirlerini etkileme durumu ve etkileme süresi hakkında kesin bir bilgi vermek oldukça zordur.

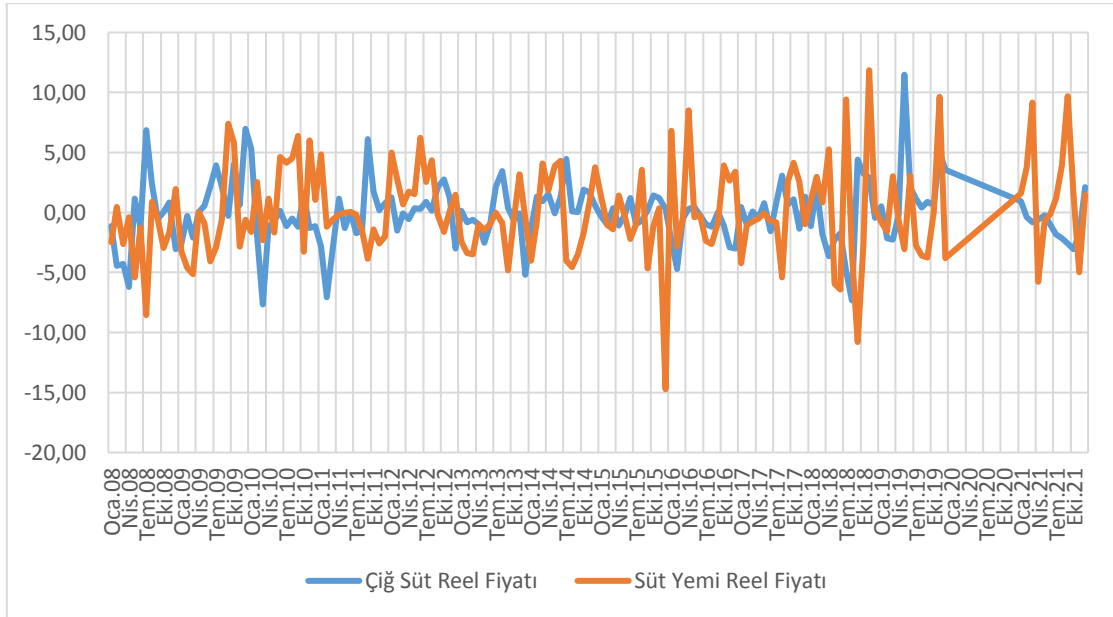


Figure 4. Change rates of raw milk real price and dairy feed real prices
Şekil 4. Çiğ süt reel fiyatı ile süt yemi reel fiyatının değişim oranları

Çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini belirleyebilmek için önce serilerin durağanlığı test edilmiştir. Zaman serilerinde verilerin durağanlığının test edilmesi yapılan analizlerde dikkate alınması gereken bir husustur. Analizde serilerin durağanlığı göz ardı edilse dahi yine de serilerin nasıl bir durağanlık ve birim kök içerdiği çalışmaya eklenmiştir. Bu amaçla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden faydalanılmıştır.

Table 2. ADF and PP unit root test

Çizelge 2. ADF ve PP birim kök sınaması

Düze	Sabit	Değişkenler	ADF	PP	Birinci Farklar	Değişkenler	ADF	PP
		ÇSF	-2.6052*	-2.0467		ÇSF	-8.8473***	-8.6072***
		SYF	-2.8556*	-2.8766*	SYF	-10.0206***	-11.8883***	
Sabit+Trend		ÇSF	-3.3406*	-2.7275	ÇSF	-8.8341***	-8.5824***	
		SYF	-2.7433	-2.7275	SYF	-10.0692***	-11.8438***	

*** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Çizelge 2’de serilerin birim kök sınamasına yer verilmiştir. Serilerden ÇSF çiğ süt fiyatını, SYF ise süt yemi fiyatını temsil etmektedir. Serilerin hem düzey hem de birinci farklarındaki sabit ve sabit trend içeren birim kök sınamaları yapılmıştır. Buna göre süt yemi fiyatlarının düzey ve sabit trendde Genişletilmiş Dickey-Fuller ve Phillips-Perron testine göre, çiğ süt fiyatlarının düzeyde hem sabit hem sabit trendde Phillips-Perron testine göre birim kök içerdiği, birinci farklarında ise birim kökün ortadan kalktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Birim kök sınamasından sonra VAR modeli oluşturulması için kurulan modelin gecikme uzunluğunun belirlenmesi ve optimal gecikme uzunluğunun tespit edilerek hangi modelin verilere uygun olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 3’te optimum gecikme uzunluklarına yer verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre tüm bilgi kriterleri baz alınarak modelde optimal gecikme uzunluğunun 2 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Reel süt yemi fiyatlarından çiğ süt fiyatlarına yansıma süresi (uzunluğu) 2 ay olarak belirlenmiştir. Reel fiyatların yansıma süresi bir çeyrek dönemlik süreye yakın seyir izlemektedir.

Değişkenlerin zaman boyunca ölçülmesi, serideki verilerin korelasyonlu olduğu yani bir ya da daha fazla gecikmeli dönemlerden etkilendiği gözlenebilir. Bir serinin herhangi bir dönemi ile o dönemden bir önceki ya da bir sonraki dönemi arasında birlikte hareket etme ilişkisine ise otokorelasyon denilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2017). Değişen varyans durumunda ise model

tahminleri yansız olmakta ancak varyans ve kovaryans tahminleri etkin olmadığından istatistik hipotez testleri geçerliliğini kaybetmektedir (Albayrak,2008).

Table 3. Determining the optimum lag length in the VAR model

Çizelge 3. VAR modelinde optimum gecikme uzunluğunun belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	311.3315	NA	7.17e-05	-3.866644	-3.828205	-3.851035
1	662.2369	688.6517	9.39e-07	-8.202961	-8.087642	-8.156134
2	679.1917	32.84994*	7.98e-07*	-8.364896*	-8.172697*	-8.286851*
3	681.8504	5.084782	8.12e-07	-8.348130	-8.079052	-8.238867
4	684.1840	4.404686	8.29e-07	-8.327300	-7.981343	-8.186819
5	684.4696	0.531987	8.69e-07	-8.280870	-7.858034	-8.109171
6	684.9178	0.823605	9.08e-07	-8.236473	-7.736757	-8.033556
7	688.1298	5.821734	9.18e-07	-8.226623	-7.650028	-7.992488
8	690.4137	4.082356	9.38e-07	-8.205171	-7.551696	-7.939817

Son Tahminci Hatası (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SC), Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQ) ile yapılan optimum gecikme uzunluğu tahmin sonuçları Çizelge 3'te belirtilmiştir. (*) optimal gecikme uzunluğunu vermektedir.

Çizelge 4'te serilerin Lagrange Çarpımı Otokorelasyon Testi ve White Değişen Varyans testi sonuçlarına yer verilmiştir. Elde edilen olasılık değeri sonuçlarına göre LM Otokorelasyon testi olasılık değeri 0.6148, White Değişen Varyans Testi olasılık değeri ise 0.0106 olarak tespit edilmiştir. Buna göre analizde kullanılan serilerde değişen varyans ve otokorelasyon bulunmamaktadır.

Table 4. Autocorrelation and variable variance test results

Çizelge 4. Otokorelasyon ve değişen varyans testi sonuçları

Lagrange Çarpımı (LM) Otokorelasyon Testi		
Gecikme Uzunluğu	LM-Test İstatistiği	Olasılık Değeri
3	2.668034	0.6148
White Değişen Varyans Testi (With Cross)		
Gecikme Uzunluğu	-Test İstatistiği	Olasılık Değeri
3	113.1742	0.0106

Otokorelasyon testinde H_0 hipotezi "Otokorelasyon vardır" iken, değişen varyans testinde H_0 hipotezi "Değişen Varyans yoktur" şeklindedir.

Görünürde İlişkisiz Regresyon Modeli yöntem kısmında belirtildiği gibi kurulan denklemlerin bir arada kurulmasına olanak sağlamaktadır. Tablo 5'te modelin sonuçlarına yer verilmiştir. Equation kısmında yer alan çığ süt fiyatı ve süt yemi fiyatı nedensellik denklemleri ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi test edilmiştir. Kurulan VAR modeli ile gecikme uzunluğu 2 bulunmuştur. Ancak eşbütünleşmenin gecikme uzunluğu da modele ilave edilerek her iki değişken için 3 gecikme uzunluğu bulunan modelin sonuçlarına Tablo 5'te yer verilmiştir. Daha sonra Wald test uygulaması ile denklemler üzerinden nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Tablo 5'te seriler arasındaki bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı belirleyebilmek için Toda – Yamamoto nedensellik testinden yararlanılmıştır. Çığ süt fiyatı CSF olarak, süt yemi fiyatı ise SYF olarak belirtilmiştir. Test sonucuna göre $CSF=f(SYF)$ Wald testi 4.579549 ve olasılık değeri 0.1013 olarak bulunmuştur. Buna göre süt yemi fiyatlarından çığ süt fiyatlarına doğru bir nedensellik söz konusu değildir. Yine test sonuçlarına göre $SYF=f(CSF)$ Wald testi 5.488019 ve olasılık değeri 0.0643 olarak bulunmuştur ve çığ süt fiyatlarından süt yemi fiyatlarına doğru %10 düzeyinde bir nedensellik söz konusudur. Sonuç olarak çığ süt fiyatlarından süt yemi fiyatlarına doğru nedensellik ilişkisi mevcuttur ve yansıma süresi 2 ay olarak bulunmuştur.

Table 5. Seemingly unrelated regression model results
Çizelge 5. Görünüşte ilgisiz regresyon modeli sonuçları

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	1.321036	0.078771	16.77061	0.0000
C(2)	-0.403295	0.129495	-3.114357	0.0020
C(3)	0.027824	0.081548	0.341197	0.7332
C(4)	-0.101366	0.049451	-2.049825	0.0412
C(5)	0.131611	0.069640	1.889879	0.0597
C(6)	-0.053363	0.048092	-1.109603	0.2680
C(7)	-0.070904	0.027904	-2.541019	0.0115
C(8)	0.250745	0.126713	1.978848	0.0487
C(9)	-0.183152	0.208309	-0.879233	0.3799
C(10)	-0.030407	0.131179	-0.231796	0.8168
C(11)	1.038645	0.079548	13.05688	0.0000
C(12)	-0.199224	0.112024	-1.778396	0.0763
C(13)	0.093974	0.077361	1.214738	0.2254
C(14)	-0.037744	0.044887	-0.840873	0.4011
Determinant residual covariance				7.37E-07
Equation: $\text{LogCSF} = C(1)*\text{LogCSF}(-1) + C(2)*\text{LogCSF}(-2) + C(3)*\text{LogCSF}(-3) + C(4)*\text{LogSYF}(-1) + C(5)*\text{LogSYF}(-2) + C(6)*\text{LogSYF}(-3) + C(7)$				
R-squared				0.916155
Adjusted R-squared				0.912971
S.E. of regression				0.023833
Equation: $\text{LogSYF} = C(8)*\text{LogCSF}(-1) + C(9)*\text{LogCSF}(-2) + C(10)*\text{LogCSF}(-3) + C(11)*\text{LogSYF}(-1) + C(12)*\text{LogSYF}(-2) + C(13)*\text{LogSYF}(-3) + C(14)$				
R-squared				0.869678
Adjusted R-squared				0.864729
S.E. of regression				0.038338

Table 6. Toda-Yamamoto causality test results

Çizelge 6. Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları

Model	Gecikme Uzunluğu	Wald Test	Olasılık Değeri
ÇSF=f(SYF)	$k = 2$ $d_{max} = 1$	4.579549	0.1013
SYF=f(ÇSF)	$k = 2$ $d_{max} = 1$	5.488019	0.0643

Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de süt sektörü sürekli bir gelişim içerisinde ve son yıllardaki verilere göre süt hayvanları sayısında ve süt üretiminde düzenli bir artış söz konusudur. Ancak tarıma dayalı sanayilerin mevcut ekonomik göstergeler neticesinde hareket etmeleri neticesinde süt sektöründeki girdi ve çıktı fiyatlarında dalgalanmalar ve değişimler söz konusudur. Süt üretimindeki en büyük maliyet kalemlerinden birisi yem giderleridir. Süt yemi fiyatlarının seyri üreticilerin üretim planlaması ve ekonomik olarak üretimin devamlılığını sağlamaları açısından önemlidir. Ayrıca girdi ve çıktı fiyatlarının birbirleri etkileme düzeyleri, piyasa kontrolü açısından önemlidir.

Türkiye’de 2008-2021 yılları arasında çiğ süt cari fiyatında %290.14’lük, süt yemi cari fiyatında ise %359.68’lik bir artış yaşanmıştır. Elde edilen verilere göre süt yemi cari fiyatlarındaki artış çiğ süt cari fiyatlarındaki artıştan çok daha yüksektir. Uzun dönemde çiğ süt cari fiyatlarında bir artış söz konusu iken reel fiyatlarda ise 2008 yılından 2021 yılına doğru dalgalanmalarla birlikte bir düşüş yaşanmaktadır ve enflasyonun üretici fiyatları üzerindeki ciddi etkisinden söz edilebilir. Reel fiyatlardaki bu dalgalanma ile çiğ süt fiyatında Ocak 2010 dönemine göre Ocak 2013 döneminde fiyatlarda bir azalma söz konusu iken süt yemi fiyatlarında aynı dönemde bir artış söz konusudur ve süt yemi fiyatı çiğ süt fiyatının üzerinde gerçekleşmiştir. Nisan 2019–Nisan 2020 döneminde çiğ süt fiyatlarındaki artış ile iki fiyat arasındaki makasın açılmasına rağmen Temmuz 2020 döneminden sonra çiğ süt reel fiyatlarında bir düşüş ve süt yemi reel fiyatlarında artış yaşanmıştır. Bu dönemden itibaren reel fiyatlarda süt yemi fiyatları çiğ süt fiyatlarından daha yüksek bir seyir izlemektedir.

Çiğ süt fiyatı ile süt yemi fiyatı arasındaki parite, Temmuz 2008–Ocak 2011, Ekim 2014–Ocak 2018 ve Temmuz 2019–Aralık 2020 dönemleri arasında 1.20'nini üzerindedir. 2021 yılından itibaren ise çiğ süt fiyatı/süt yemi fiyatı paritesi 1.20'nin altında yer almaktadır ve 2008-2021 dönemleri arasında en düşük seviyesinde gerçekleşmiştir. Sonuç olarak Ocak 2008–Aralık 2021 dönemleri arasında dalgalanmaların olduğu, fiyatlar arasında bir dengesizlik olduğu görülmektedir.

Çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek için serilerin birim kök sınaması yapılmıştır ve her iki değişkenin düzeyde birim kök içerdiği, birinci farklarında ise birim kökün ortadan kalktığı belirlenmiştir. Süt yemi fiyatlarındaki artışın çiğ süt fiyatlarına yansıma süresi (uzunluğu) 2 ay olarak belirlenmiştir. Reel fiyatların yansıma süresi bir çeyrek dönemlik süreye yakın seyir izlemektedir. Ayrıca serilerin modele uygunluğu açısından otokorelasyon testi ve değişen varyans testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre serilerde değişen varyans ve otokorelasyon bulunmamaktadır.

Çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını belirleyebilmek için Toda-Yamamoto nedensellik testinden yararlanılmıştır. Test sonucuna göre $\text{ÇSF}=\text{f}(\text{SYF})$ Wald testi 4.579549 ve olasılık değeri 0.1013 olarak bulunmuştur. Buna göre süt yemi fiyatlarından çiğ süt fiyatlarına doğru %10 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik söz konusu değildir. Buna karşın test sonuçlarına göre $\text{SYF}=\text{f}(\text{ÇSF})$ Wald testi 5.488019 ve olasılık değeri 0.0643 olarak bulunmuştur ve çiğ süt fiyatlarından süt yemi fiyatlarına doğru %10 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik söz konusudur.

Bu sonuçlara göre çiğ süt fiyatlarından süt yemi fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Girdi fiyatlarının artması halinde bunun ürün fiyatlarına yansımaları beklenen bir durumdur. Ancak çalışmada bunun tam tersine ilişkin bir sonuç bulunmuştur. Yem sanayinin örgütlü yapısı, piyasada oluşan fiyatlar üzerinden daha hızlı ve kontrollü bir şekilde hareket edebilmesi, oluşan mevcut ekonomik düzende daha etkin bir görüntü sergilemesine neden olmaktadır. Yem sanayinin ürün ve girdi piyasasındaki fiyat değişimlerini daha iyi takip ettiği, Ulusal Süt Konseyi tarafından belirlenen tavsiye çiğ süt fiyatlarına hızlı bir şekilde reaksiyon gösterdiği söylenebilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Açıkgöz, M., 2001. Süt sanayinin hammadde sorunları. Türkiye-Hollanda Besi ve Süt Hayvancılığı Sempozyumu. 11-12 Haziran, Ankara.
- Albayrak, A., 2008. Değişen varyans durumunda en küçük kareler tekniğinin alternatifli ağırlıklı regresyon analizi ve bir uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 10 (2): 111-134.
- Anonim, 2020. Türkiye yem sanayicileri birliği. www.yem.org.tr (01.07.2022)
- Anonim, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı, IPARD III programının hazırlanmasında sektörel analizler projesi, Proje No TA/2020/SER/0002, Süt Sektörü Analiz Raporu, Ankara.
- Ayyıldız, M., Çiçek, A., Kaplan, K., 2021. Türkiye'de çiğ süt ile perakende süt fiyatları arasındaki asimetrik ilişki. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi. 24 (3): 594-602.
- Bölük, G., Karaman, S., 2015. Süt arz zincirinde aksak rekabet koşullarının asimetrik hata düzeltme modeli ile analizi. Rekabet Dergisi. 16 (1): 3-40.
- Çetin, M., Saygın, S., Demir, H., 2020. Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 17 (3): 329-345.
- Çınar, G., 2017. Çiftlik sütü fiyatlarından yoğurt ve peynir pazarına asimetrik iletim. Tarım Ekonomisi Dergisi. 23 (1): 93-99.
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. Econometrica. 49 (4): 1057-1072.
- Djokoto, J.G., 2012. Does causal relationships exist between external trade and foreign direct investment flow to agricultural in ghana? International Journal of Business and Management. 7 (2): 179-193.
- Göktoğra, Z.G., Karkacier, O., Çiçek, A., 2004. İşlenmiş süt ve süt ürünleri sanayinde süt teşvik primi politikasının analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 21 (2): 49-55.

- Günlü, A., 2011. Çiğ süt pazarlanmasında süt sanayi işletmelerinde firma yoğunlaşma oranlarının araştırılması: Burdur ili örneği. *Kafkas Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi*. 17 (1): 101-106.
- Kaplan, K., 2021. Süt sığırcılığı işletmelerinde kapasite karlılık ilişkisi: Tokat ili örneği. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 90s.
- Mat, B., Arıkan, S.M., Çevrimli, M.B., Akin, A.C., Tekindal, M.A., 2021. Factors affecting the price of raw milk in turkey using panel data analysis. *Ciencia Rural*. 51(11).
- Perron, P., 1997. Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables. *Journal of Econometrics*. 80 (2): 355-385.
- Sandalcılar A.R., 2012. Türkiye’de tarımsal ihracat, tarım dışı ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin nedensellik analizi. *Finans, Politik & Ekonomik Yorumlar*. 49 (570): 65-75.
- Sevüktekin, M., Çınar, M., 2017. *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*. 662 s. Dora Yayınları.
- Toda, H.Y., Yamamoto, T., 1995. Statistical inferences in vector autoregression with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*. 66 (1): 225-250.
- Zellner, A., 1962. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and test for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*. 57 (298): 348-368.



Reserach Article

Spatial and Temporal Changes of Soil Nitrogen Contents and Determination of Nitrogen Resources by Natural Isotope Technique in Agricultural Lands

Yasemin Kavdır^{1*}  Orhan Yüksel²  Ali Sungur¹  Hasan Özcan¹ 

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agricultural Faculty, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale Türkiye

²Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agricultural Faculty, Namik Kemal University, Tekirdag, Türkiye

*Corresponding author: kavdirya@comu.edu.tr

Received Date: 12.10.2022

Accepted Date: 24.11.2022

Abstract

In the current study soil samples were taken at three different periods at 51 points in Çanakkale-Kumkale Plain (Troy). Soil total nitrogen (N), nitrate and ammonium contents were conducted to determine the spatial and temporal distribution of soil nitrogen. Additionally, possible sources of soil nitrogen were evaluated using $\delta^{15}\text{N}$ isotope tools. According to $\delta^{15}\text{N}$ results, the main source of soil nitrogen was inorganic nitrogen fertilizers in cotton, wheat, and tomato-grown soils in April. In December, most of the soil $\delta^{15}\text{N}$ was of both organic and mineral origin. The value of soil $\delta^{15}\text{N}$ values increased in July because of enhanced organic matter mineralization in the area. The $\delta^{15}\text{N}$ values of the great majority of soils were between 5‰ and 10 ‰ which indicates that N was derived from organic materials. The reason for the low $\delta^{15}\text{N}$ values in April was due to the use of excess mineral fertilizers for cotton, maize, tomato, pepper, sunflower, and wheat crops.

Keywords: $\delta^{15}\text{N}$, nitrogen, carbon, land use, isotope, soil

Tarım Arazilerinde Toprak Azot İçeriklerinin Mekansal ve Zamansal Değişimleri ve Azot Kaynaklarının Doğal İzotop Tekniği ile Belirlenmesi.

Öz

Bu çalışmada Çanakkale-Kumkale Ovası'nda (Truva) 51 farklı noktadan, üç farklı dönemde toprak örnekleri alınmıştır. Toprakta bulunan azotun, mekansal ve zamansal dağılımını belirlemek için topraklarda toplam azot (N), nitrat-N ve amonyum-N içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca topraktaki azotun kaynaklarını belirleyebilmek için, toprakların doğal $\delta^{15}\text{N}$ izotop değerleri belirlenmiştir. $\delta^{15}\text{N}$ sonuçlarına göre Nisan ayında pamuk, buğday ve domates yetiştirilen topraklarda toprak azotunun ana kaynağı inorganik azotlu gübreler olmuştur. Aralık ayında ise çoğu toprakta azotun kaynağı organik ve mineral kökenlidir. Artan organik madde mineralizasyonu nedeniyle, örnekleme alanlarındaki toprak $\delta^{15}\text{N}$ değerleri Temmuz ayında artış göstermiştir. Toprakların büyük çoğunluğunun $\delta^{15}\text{N}$ değerleri 5‰ ile 10‰ arasında olup, bu da topraktaki N'nin organik orijinli olduğunu göstermektedir. Nisan ayında $\delta^{15}\text{N}$ değerlerinin düşük olmasının nedeni, pamuk, mısır, domates, biber, ayçiçeği ve buğday bitkileri için fazla mineral gübre kullanılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: : $\delta^{15}\text{N}$, azot, karbon, arazi kullanımı, izotop, toprak

Introduction

Nitrogen (N) is an essential element for all organisms, and it can limit the net primary productivity of aquatic and terrestrial ecosystems (Cui et al., 2013) and one of the most required nutrients for plant growth. Excessive and uncontrolled use of the nitrogen element as fertilizer leads to very serious environmental problems (Brevik et al., 2015; Vejan et. al., 2016). Since the 1960s, the use of nitrogenous fertilizers in agricultural land has started to increase and approximately 77 million tons of nitrogenous fertilizer were used worldwide in 1990, and up to 178 million tons of ammonia was produced in 2021 (Mordor Intelligence, 2021). In Turkey, the use of fertilizers was 6.3 million tons

and 31% of this was urea, 13% was diammonium sulfate, and 11% was ammonium sulfate (Anonymous, 2018). Besides chemical fertilizers, one of the major sources of nitrogen in the soil is the mineralization of organic matter and plant residues (Brady, 1996; Ünlü et al., 1999, Abbasi et al., 2015). Urban wastes (such as sewage) can also be sources of nitrogen for the soil (Alvarenga et al., 2016).

The natural abundance of ^{15}N of plants and soils has been used for gaining information into changes in nitrogen cycling (Högberg 1997; Robinson 2001; Vitousek 2004). Nitrogen isotopes provide information about the origin of nitrogen in the environment (forms of N sources) and the processes in which the N has participated (e.g., nitrification and denitrification) (Hyodo et al., 2013). $\delta^{15}\text{N}$ is used as an important indicator in determining the nitrogen dynamics in the ecosystem. The values of $\delta^{15}\text{N}$ vary according to the source of N. The $\delta^{15}\text{N}$ values of chemical fertilizers range from 0 to 5 ‰ and if $\delta^{15}\text{N}$ values are greater than 10 ‰ manure can be the primary N source. The nitrate originating from sewage is around $\delta^{15}\text{N} + 20\text{‰}$ and is very different from chemical fertilizers (Clark and Frits, 1997).

The aim of this study was to determine soil nitrogen changes depending on the season and cropping patterns and to identify the possible sources of soil nitrogen by using the natural isotope technique in the Troy area. For this purpose, soil samples were taken during three different periods (December 2002, April 2003, and July-2003) at 51 points in Çanakkale-Kumkale Plain (Troy). Soil N and $\delta^{15}\text{N}$ analyses were conducted to determine the spatial and temporal distribution of soil nitrogen and $\delta^{15}\text{N}$.

Materials And Methods

Study area

The study area is the Kumkale plain within the Troy National Park boundaries and covers an area of approximately 5260 ha (Figure 1). The national park is one of the most important and ancient archaeological sites in the northwest of Türkiye. The study area consists of flat, very lightly steep slopes with a slope of 0-3%. The soil texture classes in the surface layer of the study area varies from sandy to clay. According to Soil Survey Staff (1999), these soils were classified as Xerofluvents and Haploxererts; According to WRB (2006), it is classified as Fluvisol and Vertisol. Major crop types used in the rotation are wheat, corn, cotton, and tomatoes (Figure 2) in the region. The annual average precipitation of the research site was 600 mm and the annual mean temperature was 15.2 °C and it was located within the extensions of the Mediterranean climate zone.

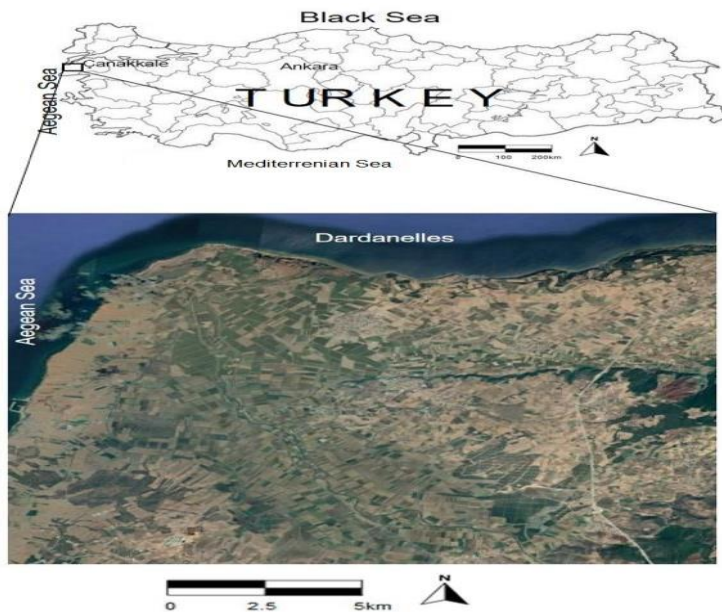


Figure 1. Map of the study area

Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası

Soil sampling and analysis

Soil samples were taken from 0-25 cm depths at three different times considering fertilizing and harvesting periods (December 2002, April 2003, and July 2003) from the same sampling points (Figure.3). The sampling points were determined by evaluating the aerial photographs, contours in the topographical map, and the large soil group map. The Global Position System (GPS) was used to record the location (in longitude and latitude) of the sampling points.

During the study, ArcView3.2 Geographic Information System software (GIS) was used to create terrestrial maps. Additionally, a 1/25000 scale topographical map, 1/30000 scale aerial photographs belonging to 1967, and a Soil Map of 1/100000 scale, have been used.

A total of 153 soil samples from 51 sampling points were taken and analyzed (Figure 3). The soil samples were air-dried at room temperature and sieved through a 2 mm sieve. Soil textures were determined by the Hydrometer method (Gee and Bauder, 1986). Soil samples were mixed with distilled water (1:2.5 soil: water ratio) and pH (Soil Survey Staff, 1996) and electrical conductivity (EC) values were determined (Soil Survey Staff, 1996). Cation exchange capacity (CEC) was determined by using sodium acetate (Chapman, 1965). Soil CaCO₃ content was measured by the Scheibler method (Schlichting and Blume, 1966).

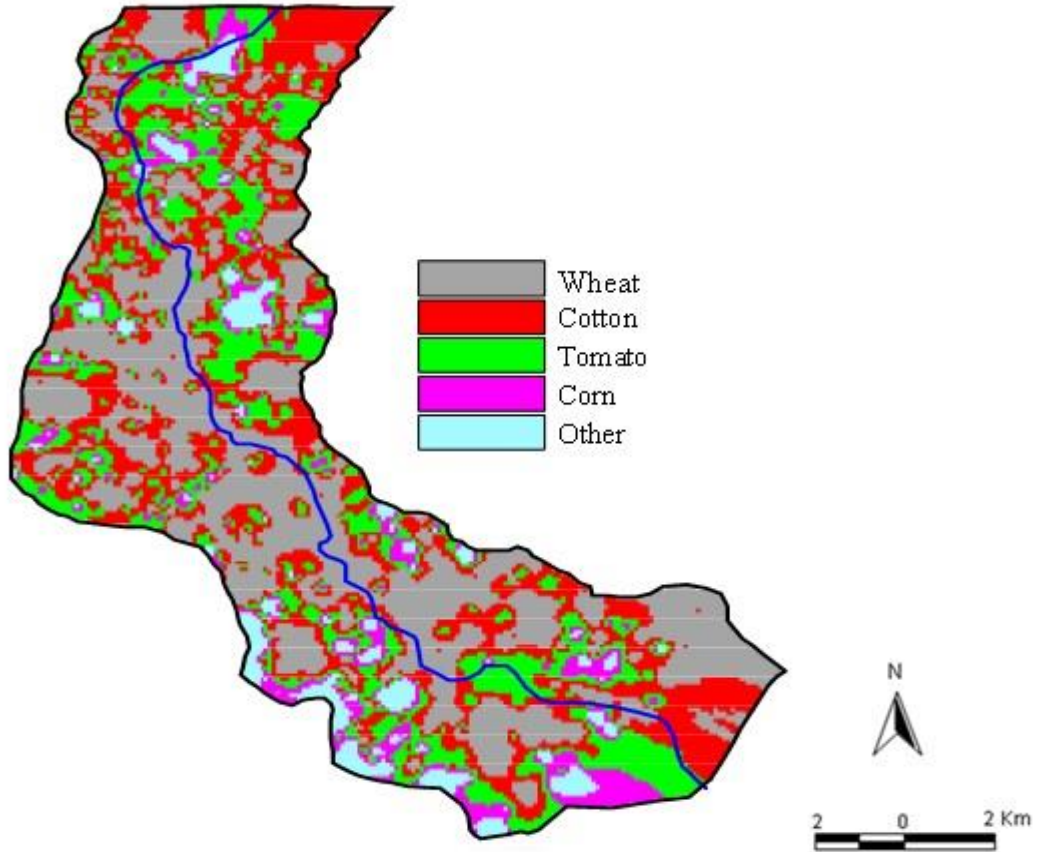


Figure 2. Cropping map in the study area (July)
Şekil 2. Çalışma alanının ekim haritası (Temmuz)

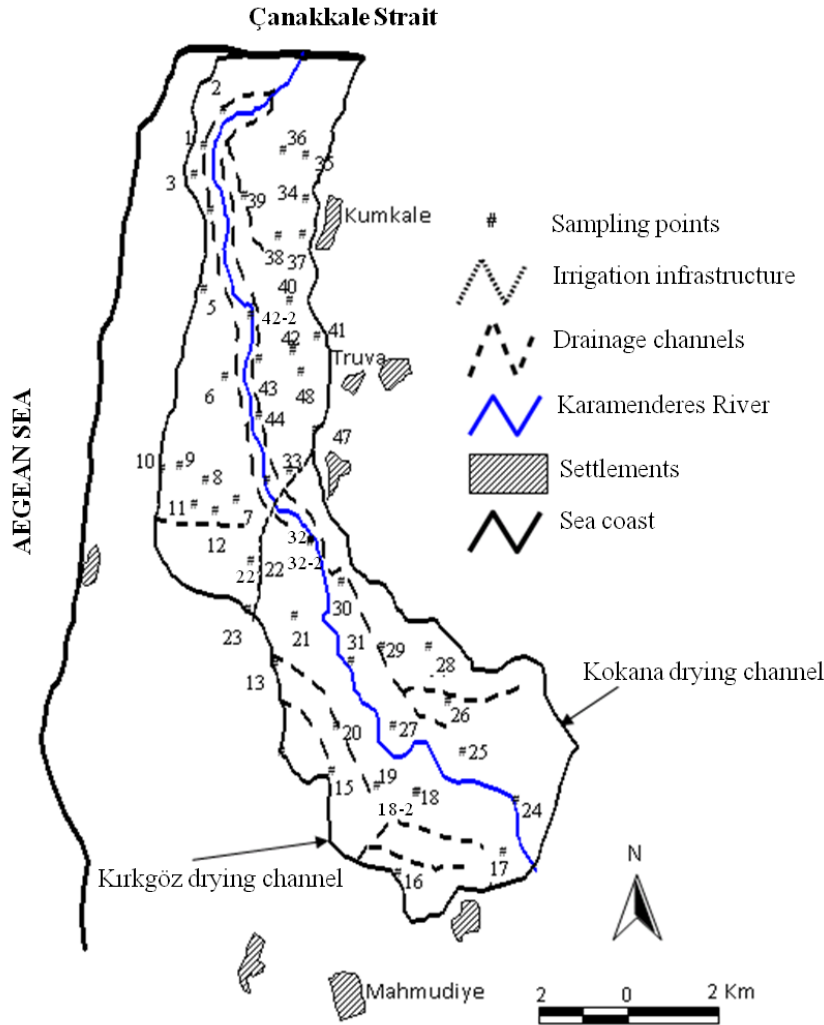


Figure 3. Soil sampling points at the study site
Şekil 3. Çalışma alanında toprak örnekleme noktaları

Total N, C and ¹⁵N analysis

The analyzes were carried out in the isotope laboratories of the Crop and Soil Science Department of Michigan State University, USA. The soil samples were air-dried and then sieved from 2 mm sieves. After finely grinding soils were weighed into the tin capsules nearest 0.0001 g. The total SOC and N values of the samples were determined according to the dry combustion method using the Carlo Erba C / N / H NA 1500 analyzer (Kirsten, 1983). Soil ¹⁵N analysis was conducted by using the EuropaScientific mass spectrometry model 2020 (IRMS). Calculations are made according to Yoneyama (1996).

¹⁵N contents of soils were calculated according to equation (1)

$$\delta^{15}\text{N} = (R_{\text{sample}} - R_{\text{standard}}) / R_{\text{standard}} \times 1000 \quad \text{equation (1)}$$

R_{sample} is the ¹⁵N/¹⁴N ratio of a soil sample and R_{standard} is the ¹⁵N/¹⁴N ratio of the standard atmospheric N₂

$$^{15}\text{N}\% (\text{atmosphere}) = 0.366303$$

Descriptive statistical analyzes of samples were done using SPSS (1988) program.

Results and Discussions

Descriptive statistics of some physico-chemical properties in soil samples are presented in Table 1. Soil pH values ranged from 7.1 to 8.01 with a mean of 7.52 which were classified as neutral and slightly alkaline. EC values were in the range of 30-320 µScm⁻¹, with a mean of 67 µScm⁻¹ and it was determined that these values did not indicate any salinity problems for agricultural production.

Table 1. Descriptive statistics for soil samples taken in December 2002.

Çizelge 1. Aralık 2002'de alınan toprak örnekleri için tanımlayıcı istatistikler.

Soil properties	Minimum	Maximum	Mean	C.V. (%)
pH	7.10	8.01	7.52	2.9
EC (µS/cm)	30	320	67	60
Soil organic carbon (%)	0.05	2.28	0.78	60
CaCO ₃ (%)	0.17	12.68	3.50	81
Clay (%)	8.13	54.29	24.87	41
Silt (%)	6.8	51.7	34.30	29
Sand (%)	7.8	78.13	40.80	39
CEC (cmol/kg)	3.04	30.12	11.54	38

The area is alluvial land and such soils often show large variations in their properties over short distances (Dengiz, 2020). There were high variations in soil properties (EC, SOC, CaCO₃, clay, silt, and sand) (Table 1).

Soil Nitrogen

The total N (TN) of soils was less than 0.3% in the majority of the area. The lowest TN value was 0.053% which was sampled in December (sample number 9) while the highest value was 0.33% which was sampled in July (sample number 19) in the pasture where the total organic carbon (TOC) value of this land reached 3.56% (Figures 4 and 5).

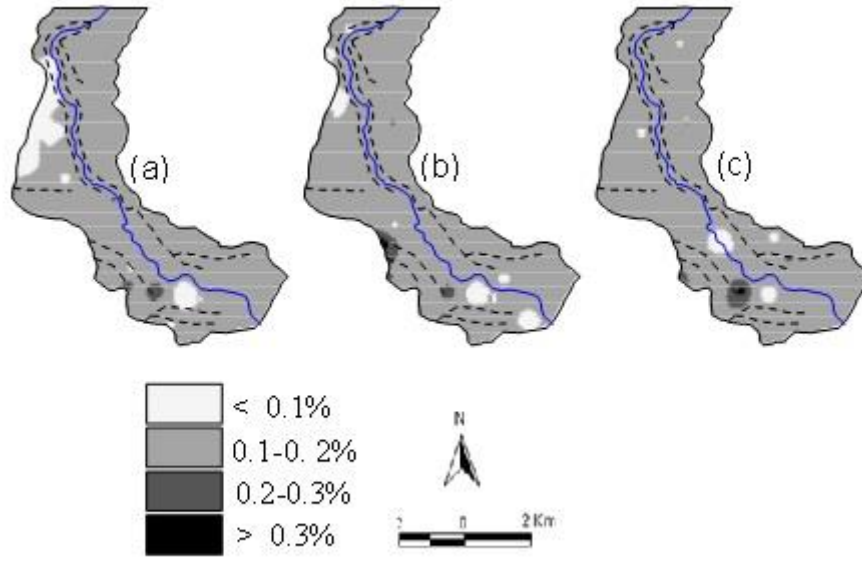


Figure 4. Changes of soil N concentrations in the study area (a: December-2002; b: April-2003; c: July-2003)

Şekil 4. Çalışma alanındaki toprak N konsantrasyonlarındaki değişimler (a: Aralık-2002; b: Nisan-2003; c: Temmuz-2003)

Since July is a drier month than April and December, it was thought that the amount of leaching from the soil is relatively less. The highest amount of $\text{NH}_4\text{-N}$ has been observed in the vegetable field ($640 \text{ kg NH}_4\text{-N ha}^{-1}$) where the nitrate content of this soil was $50 \text{ kg NO}_3\text{-N ha}^{-1}$ (Table 2) and SOC concentration was 3.56%. Sunflower planted and fertilized agricultural soils (sample 26) had also high (560 kg N ha^{-1}) inorganic nitrogen content which consist of $330 \text{ kg ha}^{-1} \text{ NH}_4$ and $230 \text{ kg ha}^{-1} \text{ NO}_3$. The high amount of nitrate content in the soil (number 37) sample taken after the tomato harvest was an indication of excessive commercial fertilization in these areas.

According to the results of total nitrogen and inorganic nitrogen analysis in July soil samples, a significant part of the inorganic nitrogen was ammonium. However, at the sampling points 41, 44, 45, 48, and 42-2, all of the inorganic nitrogen was nitrate (Table 2). Soil textures in these locations were loam and sandy loam and due to coarse texture and adequate aeration, the nitrate-N form was dominant. Since July is the dry season in this area, nitrate leaching did not occur, and nitrate remained in the soil. The content of inorganic nitrogen in soils varies according to the differences in soil characteristics (especially texture), land use types, and management techniques. The presence of areas where inorganic nitrogen exceeds 5% indicates excessive nitrogen fertilization in these areas.

Table 2. Soil inorganic nitrogen contents, $\delta^{15}\text{N}$ values, and crop types
Çizelge 2. Toprak inorganik azot içerikleri, $\delta^{15}\text{N}$ değerleri ve bitki türleri

SN*	ST	NH ₄		NO ₃	TIN*	δ ¹⁵ N			Crops		
		kg ha ⁻¹				‰					
		July	Dec.	April	July	December	April	July			
1	CL	190	40	230	8.2	5.3	5.4	Wheat	Wheat	Wheat	
2	CL	100	150	250	16.9	1.6	6.2	Cotton		Tomato	
3	L	90	200	290	6.1	-0.3	4.1	Tomato		Tomato	
4	L	90	160	260	5.5	0.3	4.9	Cotton		Cotton	
5	SL	110	120	230	5.7	12.4	5.8	Cotton		Cotton	
6	CL	110	30	140	5.6	2.5	5.0	Wheat	Wheat	Wheat	
7	SCL	80	50	130	7.2	17.2	6.2	Wheat		Cotton	
8	L	110	30	140	7.5	1.5	5.9	Wheat	Wheat	Wheat	
9	L	100	120	220	2.1	8.4	6.8	Wheat		Cotton	
10	C	90	90	190	7.8	3.6	5.9	Sunflower		Corn	
11	C	120	30	150	8.0	4.7	8.7	Wheat	Wheat	Wheat	
12	CL	160	60	220	7.1	3.9	5.9	Sunflower	Crops	Wheat	
13	CL	100	50	150	8.2	8.9	5.8	Cotton		Cotton	
14	C	60	80	140	6.8	5.3	9.2	Sunflower		Corn	
15	L	170	60	230	6.9	7.9	6.6	Vegetable		Corn	
16	SiC										
16	L	140	160	300	8.8	6.8	6.7	Corn		Vegetable	
17	SL	90	20	110	5.9	4.0	5.7	Vegetable		Cotton	
18-1	SL	60	30	90	5.2	6.6	9.0	Poplar	Poplar	Poplar	
18-2		90	70	160	5.4	7.7	9.1	Cotton		Cotton	
19	CL	640	50	690	7.7	4.3	5.8	Vegetable	Vegetable	Vegetable	
20	L	120	150	260	6.9	5.4	7.4	Cotton		Cotton	
21	L	100	60	160	7.6	4.8	6.4	Cotton	Wheat	Wheat	
22	SCL	110	40	160	7.6	6.8	7.2	Cotton		Tomato	
23	SiC	250	60	320	6.2	5.7	6.1	Cotton	Wheat	Wheat	
24	SL	90	10	110	9.6	6.3	6.0	Wheat	Wheat	Wheat	
25	SL	60	100	160	7.4	7.3	6.7	Vegetable		Cotton	
26	L	330	230	560	7.2	4.7	7.9	Wheat	Sunflower	Sunflower	
27	SL	80	30	110	6.4	9.7	6.6	Vegetable	Wheat	Wheat	
28	CL	90	20	110	6.6	5.6	6.2	Cotton	Wheat	Wheat	
29	CL	70	60	130	6.8	6.3	6.5	Vegetable		Sunflower	
30	L	110	20	130	6.9	7.6	6.5	Wheat	Wheat	Wheat	
31	L	110	30	150	7.4	9.2	5.3	Cotton		Cotton	
32-1	L	110	80	200	5.5	4.8	5.0	Vegetable		Cotton	
32-2	L	100	30	130	10.3	3.4	4.9	Wheat	Wheat	Wheat	
33	SL	90	190	280	6.3	6.3	7.3	Cotton		Cotton	
34	CL	160	40	200	6.8	6.4	6.5	Vegetable	Vegetable	Tomato	
35	CL	90	20	110	6.4	8.0	9.5	Wheat	Wheat	Wheat	
36	L	80	100	180	6.3	6.9	6.8	Corn		Cotton	
37	CL	60	330	400	6.3	6.5	6.8	Tomato		Cotton	
38	L	10	120	130	5.4	8.8	6.7	Cotton		Tomato	
39	CL	120	30	150	7.5	7.3	7.8	Wheat	Wheat	Wheat	
40	L	30	10	30	8.3	7.8	13.4	Wheat	Wheat	Wheat	
41	L	0	10	10	6.6	7.1	6.7	Wheat	Wheat	Wheat	
42-1	CL	160	10	170	-	8.9	8.8	Pasture	Pasture	Pasture	
42-2	SiC										
42-2	L	0	260	260	9.2	8.7	9.4				
43	L	90	60	150	11.0	13.6	11.6	Cotton		Cotton	
44	SL	0	70	70	18.0	6.9	7.8	Cotton		Sunflower	
44	SiC										
44	L	0	40	40	4.6	7.6	8.5	Cotton		Sunflower	
46	L	60	180	230	6.1	7.8	8.0	Tomato		Corn	
47	L	30	30	50	5.5	8.2	13.5	Wheat		Cotton	
48	L	0	90	90	6.7	6.9	7.2	Wheat		Cotton	

• SN: Sample number; ST: Soil texture; TIN: Total Inorganic Nitrogen

Soil organic carbon (SOC)

The majority of soil SOC values were in the range of 1-2% while in some sampling points it exceeded >2 (Figure 4). Soil SOC was greater than %3 in numbers 19 (July sampling) and 24 (December, April, and July samplings). Similar to TN values, SOC values were also high in pasture soils where average SOC values in April and in July, were twice more than those of agricultural areas. The destruction of macroaggregates by tillage leads to an increase in the organic carbon required for microorganisms and as a result of increased microbial activity the SOC decreases in agricultural areas (Jastrow, 1996; Six et al., 1998). In general, there is an important relationship between total carbon and total nitrogen in the soil, and C:N ratio is the most important parameter used in defining this relationship. C:N ratios were between 9 and 19 in April and in July and between 9 and 23 in December (Figure 5). The incorporation of residues of high C:N ratio (>30) would favor immobilization at the first stage of decomposition. When C:N ratio is smaller than 20, the mineral nitrogen usually goes to the free state in the first stage of the decomposition process (Güzel, 1982). The C:N ratio of soils appears to be very low in July (Figure 6c) and higher in December (Figures 6a and b). One of the reasons for the high C:N ratio of soil in December is the addition of plant residues to the soil after harvest. The reason for the low C:N ratio in July was the application of inorganic N fertilizers and organic matter mineralization (samples of 3, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 20).

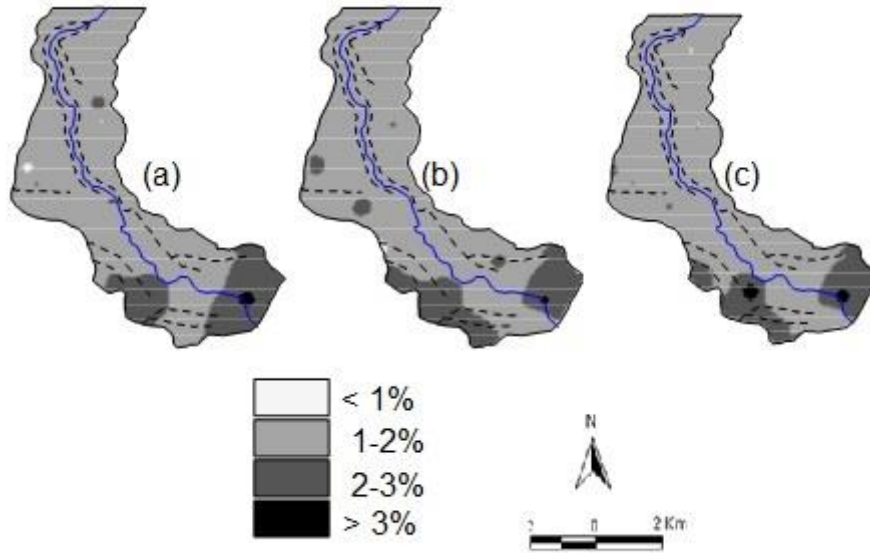


Figure 5. Soil organic carbon concentration changes during the year (a: December 2002; b: April 2003; c: July 2003)

Şekil 5. Toprak organik karbon konsantrasyonu değişimleri (a: Aralık 2002; b: Nisan 2003; c: Temmuz 2003)

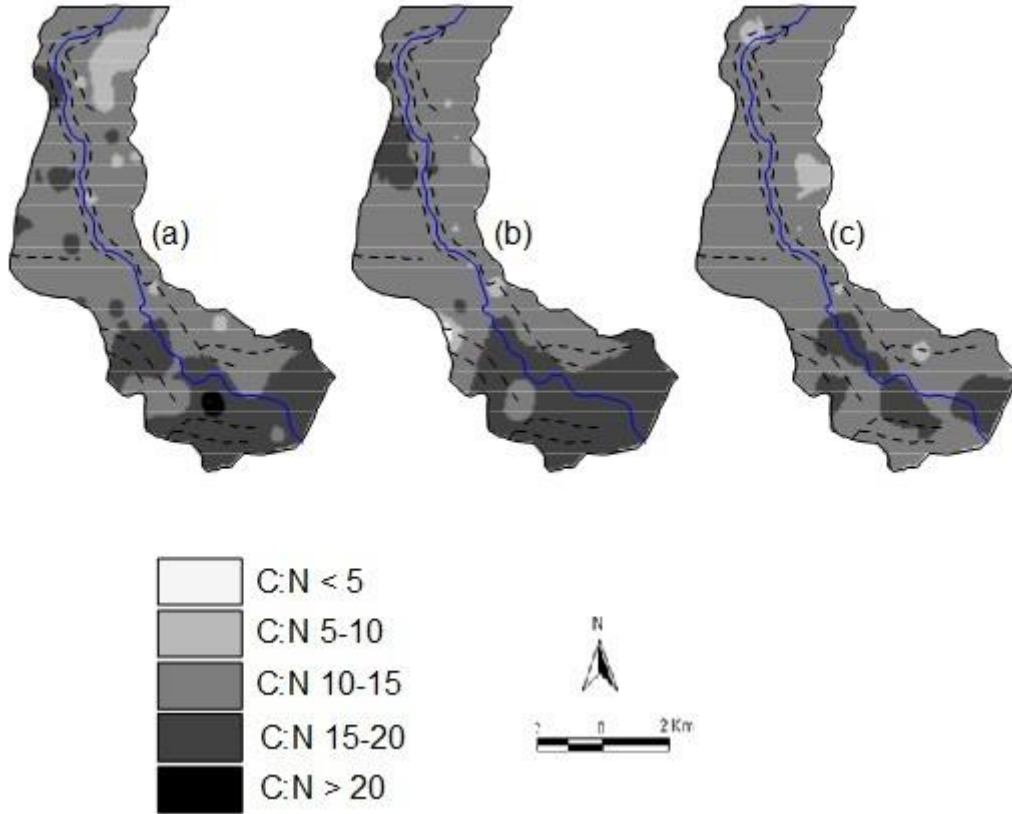


Figure 6. Soil C:N changes during the year (a: December 2002; b: April 2003; c: July 2003)
Şekil 6. Toprak C:N değişimleri (a: Aralık 2002; b: Nisan 2003; c: Temmuz 2003)

Soil $\delta^{15}\text{N}$

The results of soil $\delta^{15}\text{N}$ analysis in the study area are presented in Table 2. A total of 14 soil samples had $\delta^{15}\text{N}$ values below 5‰ in April (Table 2) indicating that the source of nitrogen in these soils was inorganic N fertilization. The amount of soil nitrogen derived from inorganic N fertilizers was mainly present in cotton, wheat, and tomato-grown soils in April.

In December, it was determined that most of the soil $\delta^{15}\text{N}$ had both organic and mineral origins while few of them derived from inorganic N fertilizers such as samples 9 (tilled wheat stubble) and 45 (cotton stubble). The origin of organic N is the mineralization of harvest residues in the field. Excessive commercial fertilizer found in cotton stubble fields indicates that too much nitrogen fertilizer has been applied to cotton plants. The value of soil $\delta^{15}\text{N}$ values increased in July because of enhanced organic matter mineralization and only three locations (3, 4, and 322) had a value of $\delta^{15}\text{N} < 5\text{‰}$. In these areas, excessive soil inorganic N was found after the cultivation of wheat, tomatoes, and cotton plants. The $\delta^{15}\text{N}$ values of chemical fertilizers range from 0 to 5 ‰ (Figure 7). According to the literature, as the N resulting from chemical fertilizers increases, the value of $\delta^{15}\text{N}$ approaches zero (Shearer and Kohl, 1989; Van Kessel et al., 1994 Högberg, 1997). Vitoria et al. (2005) reported that total nitrogen isotopic compositions ($\delta^{15}\text{N}$ total) were very similar for all types of N fertilizers, ranging from -1.7 to +3.9‰ with a mean of +0.0‰. During the production of chemical nitrogenous fertilizers, atmosphere N_2 is converted to NH_3 form by combining with hydrogen at high temperatures then NH_3 is oxidized and converted into NO_3 . For this reason, $\delta^{15}\text{N}$ values of chemical fertilizers are similar to atmosphere $\delta^{15}\text{N}$ values (Clark and Fritz, 1997).

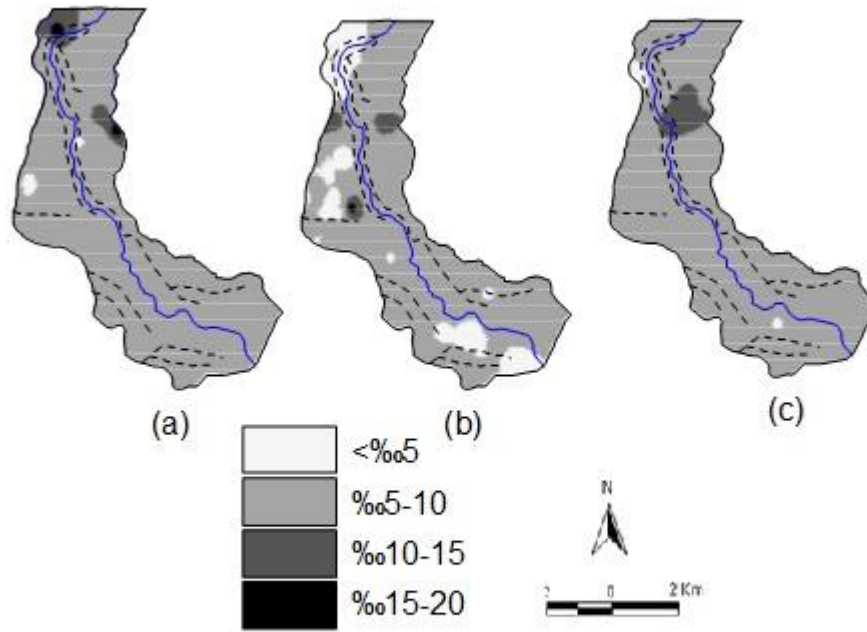


Figure 7. Soil $\delta^{15}\text{N}$ content changes during the year (a: December 2002; b: April 2003; c: July 2003)
Şekil 7. Toprak $\delta^{15}\text{N}$ içeriklerinin değişimi (a: Aralık 2002; b: Nisan 2003; c: Temmuz 2003)

The $\delta^{15}\text{N}$ values of the great majority of soils were between 5 and 10‰ (Table 2, Figure 7). In this case, the nitrogen was derived from organic materials such as plant residues, microbial biomass nitrogen, and organic fertilizers (Figure 7). If the total nitrogen content of the soil is low but the value of $\delta^{15}\text{N}$ is high ($>10\text{‰}$) (Figure 4), the nitrogen source may be animal manure (Figure 7). The main source of soil nitrogen of sampling points 5 (cotton stubble), 7 (wheat stubble) and 43 (wheat stubble) were animal manure in April. Samples 2, 43, 44, and 322 (wheat stubble) in December and 40, 43, and 47 (wheat stubble) in July had similar N sources. This situation is thought to be a result of animal grazing in these fields after harvest. Increased $\delta^{15}\text{N}$ values in soils with the application of animal manure have been reported previously (Wagner, 1991). Bol et al. (2005) reported that except for animal manure based on alfalfa hay diets, manure $\delta^{15}\text{N}$ value averaged 5.8‰. The variations of $\delta^{15}\text{N}$ values with respect to sampling points in three different periods, under different land use types and soil management techniques, are presented in Figure 7. Soil $\delta^{15}\text{N}$ value is generally higher in December than those in April. The reason for high $\delta^{15}\text{N}$ values in December was probably decomposing plant residues while low values in April were due to the use of excess mineral fertilizers for cotton, maize, tomato, pepper, sunflower, and wheat.

The $\delta^{15}\text{N}$ values of the soil samples taken from the north part of the area (dark sections) were $> 10\text{‰}$ (Figure 6). Previous research showed that there was a positive and significant relationship between NO_3^- and Cl^- ions in the soil sampled from the same sampling points ($r^2 = 0.85$) (Ozcan and Kavdir, 2005). These values indicate that sewage water may be leaked here since nitrate originating from sewage has an average $\delta^{15}\text{N}$ is around + 20‰ and is very different from chemical fertilizers (Figure 8).

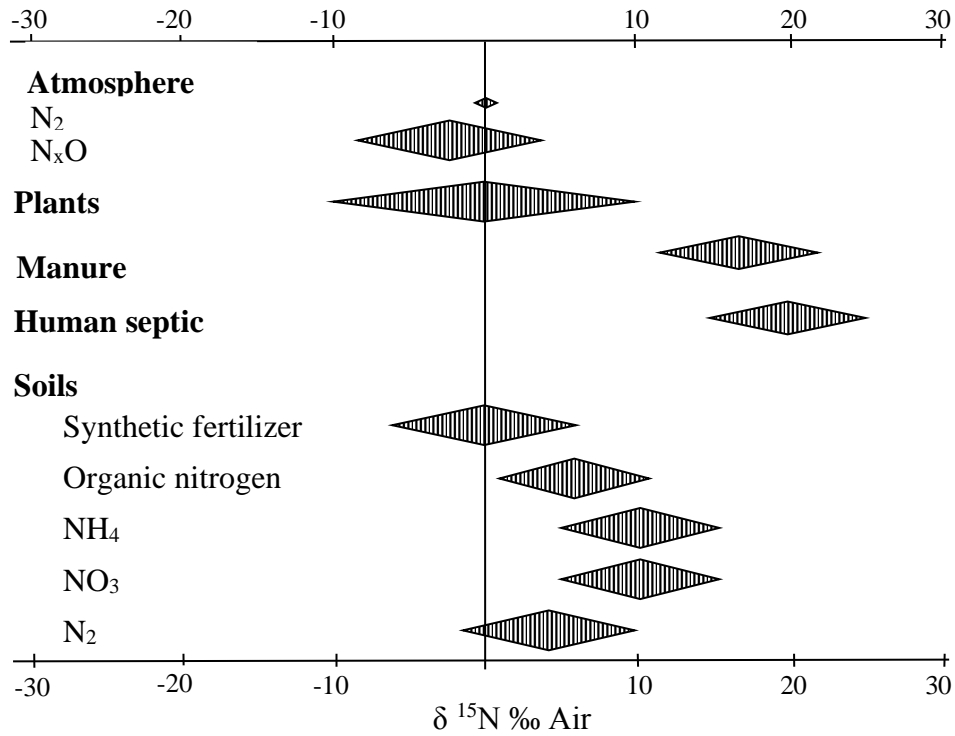


Figure 8. $\delta^{15}\text{N}\%$ values of selected natural sources (Clark and Frits, 1997)
Şekil 8. Seçilen doğal kaynakların $\delta^{15}\text{N}\%$ değerleri (Clark ve Frits, 1997)

Conclusion

According to study results, the highest amount of $\text{NH}_4\text{-N}$ has been observed in the vegetable field ($640 \text{ kg NH}_4\text{-N ha}^{-1}$) where the nitrate content of this soil was $50 \text{ kg NO}_3\text{-N ha}^{-1}$ and SOC concentration was 3.56%. Total nitrogen and inorganic nitrogen analysis in July soil samples showed that a significant part of the inorganic nitrogen was in the form of ammonium in the region while the inorganic N amount varied according to soil texture, land use, and soil management techniques. Pasture lands had the greatest SOC contents in all land use types while most of the SOC values were between 1-2% in the area. The C:N ratio of soils was higher in December due to the incorporation of carbon-rich residues into the soil after harvest. The reason for the low C:N ratio in April and July was the application of inorganic N fertilizers in spring and organic matter mineralization in summer. The $\delta^{15}\text{N}$ values of the soils were generally between 5 and 10‰ indicating that nitrogen was derived from organic materials such as plant residues, microbial biomass nitrogen, and organic fertilizers. Soil $\delta^{15}\text{N}$ value was generally higher in December probably due to decomposing plant residues while low values in April indicate the use of excessive mineral N fertilizers.

Acknowledgement: This study was supported by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK 102Y031).

Authors contribution statement

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that there is no conflict of interest between them.

References

Abbasi, M. K., Tahir, M. M., Sabir, N., and Khurshid, M., 2015. Impact of the addition of different plant residues on nitrogen mineralization-immobilization turnover and carbon content of a soil incubated under laboratory conditions. *Solid Earth*. 6(1): 197-205.

- Alvarenga, P., Farto, M., Mourinha, C., and Palma, P., 2016. Beneficial use of dewatered and composted sewage sludge as soil amendments: behavior of metals in soils and their uptake by plants. *Waste and Biomass Valorization*. 7(5), 1189-1201.
- Anonymous, 2018. TAGEM, Fertilizer Industry Policy Document. 2018-2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/G%C3%BCbre%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> (Last accessed on Oct 1, 2022)
- Bol, R., Eriksen, J., Smith, P., Garnett, M. H., Coleman, K., and Christensen, B. T., 2005. The natural abundance of ^{13}C , ^{15}N , ^{34}S and ^{14}C in archived (1923–2000) plant and soil samples from the Askov long term experiments on animal manure and mineral fertilizer. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 19(22): 3216-3226.
- Brady, N.C., 1996. *The Nature and Properties of Soils* (Tenth Edition). Macmillan Press, Tenth Edition HB, ISBN 0023133619.
- Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., and Van Oost, K., 2015. The interdisciplinary nature of Soil. *Soil* 1(1): 117-129.
- Chapman, H.D., 1965. Cation Exchange Capacity: Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison pp. 891–901.
- Clark, I. and P. Fritz., 1997. *Environmental Isotopes in Hydrogeology*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Cui, S., Shi, Y., Groffman, P. M., Schlesinger, W. H., and Zhu, Y. G., 2013. Centennial-scale analysis of the creation and fate of reactive nitrogen in China (1910–2010). *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 110(6): 2052-2057.
- Dengiz, O., 2020. Soil quality index for paddy fields based on standard scoring functions and weight allocation method. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(3): 301-315.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, p.383- 411.
- Güzel, N., 1982. Toprak Verimliliği ve Gübreler. (Edi. By Samuel L. Tisdale and Werner L. Nelson) Çeviri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:168, Ders Kitabı No:13. Adana (in Turkish).
- Högberg, P., 1997. ^{15}N natural abundance in soil–plant systems, *New Phytol.* 137: 179–203.
- Hyodo, M., Li, Y., Yoneda, J., Nakata, Y., Yoshimoto, N., Nishimura, A., and Song, Y., 2013. Mechanical behavior of gas-saturated methane hydrate-bearing sediments. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 118(10): 5185-5194.
- Jastrow, J.D., 1996. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral associated organic matter. *Soil Biol. Biochem.* 28: 665–676.
- Kirsten, W.J., 1983. *Organic elemental analysis*. Academic Press, New York, NY.
- Mordor Intelligence. Ammonia Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2021-2026). <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/ammonia-market> (Last accessed on Oct 1, 2022)
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. In: Page, A. L., et al (eds) *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties*, 2nd ed. ASA, SSSA, Madison, WI, pp. 181–197.
- Ozcan H. and Kavdir, Y., 2005. GIS monitoring and evaluation of nitrogen pollution in the waters of Troy, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14(1): 28-35.
- Robinson, D., 2001. $\delta^{15}\text{N}$ as an integrator of the nitrogen cycle. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(3): 153-162.
- Shearer, G., and Kohl, D.H., 1989. Estimates of N_2 fixation in ecosystems: the need for and basis of the ^{15}N natural abundance method. In: P.W. Rundel, J.R. Ehleringer and K.A. Nagy, Editors, *Stable Isotopes in Ecological Research*, Springer-Verlag, New York, pp. 342–374.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., and Doran, J.W., 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 1367–1377.
- Soil Survey Staff, 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42. Version 3.0, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Soil Survey Staff, 1999. *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. ISBN: 0936015829. Pocahontas Press, Incorporated. 600p.
- SPSS, 1988. *SPSS/PC+V.9.0. Base Manuel for the IBM PC/XT/AT and PS/2*, Marija and Moruis. SPSS Inc.
- Unlu, K., Özenirler, G., and Yurteri, C., 1999. Nitrogen Fertilizer Leaching from Cropped and Irrigated Sandy Soil in Central Turkey. *European Journal of Soil Science* 50: 609-620.
- Van Kessel, C., Farrell, R.E., Roskoski, J.P., and Keane, K.M., 1994. Recycling of the naturally occurring ^{15}N in an established stand of *Leucaena leucocephala*, *Soil Biol. Biochem.* 26: 757–762.
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., and Nasrulhaq Boyce, A., 2016. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability—a review. *Molecules*. 21(5): 573.
- Vitòria, L., Soler, A., Aravena, R., & Canals, A., 2005. Multi-isotopic approach (^{15}N , ^{13}C , ^{34}S , ^{18}O and D) for tracing agriculture contamination in groundwater. In *Environmental Chemistry* (pp. 43-56). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Vitousek, P., 2004. The Hawaiian Islands as a model ecosystem. In *Nutrient Cycling and Limitation: Hawai'i as a Model System*, 6–23. Princeton University Press.
- WRB, 2006. World Reference Base for Soil Resources. *World Soil Resources Reports No. 103* (FAO: Rome).
- Yoneyama, T., Muraoka, T., Boonkerd, N., Wadisirisuk, P., Siripin, S., and Kouno, K. 1990. Natural ¹⁵N abundance in shrub and tree legumes, Casuarina, and non-fixing plants in Thailand. *Plant Soil* 128: 287–294.

Reserach Article

Determination of Paddy Rice Parcels from RGB Satellite Images Using Image Processing Techniques

Hakan Nar¹  Selçuk Çetin²  Ünal Kızıl^{1*}  Gökhan Çamoğlu¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Digital Agriculture Laboratory, 17020, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 17020, Çanakkale

*Corresponding author: unal@comu.edu.tr

Received Date: 06.09.2022

Accepted Date: 06.11.2022

Abstract

The remote sensing technique is of great importance in agriculture in determining vegetation cover, monitoring its development, classification, and yield estimation. Various softwares, mathematical algorithms, and statistical approaches are used to make satellite images meaningful in remote sensing. In this study, it is aimed to determine the rice plant plots and areas by using the Augelab Studio software, which is a new approach in artificial intelligence-supported image processing techniques. Using the RGB image covering an area of 2.5 km² obtained from Google Earth Pro, the classification of paddy rice fields and the calculation of these areas were made. Rice fields from parcels with different plant patterns were separated using Augelab Studio artificial intelligence image processing software using filtering blocks. The real areas of the other rice parcels were determined by the coefficient created by taking the pixel area values of some of the parcels whose total area is known as a reference. It is found that total areas of rice parcels in Augelab Studio and Google Earth Pro programs to be 79.8 and 80.1 hectares, respectively. It has been observed that the areas of the paddy rice parcels can be determined with high accuracy by using Augelab Studio.

Keywords: Image processing, Augelab studio, Remote sensing, Vegetation classification

RGB Uydu Görüntülerinden Çeltik Parsellerinin Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi

Öz

Uzaktan algılama tekniği tarımda, bitki örtüsünün belirlenmesi, gelişiminin izlenmesi, sınıflandırılması ve verim tahminlerinin yapılmasında büyük önem taşımaktadır. Uzaktan algılamada uydu görüntülerini anlamlı hale getirebilmek için çeşitli yazılımlar, farklı matematiksel algoritmalar ve istatistiksel yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yapay zekâ destekli görüntü işleme tekniğinde yeni bir yaklaşım olan Augelab Studio programı kullanılarak çeltik bitkisi parselleri ve alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Google Earth Pro'dan alınan 2.5 km²'lik alanı kaplayan RGB görüntü kullanılarak çeltik alanlarının sınıflandırılması ve bu alanların hesabı yapılmıştır. Farklı bitki desenine sahip parsellerden çeltik ekili alanlar Augelab Studio yapay zekâ görüntü işleme yazılımı kullanılarak filtreleme blokları kullanılarak ayrılmıştır. Gerçek alanı bilinen parsellerden bazılarının piksel alanı değerleri referans alınarak oluşturulan katsayı ile diğer çeltik parsellerinin gerçek alanları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, Augelab Studio ve Google Earth Pro programlarında çeltik parsellerinin toplam alanları sırasıyla 79.8 ha ve 80.1 ha olarak bulunmuştur. Augelab Studio kullanılarak çeltik parsellerine ait alanların yüksek doğrulukta belirlenebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, Augelab Studio, Uzaktan algılama, Bitki örtüsü sınıflandırılması

Introduction

The rapidly increasing world population puts many pressures on agricultural sector. It has become inevitable to use technology at the highest level to ensure the sustainability of agricultural production, increase yield, adapt to climate change, and reduce the labor requirementst (Zhai et al., 2020).

Remote sensing is the technique of detecting and monitoring the physical properties of an area by detecting the radiation reflected and emitted from an area from a certain distance through sensors placed on satellites, aircraft, or human aircraft and processing the obtained data. Today, all branches of science dealing with the earth use remote sensing (Caf, 2019). In the research, it has been determined that the use of satellite images in land cover determination studies provides ease of management in agricultural production. With the increase in the terrestrial resolution of satellite data, earth objects are displayed with more pixels and presented to users in more detail (Ersan and Başyigit, 2017). Remote sensing and geographic information systems are accepted as ideal tools used to provide the data and environment necessary for the determination and analysis of changes in land cover and use classes (Berberoğlu, 2003). One of the most important image processing techniques in remote sensing science is classification. Multiband image classification is one of the most used methods to obtain thematic information from remote sensing images (Özçalık et al., 2020).

Image processing is a computer-based technique used to extract meaningful results by processing measured or recorded electronic image data in a digital environment by the purpose. Today, it is used effectively in military, security, criminal analysis, robotics, traffic, newspaper, and mapping applications. The fact that the application produces fast and successful results at a low cost and is also suitable for automation is one of the remarkable features of image processing techniques (Ağın and Malaslı, 2016).

The image processing technique has an important role in agricultural production. Using this technique, the characteristics of the pixels that make up the image are determined and classified (Kavzoğlu and Çölkesen, 2010; Özçalık et al., 2020). Guijarro et al., (2011) used image processing techniques in their study for the classification of existing vegetation. First of all, researchers applying normalization in the existing color scale used the differences in the gray level corresponding to these parts in distinguishing the green parts from other areas. Thus, they successfully differentiated maize, barley, and perennial plants. Çetin et al., (2022) performed the counting of seeds belonging to two different plants, which are mixed in different numbers on a single image with machine learning methods in the Augelab Studio program, with 100% accuracy. In addition, they performed the classification with an accuracy rate of 96% to 100%. Shelestov et al., (2017) used images taken from the Landsat-8 satellite in their study in an area in Kyiv, Ukraine, using Google Earth Engine. As a result of processing the images, they classified 13 different products and reached 76.9% accuracy with the classification and regression tree (CART), which is one of the machine learning methods. This study aims to determine rice parcels and areas using Augelab Studio, an artificial intelligence-supported image processing software, which does not require any coding and is based on the principle of connecting function blocks using the drag and drop technique.

Material and Method

Study Area

The study was carried out on 298 parcels located in a total area of 2.5 km² within the borders of Yenice village (40°40'51"N, 26°08'21"E) in Edirne province, Enez district (Figure 1). The number of parcels in question was determined from the parcel inquiry application of the General Directorate of Land Registry and Cadastre.

Edirne province alone meets more than 40% of the rice production in Türkiye (TUIK, 2020; TEPGE, 2020). Enez, İpsala, Keşan, and Uzunköprü districts in the Meriç and Ergene Stream valleys are the places where the most intensive rice farming is conducted (Taşlıgil and Şahin, 2011).



Figure 1. Project area

Satellite Data and Software

The image dated 10/07/2019, which covers the vegetation period and is the least cloudy, was obtained from the Google Earth Pro in JPEG format as an RGB image containing different plant plots (wheat stubble, sunflower, bush, clover, apple orchard, pear orchard, pasture). This image was processed in Augelab Studio, necessary classifications were made and rice cultivated areas were calculated. This software enables the development of purpose-specific image processing and artificial intelligence control systems quickly and easily without the need for coding knowledge.

In Augelab Studio, complex library and coding tasks are integrated into ready-made function blocks. Therefore, knowing the logical sequence of operations to be performed during image processing is enough to perform analysis. When the function required for each operation is connected with a flow chart logic, the programming operation is carried out. It is also possible to create new blocks for different purposes with Augelab Studio. These blocks can be easily accessible with popular software languages and libraries such as Python, Pyside, OpenCV, Open GL, Scikit-Learn, Keras, Tensorflow, and YOLO (Çetin et al., 2022).

Development of the Block Model

As mentioned above, ready-made function blocks provided by the software are visually modeled by connecting in the classification and area calculation process. In this context, in the determination of rice parcels and areas, blocks were created and connections were provided according to the flow chart below (Figure 2).

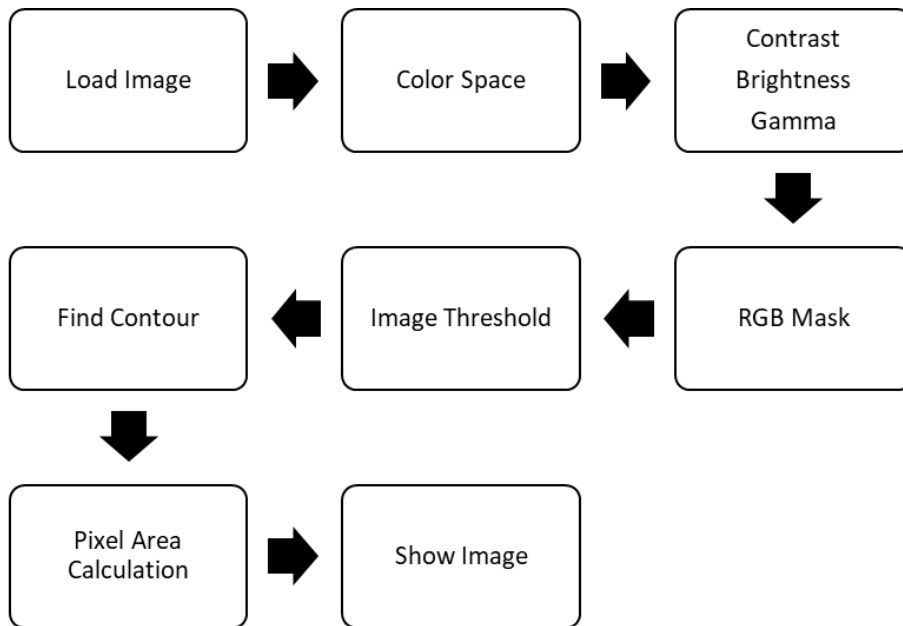


Figure 2. Application flowchart

Load image block provides loading of images to be processed. In Red Green Blue (RGB) mask, the most common color space, colors are represented by red, green, and blue components. RGB consists of a trio of colors. Each one can take a value between 0 and 255. This line is represented by black (0, 0, 0) and white (255, 255, 255) color range. RGB is used for masking using a "doped" color space (Stone, 2022).

The areas of the other rice parcels were determined by the coefficient created by taking the pixel values of some parcels whose total area is known as a reference. Three stage filtering blocks were used to separate the rice plots from other crop production plots. These are color space, contrast-brightness-gamma, and RGB masks, respectively (Figure 3).

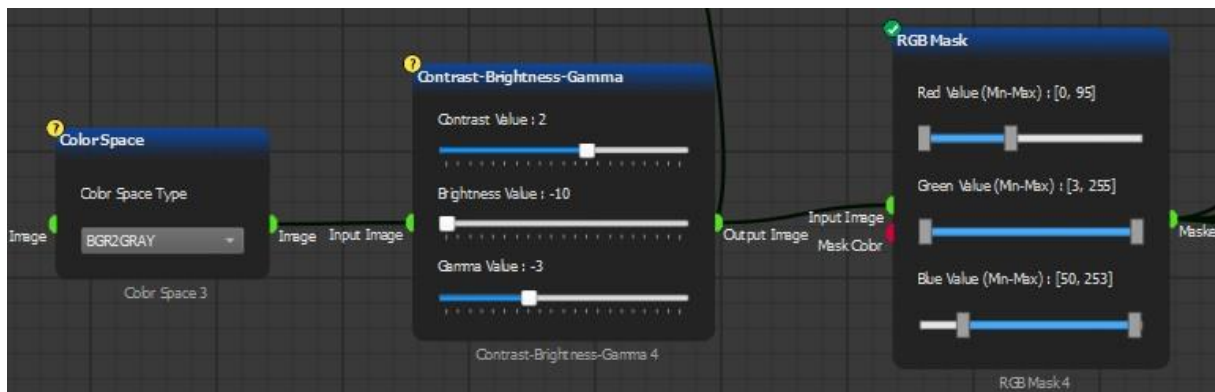


Figure 3. Color space, contrast-brightness-gamma, and RGB mask function blocks

Color space is the process of defining the desired color range in the spectrum of RGB values on a visual plane. Contrast-Brightness-Gamma block consists of 3 parts. The mid-tones disappear when the contrast setting is increased. The image has a higher proportion of dark or black and white or light tones with minimum mid-tones. When Brightness is adjusted, the entire tonal range in the image can be increased or decreased accordingly. Gamma is used to optimize the use of "bits" when processing an image, or the bandwidth used to carry an image, by taking advantage of the non-linear way humans perceive light and color (Grupta, 2021).

To ensure that the parcels in the image are paddy rice parcels, 2 agricultural enterprises producing paddy rice were contacted in that area, and the comparison was made and accuracy was determined. After these filters were applied, the rice parcels were visually separated from the other plant parcels as seen in (Figure 4).



Figure 4. Separation of rice parcels after filtering

Image threshold and find contour blocks are used to find and calculate the areas of rice parcels that appear after the filtered image (Figure 5). The Image threshold function block is a type of image segmentation where users change the pixels of the image to make it easier to analyze the image. Image threshold was used to convert an image to a color or grayscale binary form, in other words, only black and white (Anonymous, 2022).

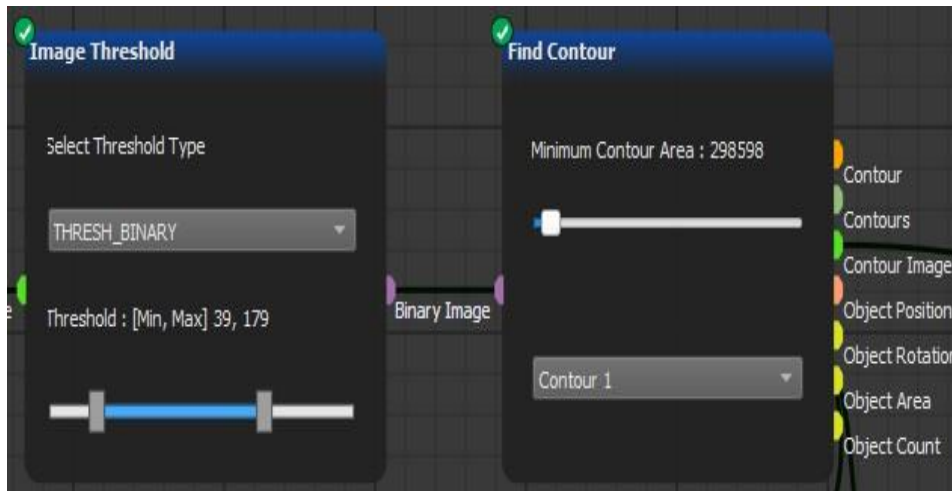


Figure 5. Image threshold and find contour

The find contour function block is used to find the size of the object of interest in shape analysis and object detection (Kumar, 2019). In Figure 6, the lines connecting all points along the border of an image with the same density (green line) are automatically divided into four areas.

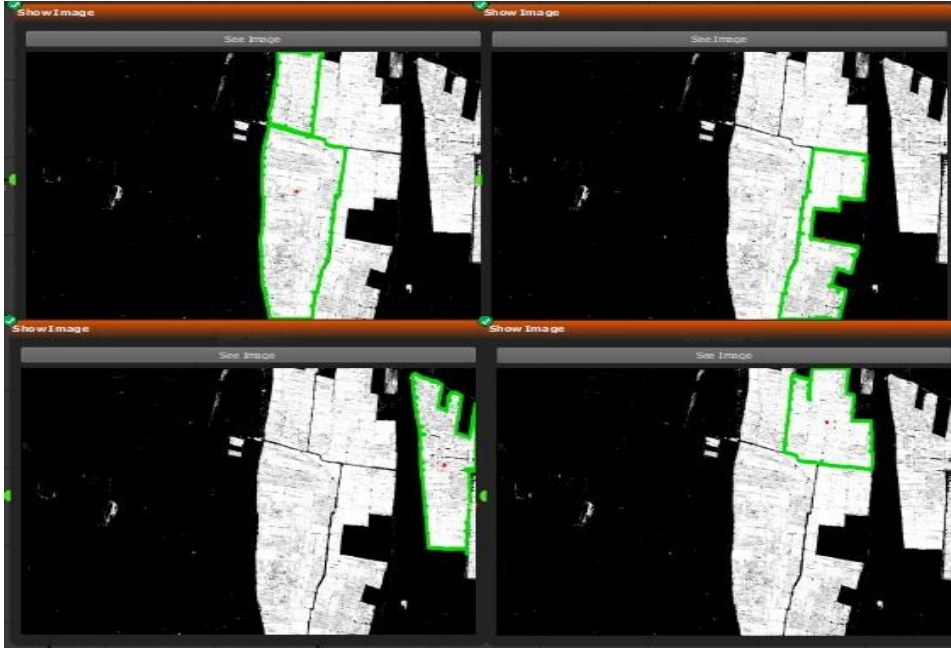


Figure 6. Paddy rice parcel fields in the image

The areas of the other rice parcels were determined with the object area value obtained from the Find contour function block, that is, the pixel area, and the coefficient created by taking the hectare values of some of the parcels whose total area is known as reference (Figure 7). As a result of this coefficient applied to other known parcels, the actual area values were determined.

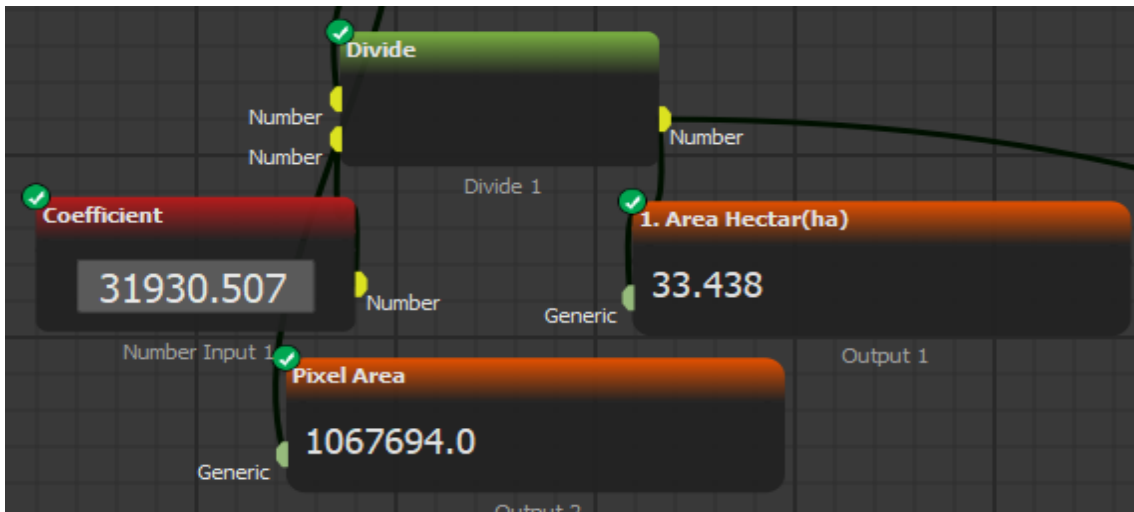


Figure 7. Calculation of areas of rice parcels

Results and Discussion

The raw view of the paddy rice parcels separated from other crop production areas is given in (Figure 8). From the image, it is seen that all the parcels in the rice planted area are separated from each other.

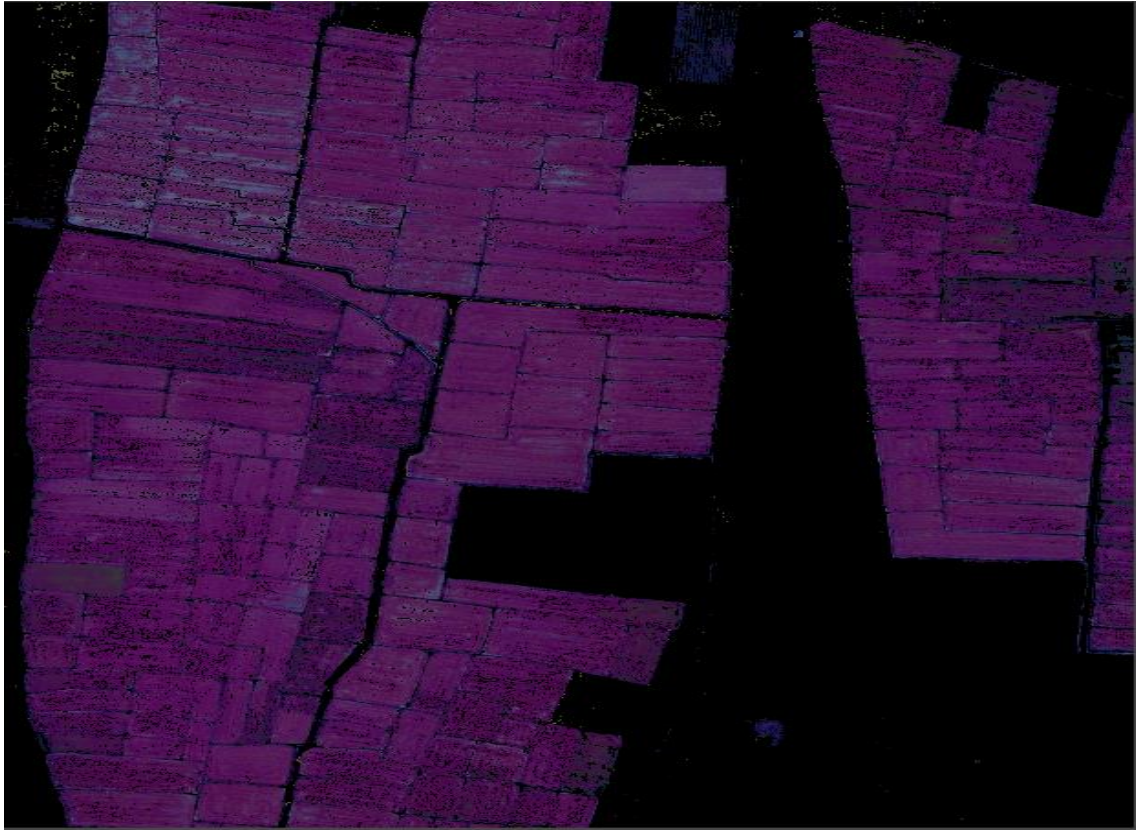


Figure 8. Image of rice parcels

The total area of 298 rice parcels in the study area was determined as 79.8 hectares in the Augelab Studio program. The total area in question was found to be 80.1 hectares in the measurements made on Google Earth Pro (Table 1).

Table 1. Augelab Studio and Google Earth Pro area calculations

Areas	Augelab Studio (ha)	Google Earth Pro (ha)
Contour 1	33.4	33.8
Contour 2	16.4	16.2
Contour 3	15.9	15.9
Contour 4	14.1	14.2
Total hectare (ha)	79.8	80.1

As can be seen, the software used can calculate parcel areas very precisely. It should be noted that the purpose here is not just to calculate plot areas. By determining the paddy rice planted areas with RGB images, the area measurements were also determined with the same algorithm. Avcı and Suna (2014) reported that they detected paddy rice parcels with high accuracy by using a pixel-based approach in their study on the detection of paddy rice parcels. Many different software were used in this study. However, it is seen that it is sufficient to determine the rice parcels using only Augelab Studio without the need for different software.

Conclusions

This study was carried out to determine rice parcels and fields by using the Augelab Studio program, which includes new approaches in artificial intelligence supported image processing technique. By using the Augelab Studio function blocks and filters from the satellite images of the relevant area, only the rice parcels were mapped and the area calculated. As a result of these calculations, all of the rice-grown plots could be determined accurately on RGB images using only

simple filtering functions. In addition, the total surface area of these parcels could be calculated with high accuracy.

It has been seen that the software used in the study will be very useful in production planning because it provides a user-friendly approach and can be accessed free of charge. In addition, since it allows real-time images to be processed instantly, it can also ensure that images obtained from unmanned aerial vehicles such as drones can be processed in a short time. In this context, it is planned to carry out studies in different areas such as disease detection and water stress determination by using instant drone images in the following stages.

Acknowledges: We would like to thank the Council of Higher Education for their support within the scope of the YOK 100/2000 priority fields doctoral scholarship.

Authors' Contributions

All authors have participated sufficiently in the work take responsibility for the content.

Conflicts of Interest Statement

The authors declare no competing interests.

References

- Ağın, O., Malaslı, M.Z., 2016. Görüntü işleme tekniklerinin sürdürülebilir tarımdaki yeri ve önemi: literatür Çalışması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12 (3): 199-206.
- Anonim, 2022. Image processing with python. <https://datacarpentry.org/image-processing/07-thresholding/> (Erişim tarihi: 08.07.2022).
- Avcı, Z.D.U., Sunar, F., 2014. Çeltik tarlalarının haritalanmasında çok-zamanlı radar uydu verilerinin kullanımı: Meriç (İpsala-Enez) havzası örneği. V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 14-17 Ekim, İstanbul.
- Berberoglu, S., 2003. Sustainable management for the eastern mediterranean coast of Turkey. Environmental Management, 31: 442-451.
- Caf, D., 2019. Bir durum çalışması: tarımsal ürünlerin uzaktan algılama ile tespiti. Journal of Agriculture, 2 (2): 80-91.
- Çetin, S., Nar, H., Kızıl, Ü., 2022. Counting and classification of seed using machine learning methods. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1): 55-62.
- Ersan, R., Başayığıt, L., 2017. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde farklı görüntü işleme yöntemleri ile yağ gülü parsellerinin belirlenmesi. Journal of Agricultural Sciences, 23 (1): 22-33.
- Grupta, S.K., 2021. Changing the contrast and brightness of an image using python-opencv. <https://www.geeksforgeeks.org/changing-the-contrast-and-brightness-of-an-image-using-python-opencv/> (Erişim tarihi: 07.07.2022).
- Guijarro, M., Pajares, G., Riomoros, I., Herrera, P.J., Artizzu, X.P.B., Ribeiro, A., 2011. Automatic segmentation of relevant textures in agricultural images. Computers and Electronics in Agriculture, 75: 75-83.
- Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ., 2010. Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması: Kocaeli örneği. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2 (1): 36-45.
- Kumar, S., 2019. Find and draw contours using opencv | python. [https://www.geeksforgeeks.org/find-and-draw-contours-using-opencv-python.](https://www.geeksforgeeks.org/find-and-draw-contours-using-opencv-python/) (Erişim tarihi: 09.07.2022).
- Özçalık, H., Torun, A.T., Bilgilioğlu, S.S., 2020. Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2 (2): 77-84.
- Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A., Skakun, S., 2017. Large scale crop classification using google earth engine platform. In 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. 3696-3699. 23-28 July.USA
- Stone, R., 2022. Image segmentation using color spaces in opencv + python. <https://realpython.com/python-opencv-color-spaces/> (Erişim tarihi: 07.07.2022).
- Taşlıgil, N., Şahin, G., 2011. Türkiye'de çeltik (*oryza sativa l.*) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (6): 182-203.
- TEPGE, 2020. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Durum ve tahmin pirinç raporu. E-ISBN: 978-605-7599-49-0.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım istatistikleri, dış ticaret istatistikleri ve fiyat istatistikleri veri tabanları. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104> (Erişim tarihi: 07.09.2022).
- Zhai, Z., Martinez, J.F., Beltran, V., Martinez, N.L., 2020. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. Computers and Electronics in Agriculture, 170: 105256.



Araştırma Makalesi/Research Article

Termik Santrallerin Etrafındaki Topraklarda Ağır Metal Kapsamlarının Belirlenmesi: Çanakkale Örneği

Mehmet Parlak^{1*}  İsmail Taş²  Ceren Görgişen³ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale,

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale,

³T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü

*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 16.09.2022

Kabul Tarihi: 01.11.2022

Öz

Kömürle çalışan termik santrallerin faaliyetleri sonucu etrafa yayılan en önemli kirleticilerden birisi de ağır metallerdir. Ağır metaller toprakta birikerek kirliliğe neden olmaktadır. Bu araştırmanın amacı Çanakkale'deki üç termik santralin (Bekirli, Değirmencik, Çan 18 Mart) etrafından rastgele alınmış yüzey topraklarında (0-5 cm) ağır metal konsantrasyonları ile ağır metallerin çevresel risklerini saptamaktır. Toprakların ağır metal analizleri ICP-OES kullanılarak yapılmıştır. Biga'daki (Bekirli ve Değirmencik) termik santrallerin etrafından alınmış topraklarda Cd, Cr, Mn, Ni ve Zn konsantrasyonu dünya topraklarından yüksek; Co, Cr ve Pb konsantrasyonu ise dünya topraklarından düşük saptanmıştır. Çan 18 Mart Termik Santrali etrafındaki topraklarda Cd, Mn ve Zn konsantrasyonu dünya topraklarından yüksek; Co, Cr, Cu, Ni ve Pb konsantrasyonu ise dünya topraklarından düşük belirlenmiştir. Hem Biga hem de Çan'daki termik santrallerde kirlilik faktörü Cd hariç diğer ağır metallerde (Mn, Pb ve Zn) orta düzeyde saptanmıştır. Üç termik santralin etrafındaki topraklar jeobirikim indeks değerlerine göre Cd bakımından kirlenmemiş Mn bakımından aşırı derecede kirlenmiştir. Kirlilik yük indeksine göre ise Cd, Cu, Mn ve Zn'de kirlenme saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, Toprak kirliliği, Kirlenme indisleri, Termik santral

Determination of Heavy Metal Content of Soils around Thermal Power Plants: The Case of Çanakkale Province

Abstract

Heavy metals are among the most important pollutants emitted as a result of the activities of coal-fired thermal power plants. Heavy metals accumulate in the soil and result in pollution. This study was conducted to determine the heavy metal concentrations and the environmental risks of heavy metals in the surface soils (0-5 cm) randomly taken around three thermal power plants (Bekirli, Değirmencik, Çan 18 Mart) in Çanakkale province of Turkey. Heavy metal analyses of the soils were made using ICP-OES. Cd, Cr, Mn, Ni, and Zn concentrations in the soils taken around the thermal power plants in Biga (Bekirli and Değirmencik) were higher; Co, Cr and Pb concentrations were found to be lower than the world soils. Cd, Mn and Zn concentrations of the soils around Çan 18 Mart Thermal Power Plant were higher than world soils; Co, Cr, Cu, Ni, and Pb concentrations were determined to be lower than world soils. In both Biga and Çan thermal power plants, the contamination factor was found moderate in the other heavy metals (Mn, Pb, and Zn), except for Cd. The soils around three thermal power plants were in practically uncontaminated (Cd) and extremely contaminated (Mn) based on mean geoaccumulation index values. According to the pollution load index, contamination was detected for Cd, Cu, Mn, and Zn.

Keywords: Heavy metals, Soil pollution, Pollution indices, Coal-fired power plant

Giriş

Dünyada şehirleşme ve hızlı endüstrileşmenin artmasıyla çevredeki ağır metal birikimi de artmaktadır. Son yıllarda çevredeki ağır metal konsantrasyonlarıyla ilgili yapılan araştırmalar çoğalmıştır (Savcı, 2012; Rahmanian ve Safari, 2020; Lermi ve Sunkari, 2021; Long ve ark., 2021; Ateş ve ark., 2022; Parlak ve ark., 2022; Rahmanian ve Safari, 2020; Zhang ve ark., 2022). Ağır

metallerin çevreye yayılmasında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler termik santraller, çimento üretimi, gübre sanayi, demir çelik sanayi, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir (Kahvecioğlu ve ark., 2003). Termik santrallerde kömürün yakılmasıyla küldeki ağır metaller atmosfere yayılmakta ve daha sonra ağır metaller toprakta kirliliğe yol açmaktadır.

Son yıllarda termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metal kirliliğiyle ilgili araştırmalar yapılmıştır (Keegan ve ark., 2006; Haktanır ve ark., 2010; Ateş ve ark., 2022; Mandal ve ark., 2022). Keegan ve ark. (2006) 30 yıldan fazla süredir kömürle çalışan Slovakya' daki termik santralin etrafındaki topraklarda ağır metal konsantrasyonlarını (Zn, Pb, Cu, Cr, Ni ve Cd) araştırmıştır. 0-5 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde Zn konsantrasyonu dünya ortalamasından yüksek iken kalan ağır metallerin (Pb, Cu, Cr, Ni, Cd) konsantrasyonu dünya ortalamasının altında bulunmuştur. Haktanır ve ark. (2010) Muğla-Yatağan termik santralının etrafındaki toprakların ağır metal (Cd,Cu,Mn,Ni,Pb,Zn) kapsamlarının santrale olan mesafe ile ilişkili olmadığı, daha çok hâkim rüzgâr yönüne bağlı olarak değiştiğini belirlemiştir. Yapılan bir araştırmada termik santralin etrafındaki toprak örneklerinde Cu, Cr, Co, Mn, Ni' in ortalama konsantrasyonları üst kıtasal kabuk değerleri ve Avrupa toprak ortalamasından daha yüksek saptamıştır (Ateş ve ark., 2022). Mandal ve ark.(2022) Batı Bengal'de (Hindistan) termik santral etrafındaki topraklarda ağır metallerin kirlilik indekslerini saptamışlardır. Araştırmacılar Mn hariç tüm ağır metallerin (Cu, Pb, Zn) topraklarda orta düzeyde kirlilik oluşturduğunu tespit etmiştir. Örnekleme alanının neredeyse tamamının son derece düşük ile düşük kirlilik seviyelerine sahip olduğunu bu da toprağın orta derecede bozulduğunu göstermiştir.

Ağır metaller; düşük derişimlerde bile toksik etki gösterebilen elementlerdir. Ağır metaller organizmaya ağız, solunum ve deri yolu ile alınır ve çoğu özel bir destek olmadan vücudun boşaltım yolları ile (böbrek, karaciğer, barsak, akciğer, deri) atılamazlar. Bu nedenle ağır metallerin büyük bir bölümü, biyolojik organizmalarda birikirler. Birikim sonucu, canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu metaller, etkili dozlara ulaştıklarında, ciddi hastalıklara (tiroit, nörolojik, otizm ve kısırılık gibi) hatta ölümlere neden olabilirler (Özbolet ve Tuli, 2016).

Çanakkale'de 17 000-18 000 MW'a yaklaşan kurulu güç ile 16 kömürlü termik santralin üretim yapması planlanmıştır. Halen Çanakkale'de 5 kömürlü termik santral çalışır durumdadır. Bunlar Bekirli Biga, Değirmencik Biga, Karabiga Cenal, Çan 18 Mart ve Çan ODAŞ termik santralleridir. Türkiye'nin toplam enerji üretiminin yaklaşık 90 00 MW olduğu düşünüldüğünde, ülkemiz üretiminin yaklaşık beşte biri kadar enerji üretiminin Çanakkale'de yapıldığı görülmektedir. Bu santrallerin çalışması, daracık ama yaşam dolu bölgede yılda 50 milyon ton kömürün yakılacağı, binlerce tonu tehlikeli atık olmak üzere 20 milyon ton atık (cüruf, radyoaktivite ve ağır metal içeren kül, vb.) üretileceği anlamına gelmektedir (Mutluay, 2020). Böylece, Çanakkale Türkiye'nin kazan dairesi yapılmak istenmektedir. Termik santral faaliyetlerinin insan sağlığı, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem üzerine olumsuz etkilerinin olacağı çok açıktır. Bu araştırmanın amacı Çanakkale'deki 3 termik santralin (Bekirli, Değirmencik, Çan 18 Mart) etrafındaki topraklarda ağır metal konsantrasyonlarını, ağır metallerin kirlenme indisleri (kirlilik faktörü, jeobirikim indeksi ve kirlilik yük indeksi) ile ağır metallerin yersel dağılımı saptamaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Bekirli(4471875 K, 504282 D) ve Değirmencik (4477263 K, 511352 D) termik santralleri Çanakkale'nin Biga ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Biga ilçesi Marmara'nın güneybatısında yer almakta olup Biga'nın doğusunda Balıkesir'in Gönen ilçesi, batısında Çanakkale'nin Lapseki ilçesi, güneyinde Çanakkale'nin Yenice ve Çan ilçeleri, kuzeyinde Marmara Denizi bulunmaktadır. Bekirli Termik Santrali 1200 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 12., Çanakkale'nin ise en büyük termik santralidir. Tesis Türkiye' nin 3. büyük ithal kömürlü termik santralidir. İthal kömüre dayalı elektrik üretimi yapan Bekirli Termik Santrali'nin ilk ünitesi Aralık 2011'de, ikinci ünitesi Temmuz 2014'de devreye alınmıştır. Santralde süper kritik kazan teknolojisi kullanılmıştır. Değirmencik Termik Santrali 405 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 46., Çanakkale' nin ise 2. büyük termik santralidir.135 MW'lık üç üniteden oluşan santralde akışkan yataklı yakma teknolojisi kullanılmıştır (Yılmaz, 2017). Biga'nın iklimi Akdeniz ve Karadeniz geçiş iklimi özelliğindedir. Çalışma alanında hakim rüzgâr yönü kuzeydoğudur. Biga Yarımadası'nın jeolojisi genel hatlarıyla Kazdağ, Karadağ, Çamlıca, Karabiga masiflerinde mostra veren metamorfik temel kayaları ile bunları örten çökel ve volkanik kayalarla temsil edilmektedir. Toprak örneklerinin alındığı yerler Torasan formasyonu (fillat, mermer,

kalkışist, mikaşist), sazak formasyonu (metabazit, metalav ve metatüf) ve alüvyon/yamaç döküntüsü içerisinde (Yiğitbaş ve Tunç, 2020). Biga'daki temik santrallerin etrafından toprak örnekleri alınan mera ve ormanlardaki bitki örtüsü kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.), abdest bozan (*Sarcopoterium spinosum* L.), mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve fıstık çamından (*Pinus pinea* L.) oluşmaktadır.

18 Mart Çan Termik Santrali (40°01'15,62" enlemi ile 26°58'32,88" boylamı) Çanakkale'nin Çan ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Akışkan yataкта yakma teknolojisi kullanılan santral 320 MW kurulu güce sahiptir. Akışkan yataklı kazan teknolojisi Türkiye'de ilk kez bu santralde uygulanmıştır (Yılmaz, 2017). Biga ve Çan'da meteoroloji istasyonu olmadığı için Çanakkale iklim verileri dikkate alınmıştır. 1975-2017 meteorolojik verilere göre araştırma alanının ortalama sıcaklığı 16.1 °C, ortalama yağışı ise 650 mm'dir (MGM, 2018). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Türkiye Rüzgar Atlası'na göre termik santralin bulunduğu alan Türkiye'nin en rüzgarlı bölgesi içinde yer almaktadır (MGM, 2018). Çalışma alanındaki hakim rüzgar yönü kuzey-kuzey batıdır. Çan linyit havzası Geç Oligosen-Erken Miyosen dönemlerinde volkanizma ve tektoniğin birleşik etkisinin sonucu oluşan kaldere tipi bir havzadır (Bozcu ve ark., 2015). Çan ilçe merkezindeki kömür ocağı açık ocak maden işletmeciliğiyle işletilmekte olup çıkan düşük kaliteli linyitler termik santralde yakıt olarak kullanılmaktadır. Toprak örneklerinin alındığı mera ve ormanlarda mazı meşesi (*Quercus infectoria*), karaçalı (*Paliurus spina-cristi* Mill.), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yer almaktadır (Parlak ve ark., 2017).

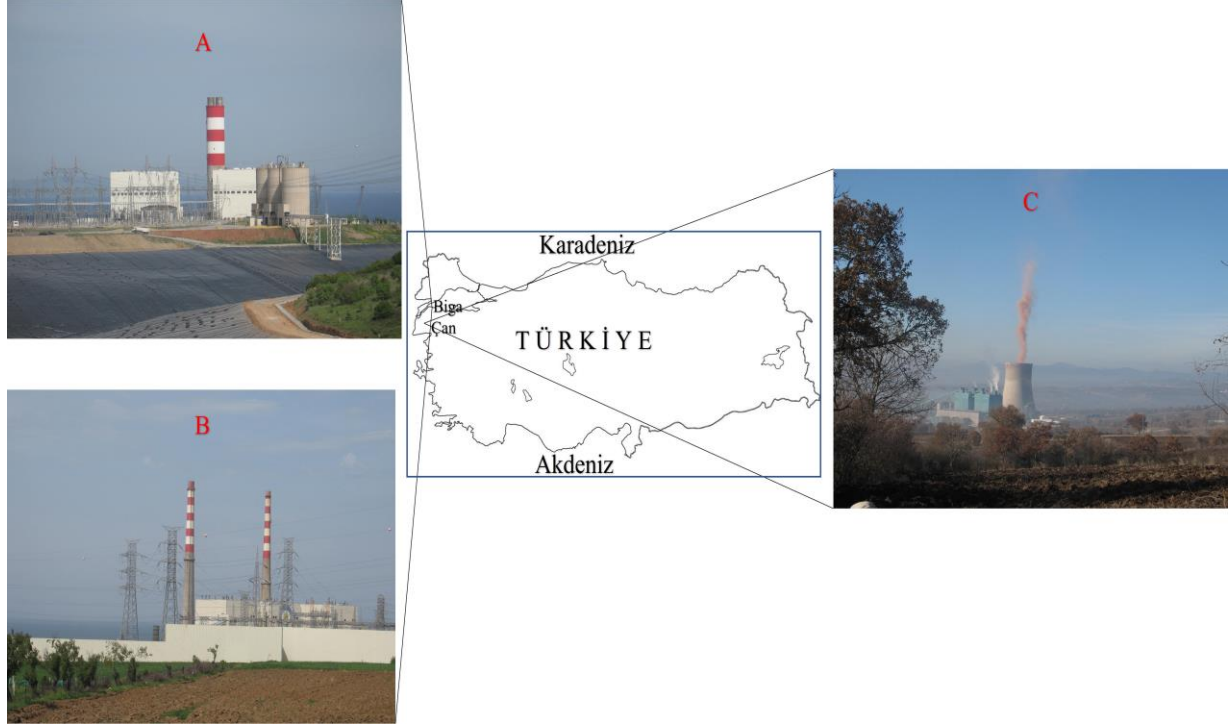


Figure 1. The location of the study area (A: Bekirli Thermal Power Plant, B: Değirmencik Thermal Power Plant, C:18 Mart Çan Thermal Power Plant)

Şekil 1. Çalışma alanının konumu(A: Bekirli Termik Santrali, B: Değirmencik Termik Santrali, C:18 Mart Çan Termik Santrali)

Toprak Örneklerinin Alınması ve Toprak Analizleri

Biga'daki termik santrallerin (Bekirli ve Değirmencik) etrafındaki mera ve ormanlardan rastgele örnekleme yöntemine göre 45 noktadan, 18 Mart Çan termik santrali etrafındaki mera ve ormanlardan ise yine aynı yöntemle göre 62 noktadan yüzey toprağı (0-5 cm) alınmıştır. Mera veya ormanın 3 yerinden alınan toprak örnekleri karıştırılarak tek örnek haline getirilmiştir. Tarımda kullanılan gübreler ile pestisitlerin içerdiği ağır metallerin etkisinden kurtulmak istenmesi nedeniyle mera ve ormanlardan örnekleme yapılmıştır. Toprak örneği alınmış yerlerin koordinatları ±10 m hassaslıktaki GPS (küresel konumlandırma sistemi) ile belirlenmiştir. Alınmış toprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra içlerindeki taş ve bitki parçacıkları ayıklanmış ve laboratuvarda

kurutulmuştur. Daha sonra toprak örnekleri 2 mm'lik elekten elenerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Toprak örneklerinin bünyesi(%kil,%silt,%kum) hidrometre yöntemiyle belirlenmiş(Gee ve Or, 2002) ve bünye(tekstür) üçgeninde bünye sınıfı saptanmıştır. pH ve EC değerleri saturasyon çamurunda (Thomas,1996; Rhoades,1996); organik madde modifiye edilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine(Nelson ve Sommers,1996)göre saptanmıştır. Toplam ağır metaller (Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) örnekler nitrik ve perklorik asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra (USEPA, 1996) ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi) kullanılarak belirlenmiştir.

Kirlenme İndisleri

Dünyadaki farklı araştırmacılar tarafından kirlilik faktörü (KF), jeobirikim indeksi (I_{geo}), kirlilik yük indeksi (KYİ) gibi farklı kirlenme indisleri kirlenmemiş alana göre örnekleme alanındaki toksik metallerin girdisini belirlemek için kullanılmaktadır (Cujic ve ark., 2016; Joshy ve ark., 2015; Mandal ve ark., 2022; Olumuyiwa ve ark., 2014).

Kirlilik Faktörü(CF): Kirlilik faktörünün toprak kirliliğini izlemek için etkili bir yöntem olduğu düşünülmüştür (Mandal ve ark., 2022). Kirlilik faktörü aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$CF_i = \frac{C_{\text{örnekteki metal}}}{C_{\text{yer kabuğundaki metal}}} \quad (1)$$

Eşitlikte $C_{\text{örnekteki metal}}$ metalin belirlenen konsantrasyonu, $C_{\text{yer kabuğundaki metal}}$ yer kabuğundaki konsantrasyonudur. Kirlilik faktörü 4 sınıfa ayrılmaktadır: i)düşük ≤ 1 ; ii)orta= $1 \leq CF < 3$; iii) yüksek $3 \leq CF < 6$ ve iv) çok yüksek ≥ 6 .

Jeobirikim İndeksi (I_{geo}): Muller (1969) mevcut konsantrasyonu sanayi öncesi seviyelerle karşılaştırarak sedimentteki metal kirliliğini ölçmek ve tanımlamak için jeobirikim indeksini önermiştir. Kirlenmenin derecesini gösteren jeobirikim indeksi aşağıdaki eşitliği kullanarak hesaplanmıştır.

$$I_{geo} = \log_2(C_i / 1.5 \times B_i) \quad (2)$$

Bu eşitlikte C_i : metalin mevcut konsantrasyonu, B_i : yer kabuğundaki elementin ortalama değeri (Wedepohl, 1995), $1.5 =$ Litolojik varyasyon nedeniyle değişkenliği en aza indirme faktörü. I_{geo} 7 sınıfa ayrılmaktadır. (i) kirlenmemiş= ≤ 0 ; (ii) kirlenmemiş ile orta derecede kirlenmiş= $0-1$; (iii) orta derecede kirlenmiş= $1-2$; (iv) orta derece ile aşırı derecede kirlenmiş= $2-3$; (v) aşırı derecede kirlenmiş= $3-4$; (vi) aşırı derecede ile yoğun olarak kirlenmiş= $4-5$; (vii) yoğun olarak kirlenmiş= ≥ 5 . Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn'nin yer kabuğundaki ortalama değerleri sırasıyla 24 mgkg^{-1} , 126 mgkg^{-1} , 25 mgkg^{-1} , 716 mgkg^{-1} , 56 mgkg^{-1} , 65 mgkg^{-1} 'dir (Wedepohl, 1995).

Kirlilik Yük İndeksi(KYİ):Çalışma alanındaki ağır metallerin konsantrasyonunu belirlemede kullanılmaktadır. KYİ aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$KYİ = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{C_i}{B_i}} \quad (3)$$

Bu eşitlikte C_i topraktaki ağır metal konsantrasyonunu, B_i ise yer kabuğundaki ağır metal konsantrasyonunu göstermektedir. KYİ 1'den küçükse kirlenme yoktur, KYİ 1'den büyükse kirlenme vardır.

Termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metallerin yersel dağılımı ArcGIS 10.1 programı kullanılarak haritalanmıştır (ESRI, 2009). Yersel dağılımın belirlenmesinde enterpolasyon yöntemi olarak Empirical Bayesian kriging metodu kullanılmıştır.

İstatistik Analiz

Toprakların bazı fizikokimyasal özellikleri ve ağır metal kapsamalarına ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, en az, en fazla) Minitab 16 istatistik programı yardımıyla yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çanakkale'deki termik santrallerin etrafından alınan toprakların bazı fizikokimyasal özellikleri ile ağır metal konsantrasyonları Çizelge 1' de verilmiştir. Bekirli ve Değirmencik termik santrallerinin etrafındaki toprakların bünyesi kumlu tın, kumlu killi tın, tın, kil, killi tın, kumlu tın, tınlı kum ve kum iken pH' ları 5.15 ile 7.78 arasında, EC' leri ise 0.11 ile 0.73 dSm⁻¹ aralığında değişmiştir. Toprakların ortalama organik madde kapsamı %4.47 olarak saptanmıştır. Toprak örneklerinin toplam Cd, Co ve Cr içeriklerinin sırasıyla 1.51 ile 4.78; 0.47 ile 12.59; 4.15 ile 199.80 mgkg⁻¹ aralığında değişmiştir. Toplam Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn kapsamları ise sırasıyla 4.18 ile 85.34; 149.90 ile 2771; 1.45 ile 182.10; 7.51 ile 82.66; 29.45 ile 330.20 mgkg⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. 18 Mart Çan Termik Santrali etrafındaki toprakların ortalama kil, silt ve kum içerikleri sırasıyla %35.02, %22.54 ve %42.44 olup toprakların %33.87' sini kil, %30.65'ini kumlu kil tın, %25.81'ini killi tın, %4.84' ünü kumlu tın, %3.22' sini tın ve %1.61'ini kumlu kil bünyeli topraklar oluşturmaktadır. Toprakların pH'sı 5.35 ile 8.70 aralığında, EC'si 0.19 ile 1.63 dSm⁻¹ aralığında, organik maddesi %0.84 ile %7.61 aralığında değişmiştir. Toplam Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn kapsamları sırasıyla 2.58 mgkg⁻¹, 2.71 mgkg⁻¹, 15.40 mgkg⁻¹, 31.43 mgkg⁻¹, 1086 mgkg⁻¹, 10.40 mgkg⁻¹, 16.19 mgkg⁻¹ ve 81.50 mgkg⁻¹ olarak saptanmıştır.

Table 1. Some physicochemical properties and heavy metal contents of the soils taken around the thermal power plants in Çanakkale

Çizelge 1. Çanakkale'deki termik santrallerin etrafından alınan toprakların bazı fizikokimyasal özellikleri ile ağır metal kapsamları

	Bekirli ve Değirmencik Termik Santralleri				Çan Termik Santrali			
	Ortalama±standart sapma	En az	En fazla	Varyasyon katsayısı*	Ortalama±standart sapma	En az	En fazla	Varyasyon katsayısı*
Kil(%)	17.53±9.88	2.04	45.65	56	35.02±11.39	11.63	65.22	32
Silt(%)	23.56±8.91	6.12	38.78	38	22.54±6.08	8.75	34.13	27
Kum(%)	58.91±16.37	29.79	89.80	21	42.44±11.68	22.22	68.75	27
pH	6.41±0.70	5.15	7.78	11	6.32±0.55	5.35	8.70	9
EC(dSm ⁻¹)	0.39±0.17	0.11	0.73	43	0.77±0.32	0.19	1.63	41
Organik madde(%)	4.47±1.77	0.76	7.33	39	4.96±1.33	0.84	7.61	27
Toplam Cd (mgkg ⁻¹)	2.49±0.78	1.51	4.78	31	2.58±0.62	1.69	5.31	24
Toplam Co (mgkg ⁻¹)	4.11±3.55	0.47	12.59	86	2.71±2.30	0.06	9.44	84
Toplam Cr (mgkg ⁻¹)	71.28±56.24	4.15	199.8	79	15.40±10.26	4.36	74.84	66
Toplam Mn (mgkg ⁻¹)	35.94±21.88	4.18	85.34	61	31.43±27.24	9.51	311.60	86
Toplam Ni (mgkg ⁻¹)	1 143.70±593.90	149.90	2 771	52	1086±852	172	6195	78
Toplam Pb (mgkg ⁻¹)	75.36±54.97	1.45	182.10	73	10.40±5.89	2.64	29.52	56
Toplam Zn (mgkg ⁻¹)	22.08±14.22	7.51	82.66	64	16.19±8.11	4.67	61.95	50
	97.70±61.37	29.45	330.2	63	81.50±82.6	24.8	482.7	101

*Varyasyon katsayısı <15 = düşük varyasyon, 15-35 = orta varyasyon, >35 = yüksek varyasyon

Çanakkale'deki termik santrallerin etrafından alınan toprak örneklerindeki ağır metal kapsamları ile diğer ülkelerdeki termik santrallerin karşılaştırılması Çizelge 2'de verilmiştir. Bekirli ve Değirmencik Termik Santrallerinin etrafından alınan topraklardaki Cd konsantrasyonu Tunçbilek, Rusya ve Dünya topraklarından yüksek, Brezilya ve TKKY 'den düşük; Co konsantrasyonu Çin,

Kangal ve Dünya topraklarından düşük; Cr konsantrasyonu Brezilya, Türkiye ve Dünya toprakları hariç diğerlerinden (Çin, Tunçbilek, Rusya, Kangal, Afşin-Elbistan) düşük; Cu konsantrasyonu Tunçbilek, Brezilya ve Kangal'dan yüksek, Çin, Rusya, Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği(TKKY) ve Dünya topraklarından düşük; Mn konsantrasyonu Çin, Rusya, Brezilya, Kangal ve Dünya topraklarından yüksek; Ni konsantrasyonu Çin, Rusya, Brezilya, TKKY ve Dünya topraklarından yüksek, Tunçbilek, Kangal, Afşin-Elbistan'dan düşük; Pb konsantrasyonu Tunçbilek, Brezilya, Kangal ve Dünya'dakinden yüksek, Çin, Rusya ve TKKY 'den düşük; Zn konsantrasyonu Tunçbilek, Brezilya, Kangal ve dünya topraklarından yüksek, Çin, Rusya, Afşin Elbistan ve TKKY'den düşük saptanmıştır. 18 Mart Çan Termik Santrali etrafındaki topraklarda Cd konsantrasyonu Brezilya ve TKKY 'den düşük, Tunçbilek, Rusya ve Dünya topraklarından yüksek; Co konsantrasyonu Çin, Kangal ve Dünya topraklarından düşük; Cr konsantrasyonu Brezilya'dan yüksek, Çin, Tunçbilek, Rusya, Kangal, Afşin-Elbistan, TKKY ve Dünya topraklarından düşük; Cu konsantrasyonu Tunçbilek, Brezilya, Kangal'dan yüksek, Çin, Rusya, TKKY ve Dünya topraklarından düşük; Mn konsantrasyonu Çin, Rusya, Brezilya, Kangal ve dünya topraklarından yüksek; Ni konsantrasyonu Brezilya'dan yüksek diğerlerinden (Çin, Tunçbilek, Rusya, Kangal, Afşin Elbistan, TKKY ve Dünya toprakları) düşük; Pb konsantrasyonu Brezilya'dan yüksek, Çin, Tunçbilek, Rusya, Kangal, TKKY ve Dünya topraklarından düşük; Zn konsantrasyonu Tunçbilek, Brezilya ve Dünya topraklarından yüksek Çin, Rusya, Kangal, Afşin Elbistan ve TKKY'den düşük saptanmıştır. Koca (2019) Silopi-Şırnak'taki termik santralin etrafından 6 toprak örneği alarak ağır metal analizleri yapmış ve analiz sonuçlarını iki toprak kirliliği yönetmeliği çerçevesinde değerlendirmiştir. Adı geçen araştırmacının belirttiği gibi TKKY'nin tekrar gözden geçirilerek revize edilmesi gereklidir. Termik santraller etrafındaki topraklarda ağır metal kapsamının farklı çıkması termik santralin baca yüksekliği, termik santralin etrafındaki toprak özellikleri, rüzgar yönü, iklimsel faktörler, atmosferik basınç, kömür kalitesi, kömürün yanma sıcaklığı ve kömürün ağır metal içeriğinden kaynaklanabilir (Özkul, 2016).

Table 2. Heavy metal concentrations in the soils taken around the thermal power plants in Çanakkale and other thermal power plants (mgkg⁻¹)

Çizelge 2. Çanakkale'deki termik santraller ile diğer termik santrallerin etrafından alınmış topraklardaki ağır metal konsantrasyonları(mgkg⁻¹)

Ağır metal	Termik Santral, Ülke									
	Bekirli ve Değirmencik-Çanakkale, Türkiye	18 Mart Çan-Çanakkale, Türkiye	Shaanxi, Çin	Tunçbilek-Kütahya, Türkiye	Novorcherka ssk, Rusya	Candio ta, Brezilya	Kangal, Türkiye	Afşin-Elbistan, Türkiye	Türkiye	Dünya
Cd	2.5	2.6	-	0.1	0.6	64.8	-	-	3	0.41
Co	4.1	2.7	18	-	-	-	64	-	-	11.3
Cr	71.3	15.4	99.1	288.2	108.4	12.8	713	191.7	100	59.5
Cu	35.9	31.4	40.3	19.6	52.5	10.8	29	38.5	140	38.9
Mn	1143.7	1086	626.4	-	834.2	485.5	721	-	-	488
Ni	75.4	10.4	30.3	557.7	57.6	8.4	610	189.4	75	29
Pb	22.1	16.2	39.7	21.2	37.6	11	17	-	300	27
Zn	97.7	81.5	124.7	57.9	102.8	50.3	82	102.2	300	70
Kaynak	Bu araştırma	Bu araştırma	Lu ve ark., 2013	Özkul, 2016	Linnik ve ark., 2019	Silva Junior ve ark., 2019	Turhan ve ark., 2020	Akba y ve ark., 2022	Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği(TKKY), 2005	Kabat a Pendi as, 2011

Biga'daki termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metallerin yersel dağılımı Şekil 2'de verilmiştir. Cd konsantrasyonu termik santrallerin yakınındaki alanda yüksek iken çalışma alanının güneyinde daha düşük; Co kapsamı termik santrallerin güneyinde ve güneybatısında yüksek iken doğu ve kuzeydoğusunda daha düşük; Cr kapsamı güney ve batı yönlerinde yüksek iken kuzey ve doğu yönlerinde daha düşük saptanmıştır. Termik santrallere yakın alanlar Cu konsantrasyonu bakımından en kirli bölgeler olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının güney ve batısında Mn konsantrasyonu yüksek iken kuzeyi ve doğusunda Mn konsantrasyonu daha düşük; kuzeyi ve doğusunda Ni kapsamı düşük iken, batısı ve güneyinde daha yüksek Ni kapsamı belirlenmiştir. En fazla Pb ve Zn kirliliği termik santrallerin yakınında saptanmıştır. Çalışma alanında hakim rüzgar yönünde topraklarda ağır metal konsantrasyonları artmamıştır. Bazı araştırmacılar (Cujic ve ark., 2016; Tanic ve ark., 2019)termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metal kapsamının hakim rüzgar yönünde

arttığını belirtmişlerdir. Tsikritzis ve ark., (2002) batı Makedonya'daki termik santrallerin etrafındaki alanda ağır metallerin dağılımı ile hakim rüzgar yönü arasında korelasyon olmadığını bildirmiştir. Bunun nedeni termik santralden salınan dumandaki ağır metallerin davranışının baca yüksekliği ve atmosferik stabiliteden etkilenmesi olarak belirtilmiştir (Hu ve ark., 2012; Minkina ve ark., 2021).

18 Mart Çan Termik Santrali etrafındaki toprakların büyük bölümünde toplam Cd $2-3 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişim gösterirken kuzey - kuzey batı bölümünde bu değerler artış göstererek Doğancılar Köyü çevresinde 5 mgkg^{-1} seviyelerine kadar çıkmıştır (Şekil 3). Alanın güney batı bölümünde Cd içeriği azalarak $1-2 \text{ mgkg}^{-1}$ seviyelerine kadar düşmüştür. Toplam Co'nun çalışma alanındaki dağılımı farklılıklar göstermiştir. Özellikle termik santral çevresi, Karadağ Köyü ve Çekiçler Köyü çevresinde 7 mgkg^{-1} 'a kadar yükselerek en yüksek değeri almıştır. Alanın güneybatı bölümünde bu değerler $0-1 \text{ mgkg}^{-1}$ 'a kadar düşmüş, doğu- kuzeydoğu bölümünde $2-3 \text{ mgkg}^{-1}$ civarında saptanmıştır. Toprakların toplam Cr içeriği, homojen bir dağılım ($10-20 \text{ mgkg}^{-1}$ aralığında) göstermiştir. Araştırma alanının kuzey-kuzeydoğu ve özellikle Doğaca Köyü çevresinde toprakların toplam Cr kapsamı içeriği (60 mgkg^{-1}) artış göstermiştir. Termik santralin güneydoğu istikametinde toplam krom içeriği en düşük değerleri (10 mgkg^{-1}) göstermiştir. Araştırma alanının büyük bölümünde toplam Cu içeriği 50 mgkg^{-1} 'dan daha düşük iken kuzey batı yönünde toplam Cu kapsamı 100 mgkg^{-1} 'a kadar çıkmıştır. Çalışma alanı topraklarının toplam Mn kapsamı büyük bölümünün hemen hemen homojen bir dağılım sergileyerek $620-1240 \text{ mgkg}^{-1}$ aralığında bulunmuştur. Kuzey-kuzey batı bölümü ve özellikle Doğancılar Köyü çevresinde toplam Mn içeriği 4960 mgkg^{-1} seviyesine kadar yükselmiştir. Alanın güney batı bölümünde Koyunyeri ve Bahadırlı Köyleri arasında toplam Mn konsantrasyonu azalarak $0-620 \text{ mgkg}^{-1}$ aralığına kadar düşmüştür. Toplam Ni'in alandaki dağılımı yönleri göre farklılıklar göstermiştir. Özellikle termik santral çevresi, kuzey-kuzey doğu hattından güney- güney batı hattında $15-20 \text{ mgkg}^{-1}$ 'a kadar yükselerek en yüksek değeri almıştır. Alanın doğu batı ekseninde bu değerler $5-10 \text{ mgkg}^{-1}$ 'a kadar düşmüştür. Çalışma alanının büyük bölümü $10-20 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında toplam Pb içeriğine sahiptir. Alanın kuzey batı yönünde toprakların toplam Pb kapsamı $20-30 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Araştırma alanı topraklarının büyük bölümünün toplam Zn içeriği $50-100 \text{ mgkg}^{-1}$ aralığında değişim göstermiştir. Kuzey - kuzeybatı bölümü ve özellikle Doğancılar Köyü çevresinde toplam Zn konsantrasyonu 400 mgkg^{-1} seviyelerine kadar yükselmiştir. Alanın güney batı bölümünde yer alan Koyunyeri, Bahadırlı, Karakadılar, Büyükpaşa ve Durali Köyleri arasında toplam Zn kapsamı azalarak $0-50 \text{ mgkg}^{-1}$ arasındaki seviyelere kadar düşmüştür. Termik santral etrafındaki toprakların toplam Mn, Zn, Cd, Pb ve Ni içerikleri hakim rüzgar yönü olan kuzey-kuzeybatı yönünde artış göstermiştir. Toprakların toplam Co ve Cr kapsamı ise kuzey yönünde artış göstermiştir. Agrawal ve ark., (2010) Hindistan'da kömürle çalışan 4 termik santralin etrafındaki topraklarda hakim rüzgar yönü olan batıda Cd, Pb, As, Ni'in maksimum konsantrasyonlarını sırasıyla 0.69, 13.69, 17.76 ve 3.51 mgkg^{-1} olarak bulmuşlardır.

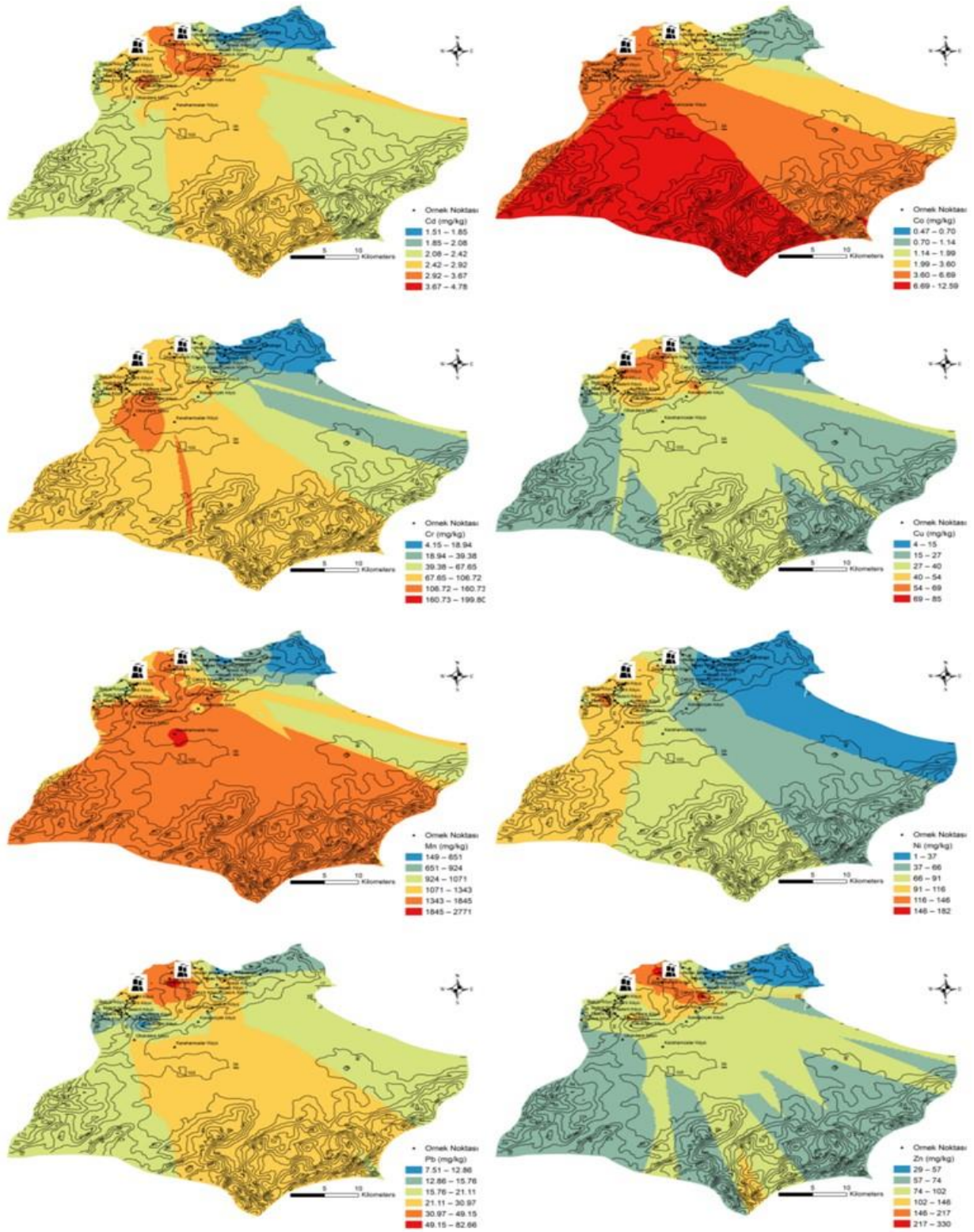


Figure 2. Spatial distribution of heavy metals of the surface soils around thermal power plants in Biga
Şekil 2. Biga'daki termik santrallerin etrafındaki yüzey topraklarında ağır metallerin yersel dağılımı

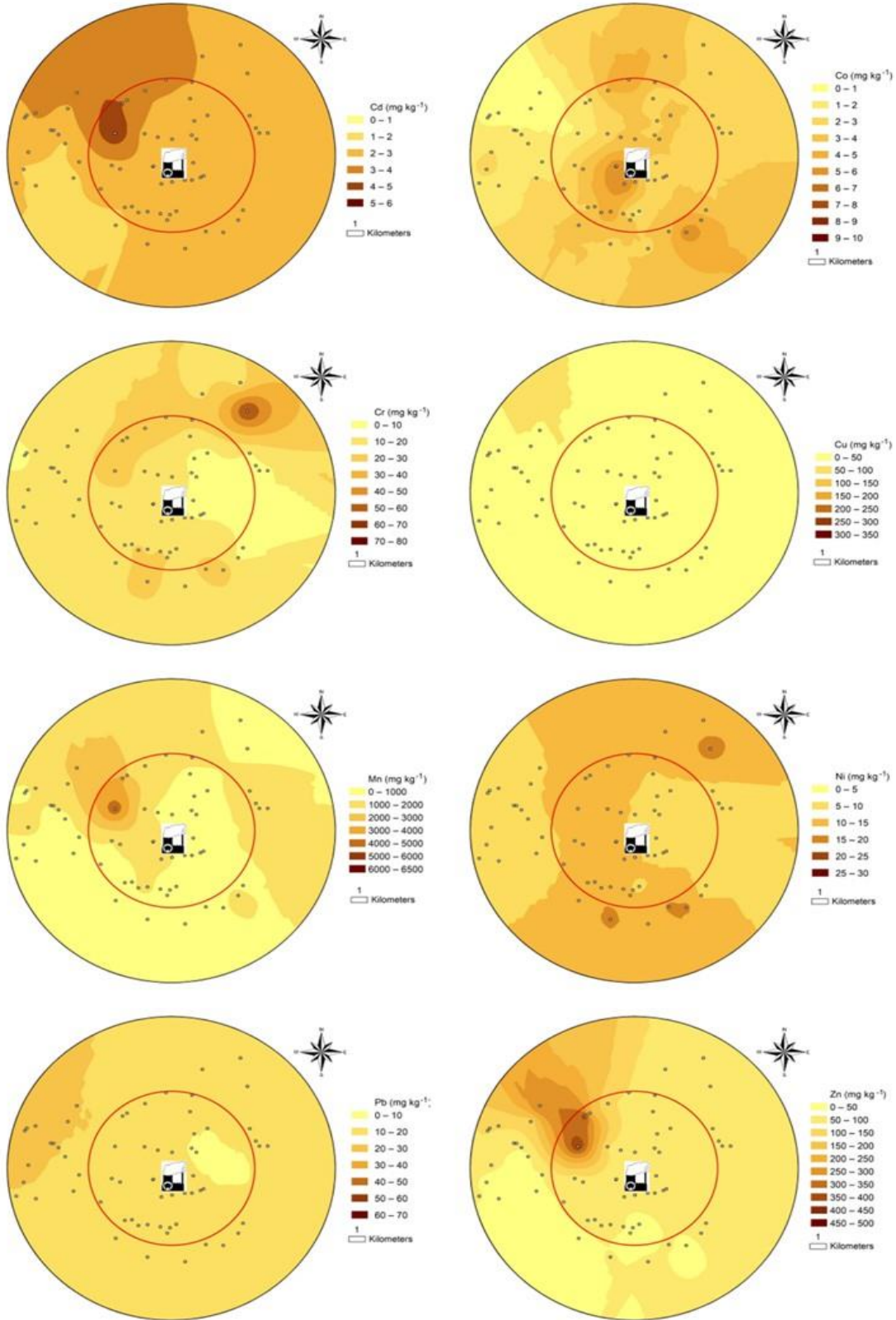


Figure 3. Spatial distribution of heavy metals of the surface soils around 18 Mart Çan Thermal Power Plant
Şekil 3. 18 Mart Çan Termik Santrali etrafındaki yüzey topraklarında ağır metallerin yersel dağılımı

Termik santrallerin etrafından alınan topraklardaki ağır metallerin kirlenme indisleri Çizelge 3’ de verilmiştir. Biga’daki 2 termik santralin etrafından örneklenen toprakların KF değerleri Cd için 24.12; Co için 0.17; Cr için 1.43; Cu için 0.56; Mn için 1.59; Ni için 1.34; Pb için 1.48; Zn için ise 1.50’dir. Biga topraklarındaki ağır metaller KF’ye göre sınıflandırıldığında, Cd çok yüksek zenginlikte; Co ve Cr düşük, diğerleri (Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn) ise orta sınıfta belirlenmiştir. 18 Mart Çan Termik Santrali etrafından alınan toprakların Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn değerleri 16.9-63.1, 0.01-0.39, 0.03-0.59, 0.38-12.46, 0.24-8.65, 0.05-0.52, 0.31-4.18, 0.38-7.42 aralıklarında değişim göstermiştir(Çizelge 3). Çan’daki termik santralin etrafındaki topraklarda ağır metallerin kirlilik faktörü(CF) Cd>Mn>Cu>Zn>Pb>Ni>Cr>Co sıralamasında bulunmuştur. Çan’daki topraklarda Cd çok yüksek; Cu, Mn, Pb ve Zn orta; Cr ve Ni ise düşük sınıfta belirlenmiştir. Cujic ve ark., (2016) Sırbistan’ın en büyük kömürle çalışan termik santralinin etrafındaki topraklarda CF’leri Cd için 1.8; Co için 2.2; Cr için 0.7; Cu için 1.8; Mn için 1.2; Ni için 3.9; Pb için 1.3; Zn için ise 1.4 olarak saptamıştır. Araştırmacılar toprakların bazı ağır metallerce(Cd, Co, Cu, Ni) kirlendiğini belirtmiştir. Huang ve ark., (2017) hesapladıkları kirlilik faktörüne göre Güneybatı Çin’deki Jinsha termik santralının etrafındaki orman topraklarının esas olarak Cd ile kirlendiğini belirtmiştir. Termik santral civarındaki toprakların ağır metallerce kirlenmesi metallerin uçucu olma sıcaklığına, rüzgar yönüne, iklim faktörlerine, yanma sıcaklığına, kömür kalitesine, kömürün ağır metal kapsamına ve atmosferik basınca göre değişir (Özkul, 2016). Genellikle termik santrallerde kullanılan düşük kaliteli kömürler yüksek kül kapsamlıdır. Bunun sonucu olarak daha fazla gaz ve uçucu küller çevreye yayılmaktadır. Böylece termik santrallerin etrafındaki topraklar kirlenmektedir. Biga’daki termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metallerin jeobirikim indeksleri (I_{geo}) Cd için -0.79; Co için 0.63; Cr için 1.80; Cu için 1.31; Mn için 2.49; Ni için 1.62; Pb için 1.17; Zn için 1.82 olarak belirlenmiştir. 18 Mart Çan Termik Santrali etrafındaki topraklarda ağır metallerin jeobirikim indeksleri(I_{geo}) Cd için -0.75; Co için 0.14; Cr için 1.60; Cu için 1.39; Mn için 2.49; Ni için 1.32; Pb için 1.10; Zn için 1.78 olarak saptanmıştır. Hem Biga hem de Çan’daki termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metallerin jeobirikim indeksi bakımından Cd kirlenmemiş; Co kirlenmemiş ile orta derecede kirlenmiş; Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn orta derece ile aşırı derecede kirlenmiş; Mn ise aşırı derecede kirlenmiş sınıfına girmiştir. Pastrana-Corral ve ark., (2017) Meksika’ da termik santrallerin etrafındaki topraklarda ağır metallerin (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb) I_{geo} değerlerinin kirlenmemiş ve orta derecede kirlenmiş olduğunu; Cujic ve ark.,(2016) ise Sırbistan’ taki termik santralin etrafındaki alanda Cd, Co, Cr, Cu ve Pb için I_{geo} değerlerinin kirlenmemiş ile orta derecede kirlenmiş olduğunu belirlemiştir. Özkul (2016) Kütahya-Seyitömer termik santralının civarındaki toprakların Cd, Cr, Cu, Pb, Zn için jeobirikim indekslerinin kirlenmemiş ile orta derecede kirlenmiş; Ni için ise aşırı derecede yoğun olarak kirlenmiş olduğunu tespit etmiştir. Biga’daki termik santrallerde KYİ bakımından Cd, Cu, Mn, Pb ve Zn’de kirlenme mevcut olup Çan 18 Mart Termik Santralinde ise Cd, Cu, Mn ve Zn’de kirlenme saptanmıştır. Lu ve ark., (2013) Baqiao (Kuzeybatı Çin) termik santrali etrafındaki topraklarda kirlilik yük indeksinin 1.05 ile 3.10 aralığında olup ortalama değerinin ise 1.33 olduğunu ve araştırılan alanın ağır metallerle kirlendiğini belirtmiştir.



Kirlenme İndisleri	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Biga ve Değirmencik Termik Santralleri								
Kirlilik faktörü(CF)	24.12 [16.9-31.3]	0.17 [0.02-0.52]	1.43 [0.16-3.41]	0.56 [0.03-1.58]	1.59 [0.21-3.87]	1.34 [0.02-3.25]	1.48 [0.50-5.58]	1.5 [0.45-5.08]
Jeobirikim indeksi (I_{geo})	-0.79 [(-0.99)-(0.50)]	0.63 [(-0.19)-(1.20)]	1.80 [1.35- 2.07]	1.31 [0.78-1.60]	2.49 [2.28- 2.61]	1.62 [0.79- 1.94]	1.17 [0.90- 1.54]	1.82 [1.63- 2.05]
Kirlilik yük indeksi(KYİ)	22.69	0.11	0.37	1.15	1.56	0.76	1.37	1.43
18 Mart Çan Termik Santrali								
Kirlilik faktörü (CF)	25.82 [16.90-53.10]	0.11 [0.01-0.39]	0.12 [0.03-0.59]	1.26 [0.38-12.46]	1.51 [0.24-8.65]	0.18 [0.05-0.52]	1.09 [0.31-4.18]	1.25 [0.38-7.42]
Jeobirikim indeksi (I_{geo})	-0.75 [(-0.95)-(0.68)]	0.14 [(-4.34)-(1.12)]	1.60 [1.36- 1.92]	1.39 [1.13- 1.89]	2.49 [2.30- 2.69]	1.32 [0.99- 1.60]	1.10 [0.73- 1.47]	1.78 [1.60- 2.11]
Kirlilik yük indeksi (KYİ)	25.2	0.06	0.10	1.05	1.27	0.16	0.99	1.01

Table 3. Pollution indices of soils sampled around thermal power plants in Çanakkale [mean(minimum-maximum)]

Çizelge 3. Çanakkale'deki termik santrallerin etrafından örneklenen toprakların kirlenme indisleri [ortalama(en az-en fazla)]



Sonuç ve Öneriler

Termik santraller, etrafındaki topraklarda kirliliğe neden olan faktörlerin başında gelmektedir. Biga'daki (Bekirli ve Değirmencik) termik santraller etrafından alınmış 45 topraktaki ortalama ağır metal konsantrasyonları Cd için 2.49 mgkg^{-1} , Cr için 4.11 mgkg^{-1} , Cr için 71.28 mgkg^{-1} , Cu için 35.94 mgkg^{-1} , Mn için $1143.70 \text{ mgkg}^{-1}$, Ni için 75.36 mgkg^{-1} , Pb için 22.08 mgkg^{-1} , Zn için 97.70 mgkg^{-1} olarak tespit edilmiştir. Biga'daki santrallerin etrafındaki topraklarda Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları Türkiye'de toprak kirliliği kontrol yönetmeliğinden düşük iken Ni konsantrasyonu ise izin verilen değerden yüksek saptanmıştır. 18 Mart Çan Termik Santrali etrafından alınmış 62 toprakta ise Cd $1.69-5.31 \text{ mgkg}^{-1}$, Co $0.06-9.44 \text{ mgkg}^{-1}$, Cr $4.36-74.84 \text{ mgkg}^{-1}$, Cu $9.51-311.60 \text{ mgkg}^{-1}$, Mn $172-6195 \text{ mgkg}^{-1}$, Ni $2.64-29.52 \text{ mgkg}^{-1}$, Pb $4.67-61.95 \text{ mgkg}^{-1}$, Zn ise 24.80 ile 482.70 mgkg^{-1} aralığında değişmiştir. Çan'daki termik santralin etrafındaki topraklarda ağır metal (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn) konsantrasyonları ise Türkiye'de izin verilen değerlerden düşük belirlenmiştir.

Termik santrallerin etrafındaki mera ve orman topraklarında kirlenme faktörü Cd için çok yüksek, diğer ağır metallerde (Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) düşük sınıf ile orta sınıf aralığında; jeobirikim indeksine göre kirlenmemiş (Cd) ile orta derece ile aşırı derecede kirlenmiş aralığında tespit edilmiştir. Araştırma alanlarındaki topraklarda kirlilik yük indeksine göre Cd, Cu, Mn ve Zn'da kirlenme saptanmıştır. Yapılacak araştırmalar mera ve orman topraklarıyla sınırlı kalmamalı aynı zamanda tarım topraklarını da kapsamalıdır. Termik santrallerin etrafındaki topraklarda yetiştirilen ürünlerin ağır metal içerikleri de düzenli olarak izlenmelidir. Daha sonra toprak ve bitkideki ağır metal sonuçları termik santrallerin etrafındaki köylerde yaşayan insanlarla paylaşılmalıdır.

Teşekkür: Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2016-1047.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Agrawal, P., Mittal, A., Prakash, R., Kumar, M., Singh, T.B., Tripathi, S.K., 2010. Assessment of contamination of soil due to heavy metals around coal fired thermal power plants at Singrauli Region of India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 85: 219–223.
- Akbay, C., Aytop, H., Dikici, H., 2022. Evaluation of radioactive and heavy metal pollution in agricultural soil surrounding the lignite-fired thermal power plant using pollution indices. *International Journal of Environmental Health Research*. 19:1-2.
- Ateş, Ö., Taşpınar, K., Yalçın, G., Kızılaslan, F., Pınar, M.Ö., Toprak, S., Alveroğlu, V., Yavuz, R., Özen, D., 2022. Ecological and contamination assessment of soil in the region of coal-fired thermal power plant. *International Journal of Environmental Health Research* <https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2108384>
- Bozcu, M., Akgün, F., Gürdal, G., Bozcu, A., Yeşilyurt, S.K., Karaca, Ö., Akkiraz, S.M., 2015. Evolution of Çan-Etili (Çanakkale-NW Turkey) lignite basin: Sedimentology, petrology, palynology and lignite characterization. *Int. J. Sediment Res.* 30: 190–207.
- Cujic, M., Dragovic, S., Dordevic, M., Dragovic, R., Gajic, B., 2016. Environmental assessment of heavy metals around the largest coal fired power plant in Serbia. *Catena*. 139: 44-52.
- ESRI, 2009. Environmental Systems Research Institute Inc. ArcGIS 10.1: Getting Started with ArcGIS Available online: http://downloads.esri.com/support/documentation/ao_/1003Getting_Started_with_ArcGIS.pdf (Erişim Tarihi: 12.07.2022).
- Gee, G. W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J. H., Topp, G. C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods*. 255–293. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

- Haktanır, K., Sözüdoğru Ok, S., Karaca, A., Arcak, S., Çimen, F., Topçuoğlu, B., Türkmen, C., Yıldız, H., 2010. Muğla-Yatağan termik santrali emisyonlarının etkisinde kalan tarım ve orman topraklarının kirlilik veri tabanının oluşturulması ve emisyonların vejetasyona etkilerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi. 2 (1): 13-30.
- Hu, X., Zhang, Y., Ding, Z. H., Wang, T. J., Lian, H. Z., Sun, Y. Y., Wu, J. C., 2012. Bioaccessibility and health risk of arsenic and heavy metals (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn and Mn) in TSP and PM_{2.5} in Nanjing, China. *Atmospheric Environment*. 57: 146–152
- Huang, X., Hu, J., Qin, F., Quan, W., Cao, R., Fan, M., Wu, X., 2017. Heavy metal pollution and ecological assessment around the Jinsha Coal-Fired Power Plant (China). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 14:1589.
- Joshy, G., Reginald, E. M., Lal, C.R., Tarit, B. D., Tofan, K. R., Mahesh, M., 2015. Human exposure risks for metals in soil near a coal-fired power-generating plant. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 68: 451-461.
- Kabata-Pendias, A., 2011. Trace Elements of Soils and Plants, fourth ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, USA, p. 505.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003. Metallerin çevresel etkileri -I. *Metaller Dergisi* 136: 47-53.
- Keegan, T.J., Farago, M.E., Thornton, I., Bing H., Colvile, R.N., Pesch, B., Jakubis, P., Nieuwenhuijsen, M.J., 2006. Dispersion of As and selected heavy metals around a coal-burning power station in central Slovakia. *Science of the Total Environment* 358: 61– 71.
- Koca, Y.K., 2019. Termik santralin çevresel kirlenici etkisinin toprak kirlilik yönetmelikleri çerçevesinde değerlendirilmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(Ek Sayı 1): 148-153.
- Lermi, A., Sunkari, E. D., 2021. Pollution and probabilistic human health risk assessment of potentially toxic elements in the soil-water-plant system in the Bolkar mining district, Niğde, south-central Turkey. *Environmental Science and Pollution Research* <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15398-w>
- Linnik, V.G., Minkina, T.M., Bauer, T.V., Saveliev, A.A., Mandzhieva, S.S., 2019. Geochemical assessment and spatial analysis of heavy metals pollution around coal-fired power station. *Environmental Geochemistry and Health* 42: 4087–4100. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00361-z>
- Long, Z., Huang, Y., Zhang, W., Shi, Z., Yu, D., Chen, Y., Liu, C., Wang, R., 2021. Effect of different industrial activities on soil heavy metal pollution, ecological risk, and health risk. *Environmental Monitoring and Assessment* 193: 20. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08807-z>
- Lu, X., Zhao, C., Chen, C., 2013. Environmental assessment of heavy metal and natural radioactivity in soil around a coal-fired power plant in China. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 295: 1845-1854.
- Mandal, S., Bhattacharya, S., Paul, S., 2022. Assessing the level of contamination of metals in surface soils at thermal power area: Evidence from developing country (India). *Environmental Chemistry and Ecotoxicology* 4: 37-49.
- MGM, 2018. Çanakkale iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (yayınlanmamış).
- Minkina, T., Konstantinova, E., Bauer, T., Mandzhieva, S., Sushkova, S., Chaplygin, V., Burachevskaya, M., Nazarenko, O., Kızılkaya, R., Gülser, C., Maksimov, A., 2021. Environmental and human health risk assessment of potentially toxic elements in soils around the largest coal-fired power station in Southern Russia. *Environmental Geochemistry and Health* 43: 2285-2300.
- Muller, G., 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal* 2: 103-118.
- Mutluay, İ., 2020. Kaz Dağları'nın Çıığı. *Suyun ve Rüzgarın Şehri: Çanakkale*. 315-323 ss. Editör: Dizman, İ., İletişim Yayınları 2912, Memleket Kitapları 37, İstanbul.
- Nelson, R.E., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks, D. L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. 961-1010. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Olumuyiwa, O. O., Simiso, D., Omotayo, R. A., Mathew, M.N., 2014. Assessing the enrichment of heavy metals in surface soil and plant (*Digitaria eriantha*) around coal-fired power plants in South Africa. *Environmental Science and Pollution Research* 21: 4686–4696.
- Özbolet, G., Tuli, A., 2016. Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi* 25(4):502-521.
- Özkul, C., 2016. Heavy metal contamination in soils around Tunçbilek Thermal Power Plant (Kütahya, Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment* 188(5): 284. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5295-2>
- Parlak, M., Taş, İ., Görgişen, C., Durak, E., 2017. Çan Termik Santrali etrafındaki topraklarda radyonüklitlerin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 5 (2): 45–53.
- Parlak, M., Tunçay, T., Botsou, F., 2022. Heavy metals in soil and sand from playgrounds of Çanakkale city (Turkey), and related health risks for children. *Sustainability* 14: 1145. <https://doi.org/10.3390/su14031145>

- Pastrana-Corral, M.A., Wakida, F.T., Temores-Pena, J., Rodriguez-Mendivil, D.D., Garcia-Flores, E., Pinon-Colin, T.D.J., Quinonez-Plaza, A., 2017. Heavy metal pollution in the soil surrounding a thermal power plant in Playas de Rosarito, Mexico. *Environmental Earth Sciences* 76: 583. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6928-7>.
- Rahmanian, M., Safari, Y., 2020. Contamination factor and pollution load index to estimate source apportionment of selected heavy metals in soils around a cement factory, SW Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1861252>.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D. L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. 417-436. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Savcı, S., 2012. An agricultural pollutant: Chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development* 3(1):77-80.
- Silva Junior, F.M.R., Ramires, P.F., Santos, M.D., Seus, E.R., Soares, M.C.F., Muccillo-Baisch, A.L., Mirlean, N., Baisch, P.R.M., 2019. Distribution of potentially harmful elements in soils around a large coal-fired power plant. *Environmental Geochemistry and Health* 41: 2131–2143.
- Tanic, M.N., Cujic, M., Dragovic, S., Dakovic, M., 2019. Ecological and health risk assessment of heavy metals pollution in soil around the Thermal Power Plant “Nikola Tesla A”. *Facta Universitatis. Series: Working and Living Environmental Protection* 16(2): 67-82.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks, D. L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. 475-490. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2005. Resmi Gazete Tarihi: 31.05.2015 Resmi Gazete Sayısı: 25831.
- Tsikritzis, L.I., Ganatsiosis, S.S., Duliu, O.G., Costas, V.K., Sawidis, T.D., 2002. Trace elements distribution in soil in areas of lignite power plants of Western Macedonia. *Journal of Trace and Microprobe Techniques* 20(2): 269-282.
- Turhan, Ş., Garad A.M.L., Haçerlioğulları, A., Kurnaz, A., Gören, E., Duran, C., Karataşlı, M., Altıkulaç, A., Savacı, G., Aydın, A., 2020. Ecological assessment of heavy metals in soil around a coal-fired thermal power plant in Turkey. *Environmental Earth Sciences* 79: 134. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-8864-1>
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 1996. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. (Revision 2).
- Wedepohl, K.H., 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 59(7):1217–1232.
- Yılmaz, Ş., 2017. Türkiye’ de termik santrallerin detaylı dökümü (envanteri) ve santraller hakkında genel bilgiler. *Türkiye’ de Termik Santraller 2017*. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: MMO/668, Ankara. ss.167-222.
- Yiğitbaş, E., Tunç, İ.O., 2020. Biga Yarımadası’nda Sakarya zonunun prekambriyen metamorfik kayaları; Geç ediyakaran gondwanaland aktif kıta kenarı. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 63: 277-302.
- Zhang, X., Yang, H., Sun, R., Cui, M., Sun, N., Zhang, S., 2022. Evaluation and analysis of heavy metals in iron and steel industrial area. *Environment, Development and Sustainability*. 24: 10997-11010.



Araştırma Makalesi/Research Article

Yaygın kullanılan bazı insektisitlerin *Thrips hawaiiensis* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae)'in farklı biyolojik dönemlerine laboratuvar koşullarında etkileri

Sekan Pehlivan^{1*}  Ekrem Atakan¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye
*Sorumlu yazar: spehlivan@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.10.2022

Kabul Tarihi: 08.11.2022

Öz

Türkiye’de ilk kez Mersin ilinde 2015 yılında limon ağaçlarında meyvelerde zararlı olarak saptanan Hawaii çiçek thrips, *Thrips hawaiiensis* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) kısa süre içerisinde Çukurova Bölgesi’ne yayılmıştır. Limon ağaçlarında bu zararlının mücadelesinde yaygın bir şekilde insektisit kullanılmaktadır. Bu çalışma ile Türkiye’de bazı turuncgil zararlılarına ve farklı ürünlerdeki thripslere karşı yaygın olarak kullanılan bazı insektisitlerin biyolojik etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. *Thrips hawaiiensis*’in hem ergin hem de 2. dönem larvalarına karşı insektisitlerin etkileri daldırma metodu kullanılarak saptanmıştır. Bu amaçla tüm ilaçların başka zararlılar için önerilen dozlarına fasulye meyveleri daldırılmış ve kuruduktan sonra her tüpe ayrı ayrı 10’ar adet ergin dişi birey ve 2. dönem thrips larvaları aktarılmıştır. Insektisit biyoassayleri 25°C sıcaklık, %60 nem ve 16:8 (Aydınlık: Karanlık) koşullara sahip iklim kabinlerinde yürütülmüş ve 24 saat sonra ölüm oranları kaydedilmiştir. Insektisit biyoassayleri sonucunda; emamectin benzoate 0.025 g em (etkili madde/ L), spinetoram 0.075 ml em (etkili madde/ L) ve spinosad 0.20 ml em (etkili madde/ L)etken maddeli insektisitler hem ergin hem de larvalarda % 100 ölüme yol açmıştır. Sulfoxaflorun larvalara etkisi %66.47, abamectinin ise %20.83 olarak kaydedilmiştir. Diğer insektisitlerin hem ergin hem de larvalara etkileri %20’nin altında kalmıştır. Elde edilen sonuçlar, *T. hawaiiensis*’in mücadelesinde kullanılan insektistlerin seçiminde ve sürdürülebilir thrips mücadele programları oluşturulmasında faydalı bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hawai çiçek thrips, etkinlik, insektisit, limon, Türkiye.

Effects of some Commonly used Insecticides on different Life Stages of *Thrips hawaiiensis* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae) under Laboratory Conditions

Abstract

Hawaiian flower thrips, *Thrips hawaiiensis* Morgan (Thysanoptera: Thripidae), which was firstly detected in lemons as a detrimental pest in Mersin in 2015, spread to the Çukurova Region recently. The control of this pest relies on the using of insecticide in lemons. With this study, the biological activity of some insecticides that widely used against some citrus pests and thrips in different crops in Türkiye, on *T. hawaiiensis* was determined under laboratory conditions. The effects of insecticides on both adult and 2nd instar larvae of *T. hawaiiensis* were detected using the dip method. For this aim, bean fruits were dipped into the recommended doses for other pests of all insecticides and following the drying of the beans, 10 adult female individuals and 2nd instar thrips larvae were transferred to each tube separately. The insecticide bioassays were carried out in climate cabinets at 25°C, 60% humidity, and 16:8 (Light: Dark) conditions, and mortality rates were recorded after 24 hours. With this study; the effectiveness of emamectin benzoate 0.025 g active ingredient/ L, spinetoram 0.075 ml active ingredient/ L and spinosad 0.20 ml active ingredient/ L were found 100%. The effect of Sulfoxaflor and Abamectin on larvae was recorded as 66.47% and 20.83% respectively. The effectiveness of other insecticides on both adults and larvae was found below 20%. These findings may provide useful information in the selection of insecticides used in the control of *T. hawaiiensis* and in establishing sustainable thrips control programs.

Keywords: Hawaiian flower thrips, effectiveness, insecticide, lemon, Türkiye.

Giriş

Dünyada yaklaşık 103 milyon ton üretim ile turunçgiller en fazla üretilen meyve grubundan biridir. Brezilya en büyük üretici ülke konumunda olup onu sırasıyla ABD, Çin, Meksika, İspanya ve Hindistan izlemektedir (FAO, 2021). Türkiye yaklaşık 1.661.687 dekar alanda yapılan 5.36 milyon tonluk üretim ile Akdeniz ülkeleri içerisinde önemli bir turunçgil üreticisi konumundadır. Türkiye turunçgil üretiminin %34'ü mandarin, % 32'si portakal, % 29'u limon ve % 5'i altıntoptur. Çukurova Bölgesi ise bu üretimin yaklaşık % 78'lik kısmını karşılamaktadır (TUIK, 2021). Yapılan bu üretimin yanında turunçgil alanlarında ekonomik kayıp meydana getiren pek çok hastalık, zararlı ve yabancı ot bulunmaktadır (Uygun ve ark., 2010). Saptanan türler arasında Thysanoptera takımına bağlı thrips türleri de özellikle 2015 yılından sonra ön plana çıkmaya başlamıştır. Özellikle *Frankliniella*, *Scirtothrips* ve *Thrips* cinslerine ait olan türlerin ekonomik anlamda en çok zarar meydana getiren yayılcı türler oldukları bilinmektedir (Morse ve Hoodle, 2006; Marullo ve De Grazia, 2017). Oldukça geniş konukçu dizisine sahip olmaları, kısa sürede çok fazla sayıda döl vermeleri, farklı iklim koşullarına çabuk adapte olmaları ve rüzgâr ile kolayca uzun mesafelere taşınmaları bu gruba bağlı türlerin önemini daha da arttırmaktadır (Morse ve Hoodle, 2006). Ülkemizde Thysanoptera faunasına yönelik çalışmalar ağırlıklı olarak Antalya ilinde yürütülürken (Tunç, 1990; Tunç, 1991; Tunç, 1992), Manisa ilindeki bağlarda da thrips faunası ortaya çıkarılmıştır (Özsemerci ve ark., 2006). Bunun yanında Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgillerde de thrips türleri belirlenmiştir (Nas ve ark., 2007; Ölçülü, 2014; Atakan ve ark., 2015; Atakan ve Pehlivan, 2020; Atakan ve ark., 2021). Ülkemizde ilk kez Mersin ilinde 2015 yılında limonlarda saptanan Hawaii çiçek thripsisi olarak da bilinen *Thrips hawaiiensis* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) kısa süre içerisinde Çukurova Bölgesine yayılmıştır (Atakan ve ark., 2015; Pehlivan ve Atakan, 2017). *Thrips hawaiiensis*'in Hindistan'da, elma, turunçgil, kahve, mango, şeftali ve diğer ürünlerde (Ananthkrishnan, 1984) ve Avusturya'da muzlarda (Palmer ve Wetton, 1987) zararlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Taiwan'da da turunçgillerde bu türün özellikle çiçeklerde yoğun bir şekilde kümelendiği ve bunun sonucunda çiçek ile genç meyvelerde zarar yaptığı bildirilmiştir (Chiu ve ark., 1991). Türkiye'de ise Atakan ve ark. (2015) zararlıının erginlerinin esas olarak çiçeklerde, larvalarının ise çoğunlukla genç meyvelerde olduğunu saptamışlardır. *Thrips hawaiiensis* çiçeklerde ve meyvelerde nokta şeklinde gümüşümsü-bronzlaşmış lekeler, yara dokusuna, nekrozlara ve şekil bozukluklarına sebep olmaktadır (Goldarazena, 2011). Polen ile beslendiği için çiçeklerde dölleme ile ilgili problemler de ortaya çıkabilmektedir. Mersin İli Erdemli ilçesindeki özellikle yediveren" türü (Lamas- Kütiken) limonlarda *T. hawaiiensis*'in neden olduğu lekeli meyve oranının %25'lere ulaştığı bildirilmiştir (Atakan ve ark., 2015). Aynı bölgede 2018 ve 2019 yıllarında yapılan diğer bir çalışmada da lekeli meyve oranının %28-36 arasında değiştiği ve bu türün ana zararlı türlerden olduğu bildirilmiştir (Atakan ve ark., 2021). Bu zararlıının müdadelesinde yaygın bir şekilde insektisit kullanılmaktadır. Fakat Türkiye'de turunçgillerde thripslere karşı ruhsatlı ilaç bulunmamaktadır. Bununla birlikte; *T. hawaiiensis*'in yaygın olarak görüldüğü ve sorun olduğu bahçelerde, Türkiye'de değişik kültür bitkilerinde thripslere karşı kullanılan ruhsatlı insektisitler (örneğin şeftali/nektarin ağaçlarında) kullanılmaktadır. Çiçek thripslerinin, bitkilerde çiçek organları içerisinde gizlenmeleri, yumurtalarını bitki dokusunun içerisine bırakmaları, prepupa ve pupa gibi biyolojik dönemlerini gizli yerlerde geçirmeleri ve hızlı bir şekilde çoğalmaları bu türlere karşı kimyasal mücadele uygulamalarını güçleştirmektedir. Ayrıca çiçek thripslerinden özellikle *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'nin yoğun olarak kullanılan insektisitlere karşı hızlı bir şekilde direnç geliştirdiği de bildirilmiştir (Bielza ve ark., 2007; Dağlı ve Tunç, 2007; Reitz ve ark., 2011; Sparks ve ark., 2012; Wu ve ark., 2017; Wan ve ark., 2018). *Thrips hawaiiensis*'e karşı ilaçların biyolojik etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Fu ve ark. (2018), *T. hawaiiensis*'in laboratuvarında spinetorama karşı hızlı bir şekilde direnç geliştirdiğini fakat bu direncin insektisite olan maruziyet azaldığında hızla düştüğünü bildirmişlerdir. Çin'de *T. hawaiiensis*'in 13 farklı popülasyonunun cyantraniliprole ve spirotetramat'a hassas olduğunu, iki popülasyonun ise imidacloprid, acetamiprid, abamectin ve spinetoram'a orta düzeyde dirençli olduğunu bildirmişlerdir (Fu ve ark., 2019). Lin ve ark. (2021) ise abamectin, acetamiprid, emamectin benzoate, cyetpyrafen ve indoxacarbın *T. hawaiiensis*'e karşı etkinliğinin yüksek olduğunu saptamışlardır. Ancak, bu zararlıya karşı, Türkiye'de insektisitlerin etkileri konusunda henüz çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bağlamda ülkemizde bazı turunçgil zararlılarına ve farklı ürünlerde thripslere karşı yoğun olarak kullanılan insektisitlerin *T. hawaiiensis* üzerindeki etkisinin belirlenerek mücadele çalışmalarına katkı verilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem***Thrips hawaiiensis* Üretimi**

Özellikle thripsin problem olduğu limon alanlarından (Erdemli/Mersin) toplanan *T. hawaiiensis* bireyleri laboratuvarda Murai ve Ishii (1982)'nin yöntemi değiştirilerek kültüre alınmış ve stok kültür oluşturulmuştur. Bireyler, 500 ml'lik kapak kısmı hava almaları için kesilmiş ve tülle kaplanmış şeffaf plastik kültür kaplarında, 25°C sıcaklık, %60 nem ve 16:8 (A:K) koşullara sahip iklim kabinlerinde üretilmiştir. Bu bireylere beslenmeleri için Typha poleni ve yumurta bırakmaları için de taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) meyveleri verilmiştir. Denemeler yapılmadan önce thripsler laboratuvarda en az bir döl üretilmişlerdir.

Laboratuvar Bioassayleri**Kullanılan İlaçlar**

Bu çalışmada çoğunlukla batı çiçek thrips (*F. occidentalis*), bağ thripsleri ve soğan thripsine (*Thrips tabaci* Lindeman) karşı değişik ürünlerde kullanılan insektistler (turuncgiller hariç) denenmiştir. Ayrıca turuncgilde çoğunlukla emici böceklerle karşı ruhsatlı olan bazı ilaçlara da yer verilmiştir. Kullanılan ilaçlar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Table 1. Some information of insecticides used in the laboratory bioassay

Çizelge 1. Laboratuvar biyoassaylerinde kullanılan ilaçlar hakkında bazı bilgiler

Aktif madde	Ticari isim, Formülasyon ve Firma İsmi	Doz	Etki biçimi sınıflaması ve grubu
Abamectin	Avirmec 18 g/l EC, Koruma	25 ml/100 Lt su ¹	Glutamat Kapılı Klorid Kanal Allosterik Düzenleyicileri, 6, Avermektin
Emamectin benzoate	Surrender 5 SG, Agrobest	50 g /100 Lt su ²	Glutamat Kapılı Klorid Kanal Allosterik Düzenleyicileri, 6, Avermektin
Novaluron	Rimon Supra, 10 SC, Adama	60 g /100 Lt su ³	Kitin Biosentezini Engelleyiciler, 15, Benzoiil üreler
Spinosad	Laser 480 g/l SC, Dow AgroSciences	20 ml / 100 Lt su ⁴	Nikotinik Asetil Kolin Reseptör Allosterik Düzenleyiciler, 5, Spinosinler
Spinetoram	Delegate 250 WG, Corteva	30 g / 100 Lt su ⁵	Nikotinik Asetil Kolin Reseptör Allosterik Düzenleyiciler, 5, Spinosinler
Spirotetramat	Movento SC 100, Bayer	75 ml/100 Lt su ⁶	Asetil CoA Karboksilaz Engelleyicileri, 23, Tetronik ve tetramik asit türevi
Sulfoxaflor	Breaker 240 SC, Dow AgroSciences	20 ml/100 Lt su ⁷	Nikotinik Asetilkolin Reseptör Düzenleyicileri, 4C, Sulfoksiminler

¹Narenciyede Pas bücüsü için önerilen doz, ²Bağda bağ tripsleri için önerilen doz, ³Elmada elma içkurdu için önerilen doz, ⁴Biber, patlıcan ve bağda thripsler için önerilen doz, ⁵Şeftali ve nektarinde çiçek thripsleri için önerilen doz, ⁶Turuncgillerde kabuklubitler için önerilen doz, ⁷Turuncgillerde unlubit için önerilen doz

İnsektisit Uygulaması

Thrips hawaiiensis'in hem ergin hem de 2. dönem larvaları üzerinde insektisitlerin etkileri daldırma metodu kullanılarak belirlenmiştir (IRAC, 2009). Bu amaçla tüm ilaçların Tablo 1'de belirtilen zararlılar için önerilen dozlarının (etkili madde/L)ilaç konsantrasyonları 100 ml olacak şekilde saf su kullanılarak plastik bardaklarda (500 ml) hazırlanmıştır. Denemelerde kullanılmadan önce taze fasulyeler %2'lik sodyum hipoklorid ortamında 10 s. süre ile bekletilmiş ve böylelikle yüzeylerinde olası ilaç kalıntıları temizlenmiştir. Sonrasında su ile tekrar yıkanmış ve kurutulmuştur. Daha sonra 5 cm uzunluğunda kesilen fasulye meyveleri ilaç solüsyonlarına 10 sn süre ile daldırılmış ve kurumaları için 30 dk. süre kurutma kağıtlarının üzerinde bekletilmişlerdir. Kontrol uygulamalarında ise fasulye meyveleri sadece suya daldırılmış ve kurumaya bırakılmıştır. Fasulyeler kuruduktan sonra falcon tüp (50 cc) içerisine yerleştirilmiş ve ergin denemeleri için her tüpe 10 adet dişi thrips bireyi, larva denemeleri için ise her tüpe 10 adet 2. dönem thrips larvaları emgi tüpü

yardımıyla aktarılmıştır. Tüpler 25°C sıcaklık, %60 nem ve 16:8 (A:K) koşullara sahip iklim kabinlerine yerleştirilmiş ve 24 saat sonra ölüm oranları kaydedilmiştir. Kontrol denemelerindeki ölüm oranları %10'un altında belirlenmiştir. Tüm denemeler 5 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Thrips bireylerine ince uçlu samur fırça yardımıyla dokunularak ölüp ölmedikleri belirlenmiştir. Hareketsiz olan bireyler ölü olarak kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Laboratuvar insektisit testlerinde *T. hawaiiensis* ergin ve 2. dönem larvaları için elde edilen veriler Abbott formülüyle kontrole göre düzeltilerek % ölüm oranları tespit edilmiştir (Abbott, 1925). Ayrıca ilaçlama sonrası ortalama canlı ve ölü birey sayıları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD testine göre $P \leq 0.05$ önem seviyesinde belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde SPSS, 21 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmaya dahil edilen aktif maddelerin laboratuvar koşullarında *T. hawaiiensis* larvalarına karşı biyolojik etkinliği ile ilgili sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. 24 saat sonunda elde edilen veriler sonucunda; emamectin benzoate, spinetoram ve spinosad larvaların tamamını öldürmüştür. Sulfoxaflor %66.47; Abamectin ise %20.83 oranlarında ölüme yol açmıştır. Diğer insektisitlerin larva üzerindeki ölüm oranı %10'un altında kalmıştır (Çizelge 2).

Table 2. The biological effects of different insecticides on Thrips hawaiiensis 2nd stage larvae under laboratory conditions

Çizelge 2. Laboratuvar koşullarında farklı insektisitlerin Thrips hawaiiensis'in ikinci dönem larvalarına karşı biyolojik etkileri

Uygulamalar	Canlı birey sayısı* (Ort.± Std. Hata)	Ölü birey sayısı (Ort.± Std. Hata)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%)
Abamectin	7.60±0.75a	2.40±0.75c	20.83
Emamectin benzoate	0.0±0.00c	10.0±0.00a	100.00
Novaluron	8.80±0.58a	1.20±0.58	8.33
Spinetoram	0.0±0.00c	10.0±0.00a	100.00
Spinosad	0.00±0.00c	10.0±0.00a	100.00
Spirotetramat	8.80±0.49a	1.20±0.49c	8.33
Sulfoxaflor	3.20±0.58b	6.80±0.58b	66.47
Kontrol	9.60±0.40a	0.40±0.40c	-

*Aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD testine göre $p \leq 0.05$ önem seviyesinde belirlenmiştir.

Aynı insektisitlerin *T. hawaiiensis* erginlerine karşı biyolojik etkinliği ile ilgili veriler de Çizelge 3'de gösterilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda; larva denemeleri ile benzer şekilde; emamectin benzoate, spinetoram ve spinosad etken maddeli insektisitler erginlerin tamamını öldürmüştür. Spirotetramat'ın biyolojik etkisi %18 olarak kaydedilmiştir.

Table 3. The biological effects of different insecticides on Thrips hawaiiensis adults under laboratory conditions

Çizelge 3. Laboratuvar koşullarında farklı insektisitlerin Thrips hawaiiensis erginlerine karşı biyolojik etkileri

Uygulamalar	Canlı birey sayısı* (Ort.± Std. Hata)	Ölü birey sayısı (Ort.± Std. Hata)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%)
Abamectin	9.8±0.20ab	0.2±0.20bc	2.00
Emamectin benzoate	0.0±0.00c	10.0±0.00a	100.00
Spirotetramat	8.2±0.58b	1.8±0.58b	18.00
Novaluron	8.6±0.60ab	1.40±0.60bc	14.00
Spinetoram	0.0±0.00c	10.0±0.00a	100.00
Spinosad	0.0±0.00c	10.0±0.00a	100.00
Sulfoxaflor	9.2±0.58a b	0.80±0.58bc	8.00
Kontrol	10.0±0.00a	0.0±0.00c	-

*Aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD testine göre $p \leq 0.05$ önem seviyesinde belirlenmiştir.

Diğer ilaçların ölüm oranı %10'un altında kalmıştır. Larvalara karşı %66.47 düzeyinde ölüm oranına neden olan sulfoxaflorun'un erginler üzerindeki en yüksek ölüm oranı %8'dir.

Tarımsal alanlarda en önemli zararlılardan olan thripslerin kontrolünde en fazla kullanılan yöntem kimyasal mücadeledir. Fakat insektisitlerin sık sık ve yüksek dozlarda kullanılması, pek çok thrips türünde çeşitli insektisit sınıflarına karşı yaygın bir şekilde direnç gelişimine yol açmıştır (Bao ve ark., 2014; Nazemi ve ark., 2016). Bu bağlamda, ilk olarak thrips mücadelesinde kullanılan insektisitlerin biyolojik etkinlikleri ve sonrasında da direnç durumlarının belirlenmesi bu zararlılar ile mücadele çalışmalarına yön vermesi açısından önem arz etmektedir. Bu konuda özellikle 2015 yılından sonra Mersin ili Erdemli ilçesi limon üretim alanlarında ana zararlılardan biri olan *T. hawaiiensis* ile ilgili çalışma henüz yoktur. Lin ve ark. (2021) abamectin, acetamiprid, emamectin benzoate, cyetpyrafen ve indoxacarb'ın *T. hawaiiensis*'in erginlerine karşı etkinliğinin yüksek olduğunu saptamışlardır. Bu çalışma ile de emamectin benzoate, spinetoram ve spinosad etken maddeli insektisitlerin limonlardaki *T. hawaiiensis*'e karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 1; Çizelge 2). Sonuçlar benzerlik gösterse de bu çalışmada abamectin etkisiz bulunmuştur. Bunun sebebinin doz farklılığı, kullanılan yöntem farklılığı ve ayrıca farklı popülasyonların denemelerde kullanılmasıyla ilgisi olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada biyolojik etkinliği yüksek bulunan insektisitlerden spinosad ve spinetoram, turuncgil dışında değişik ürünlerde thrips mücadelesinde tavsiye edilmektedirler. Fakat spinosin grubu içerisinde yer alan bu iki insektisit kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Nitekim, Fu ve ark. (2018) laboratuvar koşullarında spinetoram direncini araştırdıkları çalışmada, hassas popülasyonlara göre direncin 103.56 kat arttığını, fakat bu direncin insekte olan maruziyet azaldığında hızla düştüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde, *T. hawaiiensis*'in imidacloprid, abamectin ve spinetoram'a karşı direnç durumlarının mevsimsel ve yıllık analizleri, arazi koşullarında direncin bir sezon içinde hızlı bir şekilde geliştiğini, ancak sonraki sezonlarda direncin stabil olmadığını göstermiştir (Fu ve ark., 2019). Mevcut veriler, *T. hawaiiensis*'te insektisit direncinin coğrafi ve zamansal dağılımları arasında dirençte bir dalgalanma olduğunu göstermektedir. Türkiye'de bu türe karşı kullanılan ilaçların direnci konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Olası direnç problemi ile karşılaşmamak için insektisit direnç yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde fayda görülmektedir. İnsektisit direnç yönetimi programları temel olarak çapraz direnç sorunlarından kaçınmak için farklı etki mekanizmasına sahip insektisitlerin dönüşümlü olarak kullanılmaları ve özellikle karışım şeklindeki uygulamalardan kaçınılması esasına dayanmaktadır (Bielza, 2008; Gao ve ark., 2012; Wu ve ark., 2017). Bu bağlamda, üreticilerin etiket bilgilerindeki uyarıları dikkate almaları ve bir sezon boyunca aynı sınıfta yer alan aynı etki mekanizmine sahip aktif maddeleri peşi sırakullanmaktan kaçınmaları gerekmektedir. Ayrıca, insektisit kullanımını azaltmak ve thripslere karşı etkili olan aktif maddelerin biyolojik etkilerini sürdürmelerini sağlamak için, farklı mücadele yöntemlerini içeren entegre mücadele uygulamalarına ağırlık verilmelidir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada bazı yaygın kullanılan insektisitlerin *T. hawaiiensis*'in Mersin popülasyonu üzerindeki etkinlikleri laboratuvar koşullarında belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, *T. hawaiiensis*'in mücadelesinde kullanılacak insektistlerin seçiminde ve sürdürülebilir thrips mücadele programlarının oluşturulmasında faydalı bilgiler sağlayabilir. Bu çalışmadaki bulgular laboratuvar koşullarında thripslerin 1 gün boyunca ilaç kalıntılarında maruz bırakıldığı testlere dayalıdır, insektisitlerin arazi koşullarındaki performansları için ayrıca saha denemeleri yapılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışmayı FBA-2018-10133 proje numarası ile destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

- Ananthkrishnan, T.N., 1984. Bioecology of Thrips. India Publishing House, Oak Park, Michigan (USA), 233 pp.
- Atakan, E., Ölçülü, M., Pehlivan, S., Satar, S., 2015. Türkiye’de yeni zararlı bir thrips türü: *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae). Türk. Entomol. Bült. 5: 77-84.
- Atakan, E., Pehlivan, S. 2020. A harmful thrips species on lemon in the eastern Mediterranean Region of Turkey: *Thrips hawaiiensis* (Morgan)(Thysanoptera: Thripidae). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 23(1):19-25.
- Atakan, E., Pehlivan, S., Achiri, T. D., 2021. Pest status of the Hawaiian flower thrips, *Thrips hawaiiensis* (Morgan)(Thysanoptera: Thripidae) in lemons in the Mediterranean region of Turkey. Phytoparasitica. 49(4): 513-525.
- Bao, W. X., Narai, Y., Nakano, A., Kaneda, T., Murai, T., Sonoda, S., 2014. Spinosad resistance of melon thrips, *Thrips palmis* conferred by G275E mutation in $\alpha 6$ subunit of nicotinic acetylcholine receptor and cytochrome P450 detoxification. Pestic. Biochem. Physiol. 112:51-55.
- Bielza, P., 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Pest Manag. Sci. 64:1131-1138.
- Bielza, P., Quinto, V., Contreras, J., Torne, M., Martin, A., Espinosa, P.J., 2007. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. Pest Manag. Sci. 63(7):682-687.
- Chiu, H. T., Shen, S. M., Wu, M. Y., 1991. Occurrence and damage of thrips in Citrus orchards in southern Taiwan. Chinese J. Entomol. 11: 310-316.
- Dağlı F., Tunç, İ. 2007. Insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) collected from horticulture and cotton in Turkey. Australian J. Entomol. 46: 320-324.
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organisation of the United States. <https://www.fao.org/statistics/en/> (Erişim tarihi: 23.10.2022).
- Fu, B., Li, Q., Qui, H., Tang, L., Zeng, D., Liu, K., Gao, Y., 2018. Resistance development, stability, cross-resistance potential, biological fitness and biochemical mechanisms of spinetoram resistance in *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae). Pest Manage. Sci. 74:1564-1574.
- Fu, B., Qiu, H., Li, Q., Tang, L., Zeng, D., Liu, K., Gao, Y., 2019. Analysis of seasonal and annual field-evolved insecticide resistance in populations of *Thrips hawaiiensis* in banana orchards. J. Pest Sci. 92(3): 1293-1307.
- Gao, Y. L., Lei, Z. R., Reitz, S. R., 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms, and management strategies. Pest Manag. Sci. 68:1111-1121.
- Goldaranzena A., 2011. First record of *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips in Spain. Bulletin OEPP/EPPO. 41(2): 170-173.
- IRAC, 2009. IRAC Susceptibility Test Methods Series, Method No: 010 Version: 3 (June 2009). <https://irac-online.org/methods/frankliniella-occidentalis-adults/> (Erişim tarihi: 20.06.2018).
- Lin, T., Zeng, Z., Chen, Y., You, Y., Hu, J., Yang, F., Wei, H., 2021. Compatibility of six reduced-risk insecticides with *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) predators for controlling *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae) pests. Ecotoxicol. Environ. Saf. 226: 112812.
- Marullo, R., De Grazia, A., 2017. *Thrips hawaiiensis* a pest thrips from Asia newly introduced into Italy. Bull. Insectology. 70: 27-30.
- Morse, J. G., Hoddle, M. S., 2006. Invasion Biology of Thrips. Annu. Rev. Entomol.51:67-89.
- Murai, T., Ishii, T., 1982. Simple rearing method for flower thrips (Thysanoptera; Thripidae) on pollen. Japanese J. Appl. Entomol. Zool. 26: 149-154.
- Nas, S., Atakan, E., Elekçioğlu, N., 2007. Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgil alanlarında bulunan Thysanoptera türleri. Türk. Entomol. Derg. 31:307-316.
- Nazemi, A., Khajehali, J., Van Leeuwen, T., 2016. Incidence and characterization of resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides in *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in Isfahan, Iran. Pestic. Biochem. Physiol. 129:28–35
- Ölçülü, M., 2014. Doğu Akdeniz Bölgesi Turuncgil Bahçelerinde Thysanoptera Türleri ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Değişimleri ile *Pezothrips kellyanus* (Bagnall) (Thysanoptera:Thripidae)’un Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 107 sayfa.
- Özsemerci, F., Akşit T., Tunç, İ., 2006. Manisa ili bağ alanlarında saptanan thrips türleri ve önemli türlerin ilçelere göre dağılımları. Bitki Kor. Bült. 46: 51-63.
- Palmer, J. M., Wetton, M. N., 1987. A morphometric analysis of the *Thrips hawaiiensis* (Morgan) species group (Thysanoptera: Thripidae). Bull. Entomol. Res. 77(3): 397-406.
- Pehlivan, S., Atakan E., 2017. Thysanoptera (thrips) species on cultivated plants in Çukurova Region of Turkey. 5th Symposium on Palaearctic Thysanoptera. 26th-29th September 2017, Cracow, Poland.
- Reitz, S. R., Gao, Y. L., Lei, Z. R., 2011. Thrips: pests of concern to China and the United States. J. Integr. Agr. 10:867-892.

- Sparks, T.C., Dripps, J.E., Watson, G.B., Paroonagian, D., 2012. Resistance and cross-resistance to the spinosyns-a review and analysis. *Pestic. Biochem. Physio.* 102:1-10.
- Tunç, İ., 1990. Antalya'da bulunan avcı Thysanoptera türleri ve habitatları . Türkiye II. Biyolojik Mücadele kongresi Bildirileri, 26-29 Eylül 1990, 330 s.
- Tunç, İ., 1991. Studies on the Thysanoptera of Antalya IV. Thripidae Stephens-3. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4: 11-26.
- Tunç, İ., 1992. Studies on the Thysanoptera of Antalya II. Thripidae Stephens- Part 1. Türkiye Entomoloji Dergisi 16(1):33-46.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarımsal üretim istatistikleri. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> , (Erişim tarihi: 20.10.2022).
- Uygun, N., Ulusoy, M.R., Karaca İ., Satar, S., 2010. Meyve ve Bağ Zararlıları. Özyurt Matbaacılık, Adana, 347 sayfa.
- Wan, Y., Yuan, G., He, B., Xu, B., Xie, W., Wang, S., Zhang, Y., Wu, Q., Zhou, X., 2018. Focca6, a truncated nAChR subunit, positively correlates with spinosad resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Insect Biochem. Mol. Biol.* 99:1-10.
- Wu, S., Tang, L., Zhang, X., Xing, Z., Lei, Z., Gao, Y., 2017. A decade of a thrips invasion in China: lessons learned. *Ecotoxicology.* 27:1-7.



Research Article

Determination of Beneficial Insect Species in Thyme Fields of Manisa and Denizli Provinces

Çiğdem Şahin^{1*} 

¹ Lapseki Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, Lapseki, Çanakkale
Corresponding author's: cigdem.sahinyilmaz@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 19.01.2022

Kabul Tarihi: 09.11.2022

Abstract

This study was conducted with the purpose of determining the beneficial insect species in thyme fields in Salihli district of Manisa province and in Central, Güney, Çal, Buldan and Bekilli districts of Denizli province between 2013 and 2014. Insect samples were collected by visual control, sweeping nets, sampling frames and culturing methods. Common species from the study in Coleoptera order were determined as *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Coccinula quatuordecimpustulata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae), while *Aphidius* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Temelucha* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were determined in Hymenoptera order. The most common species *C. septempunctata* was found as 47 individuals in Manisa, while it was 45 in Denizli in 2013. The same species was found to have 74 individuals in Manisa and 12 individuals in Denizli in 2014. This situation is thought to be related to the number of samplings.

Keywords: Thyme, Beneficial insect, Sampling, *Coccinella septempunctata*.

Denizli ve Manisa İllerindeki Kekik Tarlalarında Faydalı Böcek Türlerinin Belirlenmesi Öz

Bu çalışma kekik alanlarında bulunan yararlı böcek türlerinin belirlenmesi amacıyla, Manisa ili Salihli ilçesi ve Denizli ili Merkez, Güney, Çal, Buldan ve Bekilli ilçelerinde 2013- 2014 yıllarında yürütülmüştür. Böcek örnekleri gözle kontrol, atrap ve çerçeve yöntemleri ile toplanmıştır. Çalışmalar süresince yaygın olarak tespit edilen Coleoptera takımına bağlı türler *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Coccinula quatuordecimpustulata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) ile Hymenoptera takımına bağlı *Aphidius* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Temelucha* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) olarak belirlenmiştir. En yaygın tür olan *C. Septempunctata*, 2013 yılında Manisa'da 47 adet, Denizli'de ise 45 adet olarak bulunmuştur. 2014 yılında ise aynı tür Manisa'da 74 adetken Denizli'de 12 adet olarak belirlenmiştir. Bu durumun örnekleme sayıları ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kekik, Faydalı böcek, Örnekleme, *Coccinella septempunctata*

Introduction

Thyme (*Origanum* spp.), which is a plant in Lamiaceae family of medicinal and aromatic plants, is used as a spice, beverage, paint and perfume since ancient times, in addition to its usage as a cure for some diseases. Because of the side effects of synthetic and chemical drugs, the usage of medicinal and aromatic plants has become widespread (Bayramoğlu et al., 2009; Bozdemir, 2019).

Thyme is one of the most important export products for Turkey. Turkey has the 40% of the thyme export in the world and its export quantity has reached to 59 million dollars in 2019 (Acun, 2020). Thyme, which is produced in high volumes in Denizli and Manisa provinces in recent years, is an important addition to the country's economy as an export product.

Some essential oils in medicinal and aromatic plants are used in management of agricultural pests, because of their repellent and toxic effects on these insect species (Kumar et al., 2011; Zoubiri

& Baaliouamer, 2014). However, these plants also have pest species that damage them and cause losses in quantity and quality of the harvested product. There is a limited amount of studies in literature about the pests and diseases on thyme, which is an important medicinal and aromatic plant. The pest species found on thyme are thyme aphid; *Aphis serpylli* Koch (Hemiptera: Aphididae), Miner beetle; *Apteropeda* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), *Tetranychus urticae* C.L. Koch (Arachnida: Tetranychidae), *Dasytiscus* spp. (Coleoptera: Dasytidae), *Asphondylia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) and *Haplothrips reuteri* Karny (Thysanoptera: Phlaeothripidae) (Rajabi Mazhar et al., 2011; Hashemi Khabir, 2012; Haghghian & Sadeghi, 2015).

Pests can cause between 4-9% yield losses in thyme if left uncontrolled (Nekrosiene, 2009). Control of pest species on medicinal and aromatic plants, like thyme, is difficult due to the side effects of synthetic pesticides both on human health and environment. Therefore, biological control of pests on medicinal and aromatic plants is crucial. The numbers of studies about the beneficial insects on thyme are also limited (Tezcan et al., 2003; Tezcan et al., 2006 and Wert, 2020). Thus, the aim of this study was to determine the beneficial insect species in thyme fields of Manisa and Denizli provinces in 2013 and 2014.

Materials and Methods

The main materials of the study were the beneficial insect species that collected on thyme fields of Denizli (Çal, Central, Güney, Akköy, Bekilli and Buldan districts) and Manisa (Salihli district) and cultivated thyme plants (*Origanum* spp. L.). Surveys were conducted with the method of Bora and Karaca (1970) in biweekly periods between May and August, in thyme production season of 2013 and 2014.

Insect samples were collected by checking 50 plants visually in each field, by 100 sweeping net sweeps and by throwing a 50x50 frame randomly in the field. Insects on plants were collected with the help of aspirators. Adult insects with soft bodies were placed in 70% alcohol and adult insects with rigid bodies were killed in killing jars, and then transferred to the laboratory in ice boxes. Preadult insects were transferred to the laboratory alive and cultured to get adult insects. All insect samples were prepared for identification in the laboratory and sent to the specialists.

Samplings were conducted in a total of 29 thyme fields in Poyrazdamları and Yeşilova villages of Manisa province and Gözler village of Central district, Adıgüzeller, Gündoğdu, Eziler villages of Güney district, Çamköy village of Buldan district, Kabalar village of Çal district and Bekilli district of Denizli Province.

Data evaluation

Data was evaluated by calculating the total number of beneficial insects in different locations for every beneficial insect species for each year. The graphics were constructed with this data set.

Results and Discussion

Beneficial Insect Species and Numbers in 2013

Beneficial insect species determined in thyme fields in 2013 are shown in Table 1. Most common species in Poyrazdamları and Yeşilova villages of Manisa were *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Coccinula quatuordecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae), *Stethorus gilvifrons* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) and *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

Coccinella septempunctata and *Aphidius* sp. were determined in all thyme fields of Denizli province. Also, these species were the only ones determined in Çal and Bekilli districts. *Temelucha* sp. and *Apanteles* sp. were only determined in Salihli district of Manisa and Güney district (Eziler village) of Denizli in 2013. Most common species was *C. septempunctata* in both provinces in 2013, which was followed by *Apanteles* sp. and *H. variegata* (Figure 1). Other species were only found in small numbers in both locations in the first year of the study.

Table 1. Occurrence of beneficial insects in thyme fields of Manisa and Denizli provinces in 2013

Order	Family	Species	Manisa			Denizli		
			Salihli	Merkez	Çal	Güney	Buldan	Bekilli
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	+	+	+	+	+	+
		<i>Hippodamia variegata</i> Goeze	+	+	-	+	+	-
		<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> L.	+	-	-	-	-	-
		<i>Stethorus gilvifrons</i> Mulsant	+	-	-	-	-	-
		<i>Scymnus</i> sp.	+	-	-	-	-	-
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Temelucha</i> sp.	+	-	-	+	-	-
	Braconidae	<i>Cotesia</i> sp.	+	-	-	-	-	-
		<i>Apanteles</i> sp.	+	-	-	+	-	-
	Aphidiidae	<i>Aphidius</i> sp.	-	+	+	+	+	+

+ Fields with beneficial insects
- Fields without beneficial insects

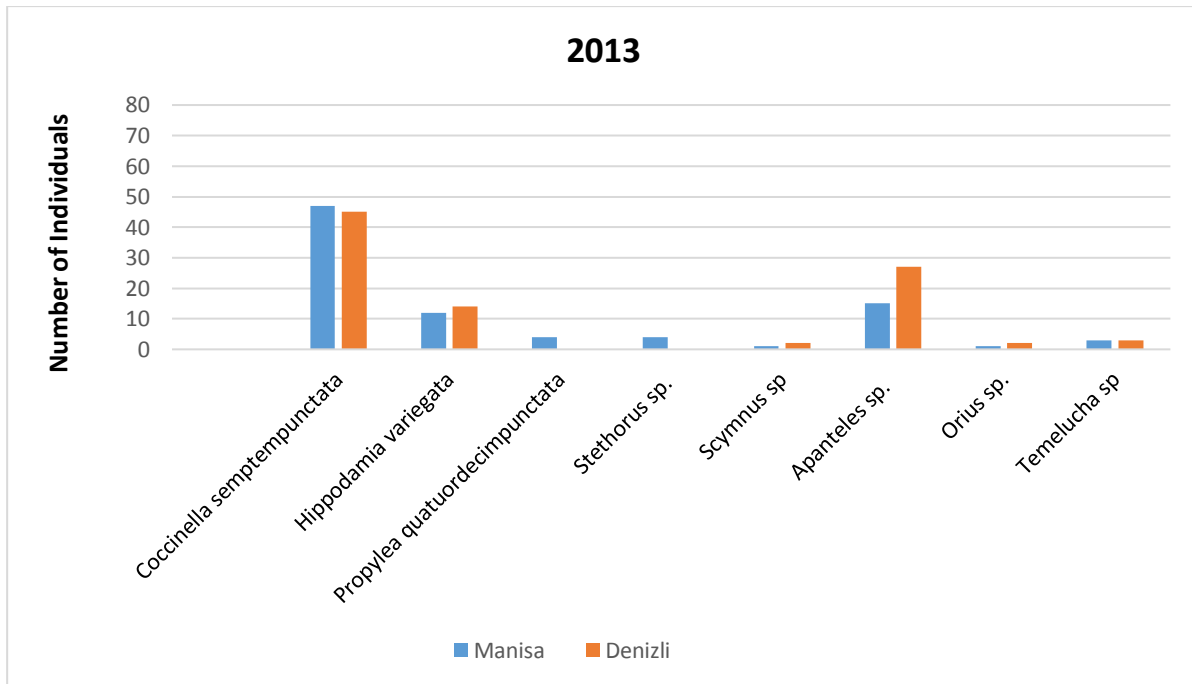


Figure 1. Total number of beneficial insects in Manisa and Denizli in 2013

Generally, beneficial insects have started to appear in the fields end of March and their numbers have tended to increase in parallel with the rising temperatures (Table 2). This was especially apparent with *C. septempunctata*, which first individuals were sampled at the end of March and the numbers of this species have increased until mid-June, when it started to decrease. This decrease was thought to be caused by the aestivation behavior of *C. septempunctata* adults in higher elevations in summer months (Özpınar et al., 2018).

Table 2. Occurrence of beneficial insects in thyme fields of Manisa and Denizli provinces in 2013

	<i>Coccinella septempunctata</i>		<i>Hippodamia variegata</i>		<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>		<i>Stethorus</i> sp.		<i>Scymnus</i> sp.		<i>Apanteles</i> sp.		<i>Orius</i> sp.		<i>Temelucha</i> sp.	
	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli
15.03.2013	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06.04.2013	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
19.04.2013	9	6	2	0	0	0	1	0	0	1	2	4	1	0	1	0
05.05.2013	13	5	0	3	0	0	1	0	0	0	2	3	0	0	0	1
18.06.2013	8	11	3	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
01.07.2013	3	5	1	4	0	0	0	0	1	1	4	3	0	0	0	0
22.07.2013	1	6	1	1	2	0	1	0	0	0	2	5	0	0	2	0
03.08.2013	1	7	4	1	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0
14.08.2013	3	3	1	1	0	0	1	0	0	0	3	5	0	0	0	0
Total	47	45	12	14	4	0	4	0	1	2	15	27	1	2	3	3

Beneficial Insect Species and Numbers in 2014

Beneficial insects found in thyme fields in 2014 are shown in Table 3. Common species found in Salihli district (Poyrazdamları and Yeşilova villages) of Manisa were *C. septempunctata*, *H. variegata*, *P. quatuordecimpunctata*, *S. gilvifrons*, *Orius* sp., *Nabis* sp. and *Trichogramma* sp.

In Denizli, the most common predator species was *C. septempunctata*. Other beneficial insect species in Denizli were *S. gilvifrons*, *Coccinula quatuordecimpustulata* L., *Nephus nigricans* Weise and *Orius* sp. (Figure 2). In all thyme fields in Manisa and Denizli provinces, *C. septempunctata* was the most common beneficial insect species in both years (Figure 2). Also, aphids, mites, leafhoppers and *Helicoverpa* sp. were found during sampling, which are prey to the determined predator insects.

Table 3. Occurrence of beneficial insects in thyme fields of Manisa and Denizli provinces in 2014

Order	Family	Species	Manisa			Denizli		
			Salihli	Merkez	Çal	Güney	Buldan	Bekilli
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	+	+	+	+	+	+
		<i>Hippodamia variegata</i>	+	-	-	-	+	-
		<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> L.	+	-	-	-	-	-
		<i>Stethorus gilvifrons</i> Mulsant	+	+	-	-	-	-
		<i>Coccinula quatuordecimpustulata</i> L.	-	+	-	-	+	-
		<i>Nephus nigricans</i>	-	+	-	-	-	-
Hemiptera	Nabidae	<i>Orius</i> sp.	+	+	-	-	-	-
	Anthocoridae	<i>Nabis</i> sp.	+	-	-	-	-	-
Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	+	-	-	+	+	-

+ Fields with beneficial insects

- Fields without beneficial insects

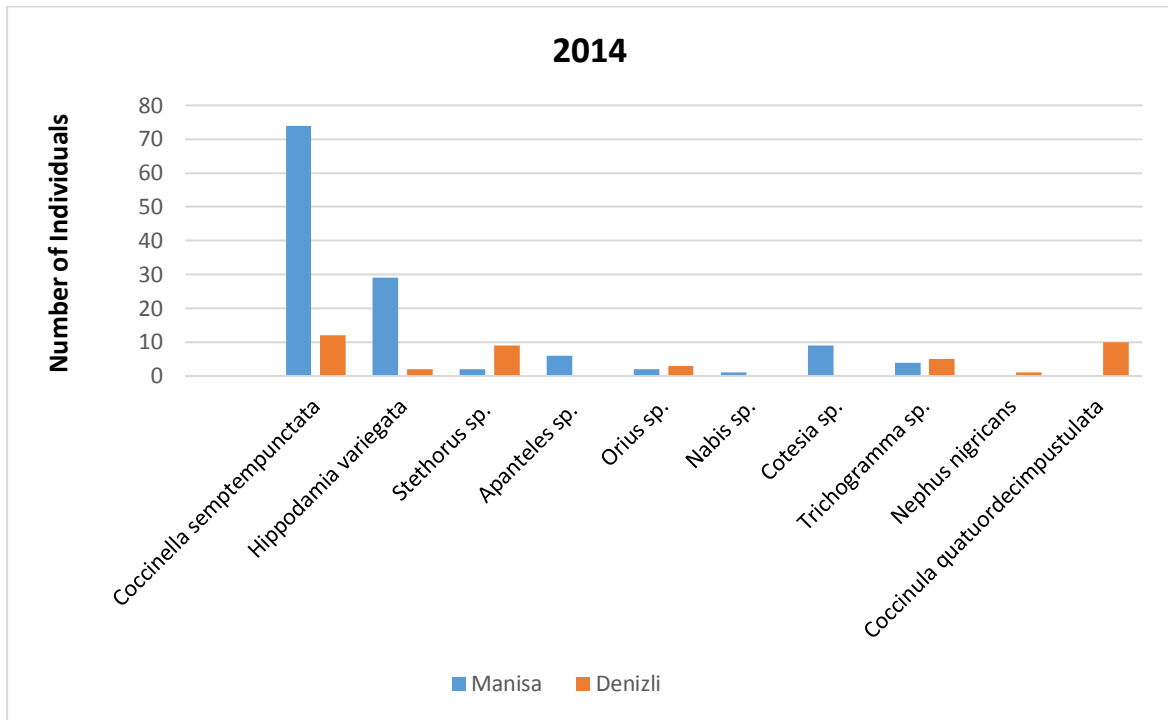


Figure 2. Number of beneficial insects in Manisa and Denizli in 2014

Contrary to the previous year, the number of *C. septempunctata* individuals was significantly higher in Manisa than Denizli in 2014. However, the fluctuations of the numbers in samplings were similar to 2013. Number of insects has increased with the passing of the seasons in parallel to the increase in temperatures. This change was evident with *C. septempunctata*, again. Like the previous year, it is thought to be the result of migration to aestivation sites.

Table 4. Number of beneficial species on sampling dates in Manisa and Denizli provinces in 2014

	<i>Coccinella septempunctata</i>		<i>Hippodamia variegata</i>		<i>Stethorus sp.</i>		<i>Apanteles sp.</i>		<i>Orius sp.</i>		<i>Nabis sp.</i>		<i>Cotesia sp.</i>		<i>Trichogramma sp.</i>		<i>Nephus nigricans</i>		<i>Coccinula quatuordecimpustulata</i>	
	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli	Manisa	Denizli
27.03.2014	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.04.2014	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.04.2014	15	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
02.05.2014	21	2	11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
12.06.2014	9	0	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4	0	0	2	0	0	0	3
19.06.2014	4	4	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
25.06.2014	5	2	1	0	0	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
03.07.2014	3	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
09.07.2014	1	1	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
Total	74	12	29	2	2	9	6	0	2	3	1	0	9	0	4	5	0	1	0	10

Tezcan et al. (2003), have found nine species of beneficial insects, which were *Scymnus frontalis* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus nderihensis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus quadriguttatus* Fürsch et Kreissl (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus rubromaculatus* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae), *N. nigricans* (Coleoptera: Coccinellidae), *Exochomus nigromaculatus* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae), *H. variegata* Goeze, *C. quatuordecimpustulata* and *C. septempunctata* in thyme fields of Salihli and Turgutlu districts of Manisa province. According Tezcan et al. (2006) *Agathis malvacearum* Latreille and *Chelonus longivertis* Tobias from Braconidae family of Hymenoptera were collected from Turgutlu and Salihli districts of Manisa. Also, Van Wert (2020) has reported insects from Syrphidae and Apidae families on the flowers of English Thyme plants. Atakan & Pehlivan (2018) have found six predatory insect species that *Orius niger* (Wolff) was the most common one on various medicinal and aromatic plants in Adana. Also, Ayten et al. (2020) have found that *Heliothis peltigera* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Noctuidae), which is a pest of thyme, is parasitized by *Aleiodes miniatus* (Herrich-Schäffer) (Hymenoptera: Braconidae).

As it can be seen in the results, the number of beneficial insects was generally higher in Manisa than Denizli. This finding is thought to be the result of the higher sampling numbers in Manisa. Because of the geographical distance of Denizli being longer than Manisa, it was possible to do more samplings in Manisa. This situation has reflected to the results as a higher total number of beneficial insects.

Conclusions

As the result of the study, it is concluded that beneficial species found in thyme fields have a high potential to use in the biological control of thyme pests, also data from this study would be a reference for further studies on the biological control programs in thyme and other medicinal and aromatic plants.

Acknowledgements: This study was supported by the project TAGEM with the name “Determination of Pests, Diseases and Weeds in Thyme (*Origanum* spp.) Fields of Denizli and Manisa. I would like to show my gratitude to Dr. Bilgin GÜVEN from Bornova Plant Protection Research Institute, in biological control department and retired Prof. Dr. Zeynep YOLDAŞ from Agricultural Faculty of Ege University. Also, I would like to thank retired Prof. Dr. Nedim UYGUN (Çukurova University, Agricultural Faculty, ADANA) for the identification of the species from Coccinellidae family of Coleoptera order and Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN (Bitlis Eren University, Agricultural Faculty, BİTLİS) for the identification of Braconidae, Ichneumonidae and Aphididae families from Hymenoptera order.

Conflicts of Interest Statement

The author have no conflicts of interest to declare.

References

- Acun, A., 2020. Türkiye dünya kekik ticaretinin yüzde 40'ına sahip. Türk Tarım Orman Dergisi. 74-77.
- Atakan, E., Pehlivan, S., 2018. Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerde thripslerle (Thysanoptera) birlikte saptanan avcı böcek türleri. Derim. 35(1): 37-44.
- Bayramoğlu, M.M., Toksoy, D., Şen, G., 2009. Türkiye’de tıbbi bitki ticareti. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi. Bildiriler, 89-98. 19-21 Şubat, Isparta.
- Bora, T., Karaca, İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova.
- Bozdemir, Ç., 2019. Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 29(3): 583-594.
- Haghighian, F., Sadeghi, E., 2015. Pests, diseases and weeds associated with thyme species in Chaharmahal & Bakhtiary province. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research. 12(2): 130-136.
- Hashemi Khabir, Z., 2012. Studying pests and diseases of different thyme species (*Thymus* spp.) in Iran. Forest and Range Protection Research. 9(1): 26-36.
- Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., Satya, S., 2011. Insecticidal properties of Mentha species: A review. Indian Crop Production. 34(1): 802-817.
- Nekrosiene, R., 2009. Cultivation possibilities for thyme, an important medicinal plant, in Western Lithuania. Agronomy Research. 7(1): 430-435.
- Özpinar, A., Şahin, A.K., Polat, B., 2018. Population dynamics of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in the region of Edremit Gulf in West Anatolia (Mount Ida). European Journal of Entomology. 115: 418-423.

- Rajabi Mazhar, N.R., Sadeghi, S.E., Adel, F., 2012. Pests and diseases associated with thymus species in Hamadan province. *Semi-annually Forest and Range Protection Research*. 9(1): 26-36.
- Tezcan, S., Beyaz, G., Uygun, N., 2003. Manisa ilinde yetiştirilen kültür kekiği (*Origanum* spp.) (Lamiaceae)'ndeki Coccinellidae (Coleoptera) türlerinin belirlenmesi üzerinde çalışmalar. *Alatırım*. 2(2): 30-33.
- Tezcan, S., Yildirim, E., Anlaş, S., Beyaz, G., 2006. Manisa ilinde kekik türlerinde (Lamiaceae) saptanan Hymenoptera türleri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 43(1): 55-62.
- Van Wert, K.K., 2020. Attractiveness of English thyme (*Thymus vulgaris* L.) to arthropod natural enemies and its suitability as a dual use resource. *Faculty of California Polytechnic State University, Master of Science Thesis*. 187 s.
- Zoubiri, S., Baaliouamer, A., 2014. Potentiality of plants as source of insecticide principles. *Journal of Saudi Chemistry Society*. 18(6): 925-938.



Araştırma Makalesi

Hasat Öncesi Farklı Uçucu Yağ Uygulamalarının ‘Rubygem’ Çilek Çeşidinin Muhafazası Üzerine Etkileri

Sevinç Şener^{1*}  Adem Doğan²  Canan Nilay Duran³  Zehra Kurt³ 
Mustafa Erkan¹ 

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Antalya

³Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya

*Sorumlu yazar: ssener@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 29.01.2022

Kabul Tarihi: 24.05.2022

Öz

Bahçe ürünlerinde hasat sonrası kayıpların önlenmesinde bitkisel uçucu yağların da içerisinde yer aldığı kimyasallara alternatif uygulamalar giderek popüler hale gelmektedir. Bu çalışmada, hasattan önce uygulanan okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), kekik (*Origanum onites* L.) ve kayısı çekirdeği (*Prunus armeniaca* L.) yağlarının (2 mL L⁻¹) ‘Rubygem’ çilek çeşidi meyvelerinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Hasattan 3 gün önce uygulama yapılan çilekler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 10 gün süreyle depolanmıştır. Ayrıca, meyvelerin manav koşullarındaki dayanma durumlarının belirlenmesi için 20±2°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde 3 gün süreyle bekletilmiştir. Soğukta muhafaza sırasında kayısı çekirdeği ve okaliptüs yağları ağırlık kabını engellemede etkili bulunurken, manav koşullarında ise kayısı çekirdeği yağı daha başarılı bulunmuştur. Meyve eti sertliğinin korunmasında soğukta depolama sonunda okaliptüs ve kekik yağı etkili iken, manav koşulları sonunda ise yağ uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Soğukta depolama ve manav koşullarında kayısı çekirdeği yağı uygulaması yapılan meyvelerde daha yüksek suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı tespit edilmiştir. Meyve renginin parlaklık (*L**) ve kroma (*C**) değerinin korunmasında bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur. Araştırma sonuçları hasat öncesi bitkisel yağ uygulamalarının çilek meyvesinde hasat sonrası kayıpları azaltmak ve kaliteyi korumak amacıyla kimyasal uygulamalara alternatif olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, esansiyel yağlar, hasat öncesi uygulama, depolama, manav koşulları

The Effects of Different Pre-harvest Essential Oil Treatments on Storage of the ‘Rubygem’ Strawberry Cultivar Abstract

Alternative treatments to chemicals such as essential oils are gaining popularity in the prevention of postharvest losses. This study was conducted to determine the effects of pre-harvest treatments of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), thyme (*Origanum onites* L.) and apricot seed (*Prunus armeniaca* L.) oils on the storage time and fruit quality. Treated and non-treated (Control) fruit were stored at 0 °C and 90-95% relative humidity for 10 days. Additionally, the fruit were kept at 20±2°C and 60±5% relative humidity for 3 days to simulate shelf-life period. The apricot seed and eucalyptus oils were found to be effective in preventing weight loss during cold storage while apricot seed oil was found to be more effective in shelf-life conditions. At the end of cold storage, the Eucalyptus and thyme oils were efficient in maintaining fruit firmness while there were no statistically significant differences between oils treatments during three-day shelf-life period. During both cold storage and shelf life, the maximum soluble solids content was determined in the fruit treated with apricot seed oil. Plants oil treatments were found to be more successful in maintaining the lightness (*L**) and chroma (*C**) values of fruit color compared to the control. However, there were no statistically significant difference between the oil treatments at the end of the shelf-life period. It can be concluded that preharvest

essential oils treatment can be an alternative to chemicals used for controlling decay development and maintaining quality of strawberry fruit

Keywords: Strawberry, essential oils, preharvest treatment, storage, shelf-life

Giriş

Çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.), dünyada örtüaltı ve açıkta yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ticari öneme sahip üzüksü meyve türlerinden birisidir. Dünyanın bir çok bölgesinde, ılıman, subtropik ve hatta tropik iklim koşullarında da yetiştirilebilmektedir (Guerrero-Chavez ve ark., 2015; Garriga ve ark., 2015). Taze ve işlenmiş olarak değişik şekillerde tüketilebilen bu meyve türü, büyük bir pazar avantajına sahiptir (Casierra-Posada ve ark., 2011). 2009 yılında 6.522,913 ton olan dünya çilek üretimi, son on yılda yaklaşık %36 oranında artarak 2019 yılında 8.885,028 tona ulaşmıştır. Bu üretimin 486. 705 ton'luk kısmı Türkiye tarafından gerçekleştirilmektedir (FAO, 2021).

Çilek meyveleri antioksidan, C vitamini, fenolik maddeler, antosiyaninler ve ellajik asit yönünden zengin bir içeriğe sahiptir (Giampieri ve ark., 2012). Çilek meyvesinin vitamin ve besin elenenti içeriği, çeşit özelliklerine, yetiştirme koşullarına ve hasat sonrası depolama özelliklerine göre değişebilmektedir (Mahmood ve ark., 2012; Şener ve Türemiş, 2017). Meyvelerin ticari değeri meyvenin rengi ve iriliği yanında meyve tadı ile de doğrudan ilişkilidir (Azodanlou ve ark., 2003). Yapılan çalışmalar tüketicilerin meyve satın alma tercihlerinde meyve albenisinin önem taşıdığını göstermektedir (Correia ve ark., 2011). Diğer bahçe ürünlerinde olduğu gibi çilekte de tüketicilerin satın alma tercihlerinde irilik, meyve rengi, tad ve aroma önemli parametreler arasındadır (Ganhão ve ark., 2019). Çileğin meyve kalitesi üzerine etki eden çeşitli faktörler bulunmaktadır (Şener ve Türemiş, 2016). Bunlar arasında sıcaklık, dikim tarihi, olgunluk aşaması, çeşit ve kültürel işlemler yer almaktadır (Khanizadeh, 1994; Kivijärvi ve ark., 2002; Anttonen ve ark., 2006; Kumar ve Day, 2012). Birçok meyveye kıyasla hassas bir dokuya sahip olan çilek, yaralanma ve fungal hastalıklara oldukça duyarlı bir türdür (Mohammadi ve ark., 2021; Vicente ve ark., 2002). Hasat sonrası ömrü oldukça kısa olan bu türde muhafaza süresinin birkaç gün bile uzatılması elde edilen gelirin artmasını sağlayabilecektir. Çilekte raf ömrünü uzatmak için kullanılan çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Bu uygulamalar arasında ısı uygulamaları, ürünün dondurulması, modifiye atmosferde paketlenme, ultrases, yenilebilir kaplamalar gibi birçok kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılmaktadır (Yan ve ark., 2019; Vicente ve ark., 2002). Ancak son yıllarda tüketicilerin sağlıklı ürün tüketme taleplerinin artması sonucu organik ürünler ile kimyasal olmayan yöntemlere olan ilgi de her geçen gün artmaktadır (Vicente ve ark., 2003).

Kompleks yapıya sahip doğal bileşikler olan bitkilerin tohum, kök, yaprak, çiçek gibi değişik kısımlarından elde edilen uçucu yağlar kimya, farmakoloji, gıda ve kozmetik sektörlerinin yanında tarımsal üretimde de farklı alanlarda kullanılabilir (Şener ve ark., 2018). Son yıllarda artan gıda güvenliği endişeleri, çevreye karşı oluşan duyarlılık, bitkisel kökenli olan, kolay temin edilebilen, ucuz ve çevre dostu bu ürünlere olan ilgiyi de arttırmıştır (Şener ve ark., 2018). Bu amaçla uçucu yağlardan elde edilen preparatların hasat öncesi ve sonrası kullanımları yaygınlaşmıştır (Wei ve ark., 2018). Çilekte özellikle gri küfün önlenmesi amacıyla uçucu yağların kullanıldığı bildirilmektedir (Wei ve ark., 2018). Ancak literatürde kekik yağı ile ilgili bazı çalışmalar bulunmasına rağmen özellikle okaliptüs ve kayısı çekirdeği yağının çilekte hasat öncesi kullanımının meyve kalitesi ve duyu özelliklerine olan etkileri ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, çilekte hasat öncesi kekik, okaliptüs ve kayısı çekirdeği yağlarının muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Alanı'nda yer alan 1 da'lık cam serada yürütülmüştür. Çalışmada deneme materyali olarak, orta derecede sert tekstüre sahip, albenisi yüksek ve iyi aromalı meyvelere sahip olan kısa gün çeşidi 'Rubygem' (*Fragaria x ananassa* Duch.) kullanılmıştır.

Çilek fideleri tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her parselde 30 bitki olacak şekilde seddelere dikilmiştir. Seddeler ot kontrolü sağlamak amacıyla 100 µ kalınlığa sahip siyah plastik malç ile kaplanmıştır. Fideler sedde üzerine 30 cm X 30 cm mesafede üçgen şeklinde dikilmiştir.

Hasat öncesi bitkisel yağ uygulamasına kadar bütün bitkilere eşit şekilde kültürel uygulamalar yapılmıştır. Hasat zamanından 3 gün önce çilek bitkilerine okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), kekik (*Origanum Onites* L.) ve kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çekirdeği yağları 2 mL L⁻¹ dozunda uygulanmıştır. Hazırlanan solüsyonlara etkinliğini artırmak üzere 20 mL 100 L⁻¹ dozunda yayıcı yapıştırıcı (Tween-20) eklenmiştir. Bitkisel yağ uygulamaları püskürtme şeklinde tüm yüzeylere temas edecek şekilde yapılmıştır. Kontrol grubu bitkilere ise saf su uygulanmıştır.

Hasat edilen meyveler hızlı bir şekilde Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Prof. Dr. Mustafa Pekmezci Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Meyveler burada elle seçilerek boylanmış ve 250 g'lık delikli şale ambalajlara yerleştirilmiştir. Ambalajlanan meyveler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 10 gün süreyle muhafaza edilmiş ve muhafazanın 5. ve 10. günlerinde analiz edilmiştir. Meyvelerin manav koşullarındaki dayanım durumlarını belirlemek amacıyla soğukta depolamaya ek olarak 20±2°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde 3 gün süreyle bekletilmiştir. Depolamanın 5.günü ve sonunda 10.günde bazı kalite analizleri yapılmıştır.

Meyvelerin ağırlık kaybı miktarı 0.01g duyarlılıktaki dijital bir terazi (Denver TP-152, Denver Instruments, USA) kullanılarak ölçülmüş ve meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) miktarlarını belirlemek için meyveler katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyundan dijital bir refraktometre (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA) ile SÇKM miktarı yüzde (%) olarak ölçülmüştür. Örneklerin TEA miktarını belirlemek için meyve suyundan 5 mL örnek alınarak saf su ile 40 mL'ye tamamlanmış ve 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile bir pH metre (Inolab pH 720, WTW, Germany) yardımıyla, pH=8.1'e olana kadar titre edilmiştir. Çileklerin TEA miktarı sitrik asit cinsinden yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Çileklerde meyve sertliği, meyvelerin orta kısmından 6.30 mm uca sahip özel bir sertlik ölçüm cihazı (Chatillon DFI 10, Largo, FL, USA) ile Newton (N) olarak ölçülmüştür. Meyve renk ölçümleri meyvenin 3 farklı noktasından renk ölçüm cihazı (MINOLTA CR-400 MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) ile belirlenmiştir. Depolama süresince meyvelerde meydana gelen pazarlanamaz ürün miktarı belirlenmiş ve sonuçlar toplam meyvenin yüzdesi (%) olarak ifade edilmiştir.

İstatistik Analizler

Muhafaza denemesi, 3 tekerrürlü olarak "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre planlanmış ve her tekerrürde 15 meyve olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmadan elde edilen veriler 'SAS' (SAS Inst., Cary, NC, USA) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Sonuçlar, P≤0.05 hata düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ağırlık Kaybı

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ağırlık kaybı üzerine etkileri hem soğukta depolama hemde manav koşullarında istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza süresinin ilk beş gününde uygulamalar arasında istatistiksel farklılık tespit edilmemiş, buna karşın muhafazanın 10. günü sonunda kekik yağı ve kontrol uygulamalarında saptanan ortalama ağırlık kaybı okaliptüs ve kayısı çekirdeği yağı uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresine ek olarak manav koşullarında bekletme sonunda ortama ağırlık kaybı miktarları incelendiğinde, en yüksek ağırlık kaybı kontrol ve kekik yağı uygulamalarında (%9.35 ve %9.16), en düşük ağırlık kaybı ise kayısı çekirdeği yağı uygulamasında (%6.93) tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte tüm uygulamalarda ağırlık kaybı artış göstermiş ve 10 gün soğukta depolamaya ek olarak 3 gün manav koşullarında bekletilen çileklerde %11.31 oranında ağırlık kaybı saptanmıştır (Çizelge 1).

Bahçe ürünlerinde dışarıdan yapılan bitkisel yağ uygulaması veya yenilebilir kaplamaların ağırlık kaybını önleme potansiyeli meyve etrafında bir bariyer oluşturarak meyveden su kaybını azaltması ile ilişkilendirilmektedir (Yılmaz ve ark., 2019). Bu tür uygulamalar, meyvenin iç atmosferini değiştirerek, meyvenin solunum hızını yavaşlatır ve sonuçta ağırlık kaybını azaltır. Çalışmada ağırlık kaybını azaltma açısından kekik yağı ve kontrol uygulaması arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durumun kekik yağının ucuculuk özelliğinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uçucu yağ uygulamalarının başarısı uygulama zamanı, şekli ve çeşitlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Çilekte hasat sonrası ağırlık kayıplarını azaltmak amacıyla denenen kimyon, kekik, çörek otu, nane ve tarçın yağı uygulamalarından en yüksek ağırlık

kaybı tarçın yağı uygulamasında tespit edilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019). Uçucu bileşik uygulamalarının hidrofobik özellikleri gereği yenilebilir film kaplama uygulamaları ile birlikte yapılmasının ağırlık kaybının engellenmesinde daha etkili olacağı bildirilmiştir (Sun ve ark., 2014).

Meyve Eti Sertliği

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamaları ve muhafaza sürelerinin meyve eti sertliği üzerine etkileri hem soğukta depolama hemde manav koşullarında istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2). Çilek meyvelerinin sertliği soğukta muhafaza ve manav koşullarında azalış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 4.24 N olan meyve sertliği, 10 gün soğukta muhafaza sonunda 3.69 N, buna ek olarak 3 gün manav koşulları sonunda ise 3.09 N olarak tespit edilmiştir. Meyve eti sertliğinin azalmasında soğukta depolama sonunda okaliptüs (4.27 N) ve kekik yağı (4.06 N) etkili olurken, manav koşulları sonunda ise bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur.

Table 1. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the (%) weight loss
Çizelge 1. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)		Ortalama (Uyg.)
	5	10	
Kontrol	2.59 *	7.23 a ¹	4.90 a
Okaliptüs	2.87	6.36 b	4.62 bc
Kekik	3.09	7.34 a	5.22 a
Kayısı çekirdeği	2.84	5.71 b	4.28 c
Ortalama (Muh. Sür.)	2.85 b	6.61 a	
	5+3	10+3	
Kontrol	5.57 b	13.13 a	9.35 a
Okaliptüs	5.28 b	11.23 b	8.25 b
Kekik	6.39 a	11.92 b	9.16 a
Kayısı çekirdeği	4.89 b	8.97 c	6.93 c
Ortalama (Muh. Sür.)	5.53 b	11.31 a	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Soğukta depolama esnasında kekik ve okaliptüs yağları sertliği korumada daha etkili iken, manav koşulları sonunda bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı olmuştur. Wei ve ark. (2018) benzer şekilde çilek meyvesinde hasat öncesi çay bitkisi yağı ekstresinin 5 gün boyunca 20°C'de depolama sonunda sertlik kaybını geciktirdiğini belirtmişlerdir. Meyvelerde yumuşama mekanizmasında rol alan poligalakturonaz ve pektin esteraz enzim aktiviteleri düşük O₂ ve yüksek CO₂ içeren ortamda yavaşlamaktadır (Maftoonazad ve Ramaswamy, 2005). Benzer şekilde nano kitosan ve bitkisel yağ uygulamalarının tek ve kombinasyon uygulamalarının meyvelerde sertliği korumada etkili olduğu belirtilmiştir (Abdolahi ve ark., 2010; Eshghi ve ark., 2014).

Table 2. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the (N) fruit firmness
Çizelge 2. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	4.40*	3.58 b ¹	3.30 c	3.76 b
Okaliptüs	4.49	4.44 a	3.90 ab	4.27 a
Kekik	4.23	3.97 b	3.98 a	4.06 a
Kayısı çekirdeği	3.86	3.79 b	3.60 bc	3.75 b
Ortalama (Muh. Sür.)	4.24 a	3.95 b	3.69 c	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	4.40*	2.62 b	2.25 b	3.09 b
Okaliptüs	4.49	3.28 a	3.29 a	3.69 a
Kekik	4.23	3.61 a	3.55 a	3.80 a
Kayısı çekirdeği	3.86	3.43a	3.26a	3.52 a
Ortalama (Muh. Sür.)	4.25 a	3.24 b	3.09 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Hasat öncesi bitkisel yağ uygulamaları çilek meyvelerinde SÇKM miktarını önemli ($P \leq 0.05$) ölçüde artırmıştır (Çizelge 3). Hasat zamanında en yüksek SÇKM miktarı kayısı yağı uygulaması yapılan çileklerde, %9.3 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek SÇKM ortalaması kayısı yağı uygulaması yapılan çileklerde (%9.0), en düşük ortalama ise kontrol meyvelerinde (%8.2) saptanmıştır. Benzer durum manav koşulları sonunda da gözlemlenmiştir. Bitkisel yağ uygulamaları kontrole kıyasla hasat zamanında çileklerin SÇKM miktarını artırmıştır. Depolama ve manav koşullarında bekletme sonunda en yüksek ortalama SÇKM miktarı kayısı çekirdeği yağı uygulamasında tespit edilmiştir.

Meyvenin metabolizma faaliyetlerinin yavaşlatılması ile SÇKM miktarındaki bu düşüş oranı da azaltılabilmektedir. Wei ve ark. (2018) örtüaltında yetiştirilen çileklere hasat öncesi yapılan çay ağacı yağı uygulamasının meyvelerin SÇKM miktarı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirirken, Shao ve ark. (2003) ise farklı dozlarda çay ağacı yağının SÇKM miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Esansiyel yağların düşük moleküler ağırlığı nedeniyle hücre zarından kolayca geçerek biyokimyasal olayları etkilemektedir (Chao ve ark., 2005). Uygulamaların SÇKM miktarındaki artışına bunun neden olduğu ve çalışmalardaki farklılıkların ise uygulama dozu ve zamanından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ishkeh ve ark. (2019) ise bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde limon otu (*Lippia citrodora*) esansiyel yağının (LOY) farklı dozlarının (0, 250, 500 and 750 $\mu\text{L L}^{-1}$) hasat sonrası uygulamasının ahududu meyvelerinin antioksidan kapasitesi ve fitokimyasal içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmaları sonucunda uygulamaların meyvelerin SÇKM içeriği üzerine önemli düzeyde etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Çok farklı biyolojik işlevlere sahip olan, ana bileşeni terpen ve terpenoid türevleri olan uçucu yağlar, enzimatik reaksiyonları durdurabilmekte, ortamdaki besin maddelerinin alımını engelleyebilmekte, hücre zarının yapısını değiştirebilmekte, dengeleyici ve dış etkenlere karşı koruyucu olarak da görev yapabilmektedirler (Evren ve Tekgüler, 2011; Nasırcılar ve ark., 2018). Çalışma kapsamında kullanılan uçucu yağ uygulamalarının olgunlaşma ve yaşlanmaya bağlı asitlik kaybını azalttığı düşünülmektedir.

Table 3. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the SSC (%)

Çizelge 3. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin SÇKM miktarı üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	7.9 d ¹	8.4 d	8.3 c	8.2 d
Okaliptüs	8.4 c	8.7 c	8.4 c	8.5 c
Kekik	8.9 b	8.9 b	8.8 a	8.9 b
Kayısı çekirdeği	9.3 a	9.1 a	8.6 b	9.0 a
Ortalama (Muh. Sür.)	8.6 b	8.8 a	8.6 c	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	7.9 d	9.0 a	6.7 d	7.9 d
Okaliptüs	8.4 c	8.3 c	7.4 c	8.0 c
Kekik	8.9 b	8.4 b	8.2 b	8.5 b
Kayısı çekirdeği	9.3 a	8.0 d	8.7 a	8.7 a
Ortalama (Muh. Sür.)	8.6 a	8.4 b	7.7 c	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Titre edilebilir asit (TEA) miktarı

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamalarının TEA miktarı üzerine etkileri hasat zamanı ve muhafazanın 5. ve 10. günlerin istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunur iken muhafaza süresi sonunda uygulama ortalaması önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). Hasat zamanında kayısı çekirdeği yağı uygulaması yapılan çileklerin TEA miktarı diğer uygulamalardan daha düşük bulunmuştur. Muhafazanın 10. gününde bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur. Muhafaza süresine ek olarak manav koşullarında bekletme sonrasında en yüksek TEA miktarı okaliptüs yağı uygulamasında (%0.59), en düşük TEA miktarı ise kontrol grubunda (0.70) tespit edilmiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama %1.09 olan TEA miktarı, soğukta depolama sonunda %0.75 ve buna ek olarak 3 gün manav koşullarında bekletme sonunda ise azalarak %0.49 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte TEA miktarı azalış göstermiştir. Soğukta depolama

sonunda uygulamalar arasında farklılık tespit edilmemiş, buna karşın manav koşullarında hasat öncesi bitkisel yağ uygulamaları TEA miktarındaki azalışı yavaşlatmıştır. TEA miktarının azalışı organik asitlerinin solunumunda kullanılmasıyla ilişkilendirilmiştir (De Ancos ve ark., 1999). Hasat sonrası kekik, kimyon, nane, tarçın ve çörekotu yağı uygulamaları yapılan çilek meyvelerinde benzer şekilde yağ uygulamalarının TEA miktarının korunumunda etkili olabileceği belirtilmiş, ancak nane yağının kontrole göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019).

Table 4. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on titratable acid contents (TAC) (%)

Çizelge 4. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin TEA sitrik asit miktarı üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	1.13 a ¹	0.84 a	0.63 b	0.86*
Okaliptüs	1.11 a	0.69 b	0.81 a	0.87
Kekik	1.11 a	0.71 b	0.81 a	0.88
Kayısı çekirdeği	1.02 b	0.80 a	0.75 a	0.86
Ortalama (Muh. Sür.)	1.09 A	0.76 B	0.75 B	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	1.13 a	0.69 c	0.46 c	0.59 C
Okaliptüs	1.11 a	0.78 a	0.51 a	0.70 A
Kekik	1.11 a	0.65 d	0.48 b	0.65 B
Kayısı çekirdeği	1.02 b	0.73 b	0.49 b	0.65 B
Ortalama (Muh. Sür.)	1.09 A	0.71 B	0.49 C	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P> 0.05).

Meyve rengi

Farklı bitkisel yağ uygulamaları hasat zamanında çilek meyvesinin parlaklık (L^*) değerini kontrole göre artırmıştır. Bu durum çalışma sonunda uygulama ortalamalarına da yansımıştır. Benzer durum soğukta muhafazaya ek olarak 3 gün 20°C bekletilen meyvelerde de gözlemlenmiştir. Meyvelerin başlangıçtaki L^* değeri 5 gün muhafaza sonunda sabit kalmış, depolamanın 10. günü sonunda ise azalış göstermiştir. Buna karşılık L^* değeri depolamanın 5+3. ve 10+3. günlerinde azalış göstermiştir (Çizelge 5).

Table 5. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the value of (L^*)

Çizelge 5. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin (L^*) değeri üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	32.09 b ¹	30.25 b	30.55 b	30.96 b
Okaliptüs	33.98 a	34.27 a	31.42 ab	33.22 a
Kekik	34.39 a	32.76 a	32.73 a	33.29 a
Kayısı Çekirdeği	33.52 ab	33.50 a	32.19 ab	33.07 a
Ortalama (Muh. Sür.)	33.49 a	32.69 a	31.72 b	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	32.09 b	28.83 b	29.13 b	30.02 b
Okaliptüs	33.98 a	33.35 a	31.54 a	32.96 a
Kekik	34.39 a	32.10 a	30.87 ab	32.45 a
Kayısı çekirdeği	33.52 ab	33.37 a	31.77 a	32.89 a
Ortalama (Muh. Sür.)	33.49 a	31.91 b	30.83 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P> 0.05).

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamaları hasat zamanında çilek meyvelerinin kroma (C^*) değerlerini bir miktar artırmıştır. Muhafazanın 5. gününde kekik ve kayısı çekirdeği yağı uygulamalarının kontrol ve okaliptüs yağı uygulamalarına göre daha yüksek C^* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Muhafazanın 10. gününde ve muhafaza sonunda uygulamalar arasında bitkisel yağ uygulamalarının C^* değerleri, kontrol uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 6).

Table 6. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the croma value (C^*)
Çizelge 6. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin kroma (C^*) değeri üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	34.57 b ¹	33.22 b	30.47 b	32.75 b
Okaliptüs	37.24 ab	33.24 b	34.86 a	35.22 a
Kekik	38.50 a	37.28 a	34.17 a	36.65 a
Kayısı çekirdeği	38.75 a	37.39 a	36.21 a	37.45 a
Ortalama (Muh. Sür.)	37.26 a	35.28 b	33.93 c	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	34.57 b	34.82*	32.09 b	33.83 b
Okaliptüs	37.24 ab	36.21	35.17 a	36.21 a
Kekik	38.50 a	34.68	37.24 a	36.81 a
Kayısı çekirdeği	38.75 a	35.92	36.17 a	36.95 a
Ortalama (Muh. Sür.)	37.26 a	35.41 b	35.17 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Çilek meyvelerinin h° değeri üzerine farklı bitkisel yağ uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. (Çizelge 7). Hasat zamanında en yüksek h° değeri okaliptüs ve kekik yağlarında tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda uygulama ortalamaları incelendiğinde; en yüksek h° değeri okaliptüs yağı uygulamasında, en düşük h° değeri ise kontrol meyvelerinde belirlenmiştir. Buna karşılık manav koşullarında bekletme sonrasında bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha yüksek h° değerine sahip olmuştur.

Çalışmada L^* ve C^* değerleri açısından yağ uygulamaları daha başarılı sonuçlar vermiştir. Meyve h° değeri açısından ise soğukta depolama esnasında okaliptüs yağı etkili olurken, manav koşullarında tüm bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur. Genel olarak bitkisel yağ uygulamaları çilek meyvelerinin renk değerlerini korumada etkili olmuştur. Meyve dış renginin L^* , C^* ve h° değerleri Colla ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Hasat sonrası farklı bitkisel yağ uygulamalarının 10 gün depolama sonunda çilek meyvelerinin renk değerlerini etkilemediği, ancak muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte L^* ve h° değerlerinin azaldığı belirtilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019). Enzim ve birçok biyokimyasal olayı etkilemelerinden dolayı, hasat sonrası daldırma ve buhar şeklinde uygulanan okaliptüs ve biberiye yağlarının domatesde görünüş kalitesini artırmada etkili rol oynadığı belirtilmiştir (Xylia ve ark., 2021).

Table 7. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the value of hue angle (h°)
Çizelge 7. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin hue açısı (h°) değeri üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	30.26 c ¹	28.31 b	28.89 c	29.16 c
Okaliptüs	33.96 a	32.72 a	31.68 a	32.79 a
Kekik	32.98 ab	30.70 ab	30.60 b	31.43 b
Kayısı çekirdeği	32.49 b	31.15 ab	30.98 ab	31.54 b
Ortalama (Muh. Sür.)	32.42 a	30.72 b	30.54 b	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	30.26 c	28.03 b	28.86 b	29.16 b
Okaliptüs	33.96 a	30.88 a	30.74 a	31.86 a
Kekik	32.98 ab	30.35 a	30.12 a	31.15 a
Kayısı çekirdeği	32.49 b	31.08 a	30.39 a	31.32 a
Ortalama (Muh. Sür.)	32.42 a	30.17 b	30.03 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Pazarlanamaz ürün miktarı

Çilek, pomolojik özellikleri nedeniyle hasat sonrası dayanımı son derece kısa olan meyve türleri arasındadır. Bu meyve türünde hasattan sonra uygun olmayan koşullarda yapılan işlemler sırasında çok kısa sürede yüksek kayıplara ulaşabilmektedir. Çilek meyvelerinde düşük sıcaklıkta depolama kayıplarının engellenmesinde etkili olmaktadır. Soğukta depolama esnasında pazarlanamaz

ürün miktarı üzerine bitkisel yağ uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Muhafazanın 5. gününde çileklerde pazarlanamaz ürün tespiti edilmemiştir. Buna karşın depolamanın 10. günü sonunda %5.95 oranında pazarlanamaz ürün tespit edilmiştir. Çilek meyvelerinde ürün kayıpları manav koşullarında daha belirgin ortaya çıkmış ve yüksek seviyelere ulaşmıştır. Nitekim, 5+3 gün manav koşullarında bekletilen çileklerde %20.24 olan pazarlanamaz ürün miktarı, 10+3 gün manav koşulunda bekletme sonunda %59.52 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 8). Pazarlanamaz ürün miktarının azaltılmasında hasat öncesi bitkisel yağ uygulamaları kontrole (%50.00) göre etkili sonuçlar vermiş ve en düşük pazarlanamaz ürün miktarı kayısı çekirdeği yağı uygulaması yapılan çileklerde (%30.96) meydana gelmiştir (Çizelge 8).

Table 8. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the unmarketable fruit rate (%)

Çizelge 8. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin pazarlanamaz ürün miktarı üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)		Ortalama (Gün)
	5 gün	10 gün	
Kontrol	0.00*	9.53*	4.76*
Okaliptüs	0.00	4.76	2.38
Kekik	0.00	4.76	2.38
Kayısı çekirdeği	0.00	4.76	2.38
Ortalama (Muh. Sür.)	0.00 b	5.95 a	
	5+3	10+3	
Kontrol	28.57 a ¹	71.43 a	50.00 a
Okaliptüs	19.05 ab	57.14 b	38.10 b
Kekik	19.05 ab	57.14 b	40.48 b
Kayısı	14.29 b	47.62 c	30.96 c
Ortalama (Muh. Sür.)	20.24 b	59.52 a	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P> 0.05).

Uygulamaların pazarlanamaz meyve miktarı üzerine etkinliği özellikle sıcaklığın yükselmesiyle manav koşullarında daha belirgin hale gelmiştir. Kekik (Nabigol ve Morshedi, 2011; Yan ve ark., 2020) ve okaliptüs (Fontana ve ark., 2021) yağlarının çilek meyvelerinde fungal çürümeyi azaltma üzerine etkisi çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara benzer bulunmuştur. Uçucu yağların antifungal özellik gösterdiği ve fungal etmenlere karşı etkili olduğu bilinmektedir (Kasım ve ark., 2017). Wei ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, örtüaltında yetiştirilen ‘Hongyan’ çeşidi çileklere hasat öncesi yapraktan püskürtme şeklinde yapılan çay ağacı yağ ekstresi (1.4 mL L⁻¹) uygulamasının ortaya çıkan fungal çürümelere azalttığı bildirilmektedir. Yapılan başka bir çalışmada, limon otu yağının farklı dozlarının (0, 250, 500 ve 750 µL L⁻¹) hasat sonrası uygulamasının ahududu meyvelerinde fungal çürümelere engellemede kontrole göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Ishkeh ve ark., 2019).

Sonuç ve Öneriler

Okaliptüs, kekik ve kayısı çekirdeği yağlarının hasat öncesi uygulamalarının örtüaltında yetiştirilen ‘Rubygem’ çilek çeşidi meyvelerinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan uçucu yağların pazarlanamaz ürün miktarını azaltmada da etkili olduğu, ancak kayısı çekirdeği yağının etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, kekik ve okaliptüs yağlarının meyve sertliğini korumada daha başarılı olduğu bulunmuştur. Uçucu yağ uygulamalarının hasat öncesi ve hasat sonrası kullanımının meyve ve sebzelerde, kalite ve ürün kayıplarının azaltılmasında potansiyeli olduğu söylenebilir. Ancak uçucu yağların etkinliklerinin ortaya konması için daha detaylı ve çok sayıda çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Bernousi, I., Meshkatalasadat, M., 2010. Study on the potential use of essential oils for decay control and quality preservation of Tabarzeh table grape. *J. Plant Prot. Res.* 50(1): 45-52.
- Anttonen, M.J., Hoppula, K.I., Nestby, R., Verheul, M.J., Karjalainen, R.O., 2006. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruits. *J. Agric. Food Chem.* 54(7): 2614-2620.
- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J.L., Villettaz, J.C., Amado, R., 2003. Quality assessment of strawberries (*Fragaria* species). *J. Agric. Food Chem.* 51: 715-721.
- Casierra-Posada, F., Fonseca, E., Vaughan, G., 2011. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. *Agron. Colomb.* 29(3):407-413.
- Chao, L.K., Hua, K.F., Hsu, H.Y., Cheng, S.S., Liu, J.Y., Chang, S.T., 2005. Study on the Antiinflammatory activity of essential oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. *Journal of Agric. Food Chem.*, 53(18): 7274-7278.
- Colla, E., do Amaral Sobral, P.J., Menegalli, F.C., 2006. *Amaranthus cruentus* flour edible films: influence of stearic acid addition, plasticizer concentration, and emulsion stirring speed on water vapor permeability and mechanical properties. *J. Agric. Food Chem.* 54(18): 6645-6653.
- Correia, P.J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P., 2011. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Sci. Hortic.* 130(2): 398-403.
- De Ancos, B., Gonzalez, E., Cano, M.P., 1999. Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition. *Zschr. Lebensmitteluntersuch.*208(1): 33-38.
- Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Mohammadhoseini, Z., Ahmadi, K., 2014. Effect of nanochitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa Duchesne*) during storage. *Food Bioproc. Tech.* 7(8): 2397-2409.
- Evren, M., Tekgüler, B. (2011). Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*,(Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), Cilt: 09: 3, 28-40.
- FAO (2021). Agricultural production data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi 09/06/2021.
- Fontana, D.C., Neto, D.D., Pretto, M.M., Mariotto, A.B., Caron, B.O., Kulczynski, S.M., Schmidt, D., 2021. Using essential oils to control diseases in strawberries and peaches. *Int. J. Food Microbiol.* 338: 108980.
- Ganhão, R., Pinheiro, J., Tino, C., Faria, H., Gil, M.M., 2019. Characterization of Nutritional, Physicochemical, and Phytochemical Composition and Antioxidant Capacity of Three Strawberry "*Fragaria* × *ananassa* Duch." Cultivars ("Primoris", "Endurance", and "Portola") from Western Region of Portugal. *Foods.* 8(12): 0682.
- Garriga, M., Muñoz, C.A., Caligari, P.D., Retamales, J.B., 2015. Effect of salt stress on genotypes of commercial (*Fragaria x ananassa*) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Sci. Hortic.* 195: 37-47.
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J.M., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M., 2012. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition.* 28(1): 9-19.
- Guerrero-Chavez, G., Scampicchio, M., Andreotti, C., 2015. Influence of the site altitude on strawberry phenolic composition and quality. *Sci. Hortic.* 192: 21-28.
- Ishkeh, S. R., Asghari, M., Shirzad, H., Alirezalu, A., Ghasemi, G., 2019. Lemon verbena (*Lippia citrodora*) essential oil effects on antioxidant capacity and phytochemical content of raspberry (*Rubus ulmifolius* subsp. sanctus). *Sci. Hortic.* 248: 297-304.
- Kasım M., Şanlıbaba P., Kasım R., 2017. Tibbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antifungal ve antifitotoksik etkileri. I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants: "Natural and Healthy Life" Bildiri Kitabı. 197-208.10-12 Mayıs, Konya.
- Khanizadeh, S., 1994. Breeding strawberries for eastern central Canada. *Euphytica.* 77(1-2): 45-49.
- Kivijärvi, P., Parikka, P., Tuovinen, T., 2002. The effect of different mulches on yield, fruit quality and strawberry mite in organically grown strawberry. Organic production of fruit and berries. The Danish Institute of Agricultural Sciences, Department of Horticulture, Årsløv, Denmark.
- Kumar, S., Dey, P., 2012. Influence of soil hydrothermal environment, irrigation regime, and different mulches on the growth and fruit quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* L.) plants in a sub-temperate climate. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 87(4):374-380.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methylcellulose-based coating. *LWT- Food Sci. Technol.* 38: 617-624.

- Mahmood, T., Anwar, F., Iqbal, T., Bhatti, I.A., Ashraf, M., 2012. Mineral composition of strawberry, mulberry and cherry fruits at different ripening stages as analyzed by inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy. *J. Plant Nutr.* 35(1): 111-122.
- Mohammadi, L., Ramezani, A., Tanaka, F., Tanaka, F., 2021. Impact of Aloe vera gel coating enriched with basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil on postharvest quality of strawberry fruit. *J. Food Meas. Charact.* 15: 353-362
- Nabigol, A., Morshedi, H., 2011. Evaluation of the antifungal activity of the Iranian thyme essential oils on the postharvest pathogens of Strawberry fruits. *Afr. J. Biotechnol.* 10(48): 9864-9869.
- Nasırcılar, A., Ulukapı K., Şener, S. 2018. Esansiyel Yağların Tarımsal Üretimde Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi. *Fen Bilimleri ve Matematik*, (Edt: Yakar A., Topaklı H.), Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, ss.115-122.
- Sun, X., Narciso, J., Wang, Z., Ference, C., Bai, J., Zhou, K., 2014. Effects of chitosan-essential oil coatings on safety and quality of fresh blueberries. *J. Food Sci.* 79(5): 955-960.
- Şener, S., Türemiş, N.F., 2016. Effects of genotype and fertilization on fruit quality in several harvesting periods of organic strawberry plantation. *Int. J. Agric. Innov. Res.* 5(1): 252-256.
- Şener, S., Türemiş, N.F., 2017. Influence of mulch types on yield and quality of organically grown strawberry cultivars. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi.* 12(2): 66-72.
- Şener, S., Ulukapı, K., Nasırcılar A.G., 2018. The effect of Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) essential oil on the germination and plant growth parameters of some *Solanaceae* species. *J. Agric. Vet. Sci.* 11(12): 28-33.
- Vicente, A.R., Martínez, G.A., Civello, P.M., Chaves, A.R., 2002. Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biol. Technol.* 25(1): 59-71.
- Vicente, A.R., Martínez, G.A., Chaves, A.R., Civello, P.M., 2003. Influence of self-produced CO₂ on postharvest life of heat-treated strawberries. *Postharvest Biol. Technol.* 27(3): 265-275.
- Wei, Y., Shao, X., Wei, Y., Xu, F., Wang, H., 2018. Effect of preharvest application of tea tree oil on strawberry fruit quality parameters and possible disease resistance mechanisms. *Sci. Hortic.* 241: 18-28.
- Xylia, P., Ioannou, I., Chrysargyris, A., Stavrinides, M.C., Tzortzakis, N., 2021. Quality attributes and storage of tomato fruits as affected by an eco-friendly, essential oil-based product. *Plants.* 10: 1125.
- Yan, J., Luo, Z., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Yang, D., Aghdam, M.S., Li, L. (2019). The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 147: 29-38.
- Yan, J., Wu, H., Shi, F., Wang, H., Chen, K., Feng, J., Jia, W., 2020. Antifungal activity screening for mint and thyme essential oils against *Rhizopus stolonifer* and their application in postharvest preservation of strawberry and peach fruits. *J. Appl. Microbiol.* 130: 1993-2007.
- Yılmaz, F., Kasım, M.U., Kosumcu, S., Kasım, R., 2019. Çilekte (*Fragaria x ananassa* Duch.) hasat sonrası enfeksiyon ve kalite üzerine bazı uçucu yağların etkisi. *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi.* 2(1): 27-35.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Farklı Ekim Zamanlarının Selvi Sirken Bitkisinin Tohum Verimi ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi

Süleyman Temel^{1*} 

Bilal Keskin¹ 

¹Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır-Türkiye
*Sorumlu yazar: stemel33@hotmail.com

Geliş Tarihi: 06.10.2022

Kabul Tarihi: 04.11.2022

Öz

Tuzlu ve kurak alanlara iyi bir şekilde uyum sağlayan ve alternatif yem olarak tercih edilen selvi sirkende ekim zamanlarına göre tohum verimi özelliklerinin belirlenmesine yönelik öncesinde yürütülmüş bir çalışma bulunmamaktadır. Mevcut çalışma ile maksimum tohum üretimi için uygun ekim zamanının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 2019 ve 2020 yıllarında Iğdır ekolojik koşullarında 4 değişik ekim dönemi (Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortası) test edilmiştir. Araştırma sulu koşullarda Tesedüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Analiz sonuçları incelenen özelliklerde yıllara (bitki boyu hariç) ve ekim zamanlarına göre önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda tohum verimine etki eden bileşenlerin (hasat indeksi hariç) 2020 yılında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekim zamanları açısından değerlendirildiğinde en yüksek bitki boyu (3.30 m), dal sayısı (44.1 adet), sap kalınlığı (23.49 mm), olgunlaşma süresi (186.5 gün), biyolojik verim (8635.5 kg da⁻¹) ve tohum verimi (2597.3 kg da⁻¹) Mart ortasında yapılan ekimlerden elde edilirken, en yüksek kes verimi (3972.0-4238.4 kg da⁻¹) ve hasat indeksi (%35.70-37.90) ilk iki ekim döneminde belirlenmiştir. Oysa bin tane ağırlığı (7.39 g) en yüksek Mart sonunda yapılan ekimlerde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre *Atriplex nitens*'de yüksek tohum üretimi için ekimlerin ilkbaharda ilk fırsatta (Mart ortası) yapılması gerektiği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Atriplex nitens*, Ekim zamanları, Tohum verim özellikleri, Sulu koşullar.

The Effect on Seed Yield and Some Yield Characteristics of Different Sowing Dates in Mountain Spinach

Abstract

There is no previous study to determine the seed yield characteristics according to sowing dates in mountain spinach, which adapts well to saline and arid areas and is preferred as an alternative forage resource. With this study, it was aimed to determine the suitable sowing dates for maximum seed production. For this purpose, 4 different sowing dates (mid-March, late-March, early April and mid-April) were tested in 2019-2020. The research was established according to randomized complete blocks design with three replications in Iğdır irrigated conditions. The analysis results revealed that the examined characteristics showed significant differences according to years (except plant height) and sowing dates. In study result, it was determined that the components affecting the seed yield (except harvest index) were higher in 2020. Evaluated in terms of sowing times, the highest plant height (3.30 m), number of branches (44.1), stem thickness (23.49 mm), maturation period (186.5 days), biological yield (8635.5 kg da⁻¹) and seed yield (2597.3 kg da⁻¹) were obtained in mid-March, while the highest straw yield (3972.0-4238.4 kg da⁻¹) and harvest index (35.70-37.90%) were determined in the first two sowing periods. Whereas, the thousand-grain weight (7.39 g) was highest in sowing at the end of March. According to these results, it was concluded that the sowings should be done at the first opportunity for high seed production in *Atriplex nitens*.

Keywords: *Atriplex nitens*, Sowing dates, Seed yield characteristics, Irrigated conditions.

Giriş

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de ekstrem iklim (kuraklık) ve toprak (tuzluluk) koşullarından dolayı önemli miktarda tarım alanı üretim dışı kalmış (FAO, 2008; Sönmez, 2008; Temel ve Şimşek, 2011) ve ayrıca bu alanlarda ekonomik anlamda yetiştirilebilecek tür sayısı da

kısıtlanmıştır (Ashraf ve Foolad, 2007). Diğer taraftan karlı bir hayvancılık için önemli bir girdi olan kaba yem üretimimiz yetersiz olup çiftlik hayvanları yeterli ve dengeli bir şekilde beslenememektedir (Temel ve Şahin, 2011; Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016; Acar ve ark., 2015). Gerek marjinal alanların üretime kazandırılması gerekse kaba yem açığının kapatılabilmesinde bu alanlara uyum sağlamış doğal türler ya da kültürü yapılan halofit ve kserofit türler önemli bir avantaj olarak görülmüştür. Nitekim öncesinde yürütülen çalışmalarda pek çok halofit ve kserofit türün marjinal alanlara rahatlıkla uyum sağlayabildiği ve sahip oldukları besin içeriklerinden dolayı bu türlerin yem kaynağı olarak kullanılabilmesi ortaya konulmuştur (Acar ve Güncan, 2002; Tan ve Temel, 2012; Acar ve ark., 2017; Tan ve Temel, 2020; Temel ve ark., 2020; Temel ve Tan, 2020; Temel ve Yolcu, 2020; Keskin ve ark., 2021; Keskin ve Temel, 2022; Temel ve Keskin, 2022a, 2022b). Ancak kültürü yapılan yem bitkisi türlerinde olduğu gibi bu türlerin geniş alanlarda üretimi için gereksinim duyulan tohumluğun piyasadan kolay bir şekilde temin edilemediği ve önemli tohumluk problemlerin yaşandığı bilinmektedir. Bu nedenle marjinal alanlara uyum sağlayan ve yem değeri yüksek halofit-kserofit türlerin belirlenmesi ve tohumluk üretimleri ile ilgili temel agronomik çalışmaların (ekim normu, gübreleme, sulama, ekim ve hasat dönemleri gibi) bölgelere göre bir an önce tamamlanması önemlilik arz etmektedir. Bu türlerden bir tanesi de, tuzluluk ve kuraklığa dayanımı yüksek tek yıllık bir bitki olan *Atriplex nitens* (Dursun ve Acar, 2015; Doudova ve ark., 2017; Kurgan, 2022) olup, yüksek miktar ve orta kalitede ürettiği kaba yem ile son yıllarda alternatif yem kaynağı olarak tercih edilen bir bitki haline gelmiştir (Munra ve Small, 1997; Acar ve Güncan, 2002; Redzic, 2006; Acar, 2012; Akinshina ve ark., 2014; Acar ve ark., 2017).

Nitekim Iğdır ekolojik koşullarında hiçbir gübre uygulaması yapılmadan yetiştirilen *Atriplex nitens* bitkisinden sulu koşullarda dekara 11-17 ton yaş ot ve 2.7-4.9 ton kuru ot, kuru koşullarda ise dekara 4.8-7.4 ton yaş ot ve 1.5-2.6 ton kuru ot verimlerinin alındığını rapor etmişlerdir (Keskin ve Temel, 2022; Temel ve Keskin, 2022b). Yine aynı coğrafyada sulu ve kuruda yürütülen çalışmalarda ekim ve hasat dönemlerine göre bitkinin ham protein içeriğinin % 5.94-14.2, NDF oranının % 50.29-64.33, ADF oranının % 29.48-41.01 ve nispi yem değerinin 82.40-121.97 aralığında değişim gösterdiği ve orta kalitede bir yem materyali ürettiği belirtilmiştir (Temel ve ark., 2022). Ayrıca farklı azot ve fosforlu gübre dozlarının test edildiği bir çalışmada bitkinin azotlu gübrelemeye tepkisinin olmadığı, ancak artan fosfor gübre dozu ile birlikte bitkinin ot verimlerinde artış, kalite değerlerinde ise bir azalmanın olduğu ortaya konulmuştur (Temel ve Şahin, 2022). Ancak bitkinin tohum üretimlerinin belirlenmesine yönelik öncesinde yürütülmüş bir çalışma bulunmamaktadır.

Diğer taraftan birim alandan yüksek tohum verimlerinin alınabilmesi veya verim kayıplarının yaşanmaması için bitki özelliklerinin, kültürel uygulamaların ve bölgenin ekolojik koşullarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Kültürel uygulamalar içerisinde ise ekim zamanı önemli olup, bu da bitkinin özellikleri (C3 veya C4 fotosentetik yolu izlemeleri, erkenci ve geçici olmaları, dik ve yatık gelişmesi, habitus formu, çimlenme ve fide gelişim sıcaklıkları gibi) ve bölgenin ekolojik koşullarına göre değişkenlik göstermektedir. Genel olarak soğuğa dayanımı düşük olan bitkilerin ekimleri karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgelerde yazlık (ilkbaharda), daha sıcak veya ılıman bölgelerde ise güzlük (sonbaharda) olarak yapılması arzu edilen verimlerin alınabilmesi açısından önemlidir. Iğdır coğrafyası her ne kadar mikro-iklim özelliğine sahip olsa da, karasal iklim bölgede hakim durumdadır. Bu nedenle bu ve benzeri bölgelerde düşük sıcaklığa dayanımı zayıf olan türlerin ekimlerinin ilkbaharda yapılması daha uygun olacaktır. Ancak ilkbaharda ekimlerin hangi tarihte veya aylarda yapılması gerektiği de türlerin C3 veya C4 olmaları, bitkilerin olgunlaşma süreleri ve bu süre zarfında ihtiyaç duydukları toplam sıcaklık gereksinimlerinin göz önünde bulundurulmasıyla sağlanabilir. Bunun içinde bölgenin ekolojik koşulları dikkate alınarak yetiştirilecek tür veya çeşitlerle ilgili ekim zamanı çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Nitekim değişik yem bitkisi türleri ve yem kaynağı olarak kullanılan alternatif bitkilerle yapılan çalışmalarda tohum verimlerinin ekim zamanlarına bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur (Temel ve Tan, 2002; Geren ve ark., 2014; Altuner ve ark., 2019; Temel ve Tufur Öztürk, 2020; Keskin ve ark., 2021). Ancak yapılan literatür çalışmalarında *Atriplex nitens* bitkisinin tohum verim ve bileşenleri üzerine ekim zamanlarının belirlenmesine yönelik bir çalışmanın olmadığı görülmüştür.

Mevcut çalışma ile hiçbir gübre uygulaması yapılmadan sulu koşullarda yetiştirilen selvi sirken (*Atriplex nitens*) bitkisinde yüksek tohum üretimlerinin elde edilebilmesi için uygun ekim dönemlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Böylelikle mevcut araştırma sonuçları baz alınarak hem

çiftçiler birim alandan daha yüksek miktarda bir tohum verimi almış ve karlı bir üretim yapmış olacaklar hem de sonrasında yapılacak agronomik çalışmalar için önemli bir altlık oluşturacaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma iki yıl süreyle (2019-2020) Iğdır-Melekli Beldesinde yer alan Iğdır Üniversitesine ait sulu deneme sahasında yürütülmüştür. Selvi sirken (*Atriplex nitens*)'in bitki materyali olarak kullanıldığı mevcut çalışmada 4 farklı ekim zamanı test edilmiş ve deneme süresi boyunca hiç bir gübre materyali kullanılmamıştır. Çizelge 1'de, araştırmanın yürütüldüğü bölgenin 2019-2020 yılı ile uzun yıllar ortalamasına ait bazı iklim değerleri sunulmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde, bitkinin yetiştirme süresi boyunca 2020 yılında düşen yağış miktarı ve nispi nemin 2019 yılı ve uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Sıcaklık değerleri ise uzun yıllar ortalamasına göre denemenin yürütüldüğü yıllarda daha yüksek bulunmuştur (Anonim, 2021). Parselizasyonu yapılan deneme alanından yeter miktarda toprak numuneleri alınmış (0-30 cm) ve her iki yılda da deneme alanı toprakların hafif alkali (pH: 7.51) ve killi-tınlı yapıda, tuzlu (EC: 3.44 dS m⁻¹) ve kireçli (% 1.32), elverişli potasyum içeriğinin çok fazla (550 ppm), fosfor içeriğinin az (5.53 ppm), azot (0.03 kg da⁻¹) ve organik madde (% 0.61) oranlarının ise çok az olduğu tespit edilmiştir (Kacar, 2012).

Table 1. Temperature, precipitation and relative humidity values of the region for the year 2019-2020 and the long-term average

Çizelge 1. Bölgenin 2019 ve 2020 yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait yağış, sıcaklık ve nispi nem değerleri

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)			Ortalama nispi nem (%)		
	2019	2020	UYO	2019	2020	UYO	2019	2020	UYO
Mart	23.5	18.1	21.9	6.8	10.6	7.0	59.7	56.5	50.0
Nisan	25.1	83.6	37.4	12.1	11.7	13.4	56.9	64.8	49.0
Mayıs	25.9	76.1	49.4	19.9	18.6	17.6	51.2	55.0	51.5
Haziran	13.6	15.7	33.2	25.6	23.9	22.3	45.8	44.7	45.9
Temmuz	0.6	30.2	14.5	27.3	26.7	26.2	40.1	48.4	43.3
Ağustos	0.6	15.3	9.6	27.0	24.2	25.7	41.2	47.6	44.6
Ort./Top.	89.3	239.0	166.1	19.8	19.3	18.7	49.2	52.8	47.4

UYO: Uzun yıllar ortalaması (1978-2018)

Mevcut çalışma tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada 4 farklı ekim dönemi (ED₁: Mart ortası. ED₂: Mart sonu. ED₃: Nisan başı ve ED₄: Nisan ortası) incelemeye alınmış ve ekimler arasında 10'ar günlük zaman dilimlerinin olmasına özen gösterilmiştir. Ancak ekolojik koşullardan kaynaklanan sebeplerden dolayı ekimler her iki yılda aynı tarihe tekabül etmemiştir. Buna göre 2019 yılında ilk ekimler 14.03.2019. ikinci ekimler 28.03.2019. üçüncü ekimler 08.04.2019 ve dördüncü ekimler 18.04.2019 tarihinde. 2020 yılında yapılan ekimler ise sırasıyla 21.03.2020. 31.03.2020. 10.04.2020 ve 20.04.2020 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Ekimler 4.0 x 2.25 m ebadındaki parsellere (9 m²) sıra arası ve sıra üzeri 45 x 10 olacak şekilde markörle açılan çizilere ocak usulü (3-4 cm derinliğinde) elle yapılmıştır (Acar, 2012). Deneme süresi boyunca bitkilere her hangi bir gübre materyali kullanılmamış, ancak bitkinin gereksinim duyduğu dönemde yeter miktarda su çiçeklenme öncesine kadar yağmurlama yöntemiyle. sonrasında ise salma sulama şeklinde verilmiştir. Her iki yılda da deneme alanında çıkan yabancı otlar elle çekmek ve çapalama suretiyle kontrol altına alınmıştır. Selvi sirken bitkisinde homojen olmayan bir tohum olgunlaştırma süreci bulunmaktadır. Erken dönemde yapılan hasatlarda başağımsı salkımın dip ve bitkinin alt dallarındaki meyveler halen yeşil iken, geç hasatlarda ise bitkinin ve başağımsı salkımın üst kısımlarındaki perikarplı meyvelerde (tohumlar) dökülmeler oluşmaktadır. Bu nedenle hasat bitkideki tüm yaprakların sararıp döküldüğü, gövdenin sarımsı renk aldığı ve bitki üzerindeki meyvelerin en az % 75'nin sarardığı dönemde bağ makası ile elle yapılmıştır (Şekil 1).



Figure 1. Images of the seed development of plants
Şekil 1. Bitkilerin tohum gelişimine ait görüntüler

Hasat döneminde parsel başları ve kenarlarından 0.45 m'lik kısım kenar tesiri olarak biçilip atılmış ve geri kalan kısım hasat edilerek bez torbalara doldurulmuş ve 45 °C'ye ayarlı kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurumaya bırakılmıştır. Kuruma sonrası örnekler hassas terazide tartılarak, basit bir eşitlik yardımıyla dekara biyolojik verimleri tespit edilmiştir. Sonrasında ise bitkilerden sap (kes) ve perikarplı meyveler (tohumlar) ayırılarak, ayrı ayrı tartılarak dekara kes ve tohum verimleri kg cinsinden belirlenmiştir. Daha sonra tohum verimleri biyolojik verimlere oranlanarak hasat indeksi hesaplanmıştır. Hasat öncesi parsel içlerinden rastgele 10 bitki seçilerek, kök boğazı ile ana sapın (gövdenin) uç tepe kısmı arasındaki aralık ölçülerek bitki boyu (cm), kök boğazından 7.5 cm yükseklikteki alan ölçülerek (dijital kumpas aleti ile) ana sap kalınlığı (mm) ve kök boğazı ile ana sapın tepe kısmında çıkan salkım başlangıcı arasındaki ana gövdeden (sap) çıkan dallar sayılarak bitki başına dal sayıları belirlenmiştir. Her iki yılda da ekim ve hasat dönemleri arasındaki geçen süre hesaplanmış ve olgunlaşma süreleri gün olarak tespit edilmiştir. Son olarak her bir parselden elde edilen perikarplı meyveler (tohumlar) 4 tekerrürlü olarak 100'er adet sayılıp tartılmış ve sonrasında ise ortalaması alınarak 10 ile çarpılıp bin tane ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Veriler tesadüf bloklarında yıl tekrarlamalı deneme desenine göre JMP (5.0.1) istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş ve önemli çıkan ortalamaların karşılaştırılması LSD_(0,05) testine göre yapılmıştır (JMP, 2003). Ayrıca incelenen parametreler arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla aynı istatistik paket programında korelasyon analizi yapılmıştır (Kalaycı, 2005).

Bulgular ve Tartışma**Bitki boyu, dal sayısı ve sap kalınlığı**

Farklı ekim zamanlarının test edildiği selvi sirken bitkisinde yılların (bitki boyu hariç) ve ekim dönemlerinin bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığı üzerine etkisi önemli farklılık göstermiştir (Çizelge 2). Çizelge 2 incelendiğinde, dal sayısı ve ana sap kalınlığı 2019 yılına göre 2020 yılında daha yüksek ölçülmüştür. Bu, 2020 yılında düşen yağış miktarının 2019 yılına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Her ne kadar selvi sirken bitkisi kuraklığa toleransı yüksek olsa da, suya da tepkisi yüksektir. Nitekim bitkilerde büyümenin sağlıklı bir şekilde oluşabilmesi için hücre bölünmesi ve bunun için de hücre içerisine suyun girmesi gerekmektedir (Gençtan, 2012). Aksi takdirde hücre bölünmesi ve dolayısıyla hücre genişlemesi olmayacağından (Taiz ve Zeiger, 2008), sap kalınlığı azalacaktır (Gallardo ve ark., 2004; Liu ve Stutzel, 2004). Nitekim kaba yem üretim amacıyla yetiştirilen selvi sirken bitkisinde dal sayısı ve ana sap kalınlığının kuru koşullara göre sulu koşullarda daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Keskin ve Temel, 2022; Temel ve Keskin, 2022b). Benzer olarak farklı yem bitkisi ve alternatif türlerde de yağışın yüksek olduğu yıllarda veya sulamanın yapıldığı çalışmalarda bitkilerden elde edilen mevcut parametrelerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Temel ve ark., 2020).

Ekim zamanları açısından değerlendirildiğinde, en yüksek bitki boyu (3.30 m), dal sayısı (44.1 adet) ve ana sap kalınlığı (23.44 mm) Mart ortasında yapılan ilk ekim döneminden elde edilmiş ve ekim zamanı geciktikçe incelenen parametrelerde önemli düşüşlerin olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Table 2. Mean plant height, number of branches and stem thickness of mountain spinach sown in different dates for seed production

Çizelge 2. Tohum üretimi için farklı dönemlerde ekilen selvi sirken bitkisinin ortalama bitki boyu, dal sayısı ve sap kalınlığı

Dönemler	Bitki Boyu (m)			Dal sayısı (adet bitki ⁻¹)			Ana sap kalınlığı (mm)		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
ED ₁	3.25	3.35	3.30 a**	40.5	47.7	44.1 a**	22.92	24.07	23.49 a**
ED ₂	3.15	3.27	3.21 ab	37.5	45.0	41.2 b	21.30	21.79	21.54 b
ED ₃	2.93	3.03	2.98 bc	31.1	41.0	36.1 c	18.18	18.38	18.28 c
ED ₄	2.79	2.88	2.84 c	29.9	38.8	34.3 c	14.69	16.46	15.58 d
Ort.	3.03	3.13		34.8 b**	43.1 a		19.27 b*	20.18 a	
LSD (0.05)	Y: 0.05, ED: 0.27, Y x ED: 0.05			Y: 1.68, ED: 2.37, Y x ED: 0.05			Y: 0.71, ED: 1.00, Y x ED: 0.05		
CV (%)	7.05			4.92			4.09		

** ve *, sırasıyla %1 ve %5 ihtimal seviyesinde önemli farklılık göstermektedir. Y: Yıl, ED: Ekim dönemi.

Geç ekimlere göre erken ekimlerde bitkiler ekolojik koşullardan daha fazla istifade ettiklerinden yüksek bir boylanma ve buna bağlı olarak da dallanma meydana getirmiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca erken dönemde yapılan ekimlerde serin mevsim bitkisi olan Selvi sirken bitkisinin ışık ve sıcaklık şiddeti artışına maruz kalmadan vejetatif gelişmelerini (boylanma, sap kalınlığı ve dal sayısı gibi) daha iyi bir şekilde yapmış olmaları buna neden olmuş olabilir. Nitekim geç ekimi yapılan serin iklim bitkilerinde artan sıcaklık ve ışık şiddetine bağlı olarak bitkiler yeterli bir boylanma, sap kalınlığı ve dallanma göstermeden generatif aşamaya geçme meyillindedirler (Açıkgöz, 2001; Geren ve ark., 2014; Ramesah, 2016; Tan, 2018; Temel ve Yolcu, 2020). Aynı familya içerisine dahil olan ve tohumu için yetiştirilen kinoa bitkisinde de, geç dönemde yapılan ekimlerde artan hava sıcaklıkları bitkinin yetiştirme süresini kısalttığını ve dolayısıyla vejetatif gelişmeyi engelleyerek bitki boyunu ve dal sayısını azalttığını rapor etmişlerdir (Bertero ve ark., 2004; Geren ve ark., 2014; Alper, 2017; Temel ve Tufur Öztürk, 2020). Ayrıca kaba yem kaynağı olarak yetiştirilen *Atriplex nitens* bitkisinde boylanma, dallanma ve sap kalınlıklarının ekim zamanlarına bağlı olarak farklılık gösterdiğini (Acar ve Güncan, 2002; Toderich ve Tsukatania, 2007; Rabbimov ve ark., 2011; Acar ve ark., 2019a) ve geç ekimlere göre erken dönemde yapılan ekimlerde boylanma, dallanma ve sap kalınlıklarının daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır (Temel ve Keskin, 2022b).

Olgunlaşma süresi ve biyolojik verim

Analiz sonuçları olgunlaşma süresi ve biyolojik verim üzerine yıl ve ekim zamanlarının önemli etkisinin olduğunu göstermiştir ve ortalama değerler Çizelge 3'de sunulmuştur. Yıllara göre Selvi sirken bitkisinin olgunlaşma süresi 172.5 ile 178.3 gün, biyolojik verimleri ise 4282.3 ile 5743.7 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve 2020 yılında olgunlaşma süresi daha uzun ve biyolojik verim ise

daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). 2019 yılına göre 2020 yılının daha fazla yağışlı geçmesi ve nispi nemin bir miktar daha yüksek olması (Çizelge 1), bitkilerin vejetatif gelişmesini teşvik ederek daha geç bir dönemde hasat olgunluğuna gelmelerine neden olmuş olabilir. Ayrıca bitkilerde büyümenin gerçekleşebilmesi için hücre bölünmesi ve genişlemesinin olması ve bunun için de hücre içerisine yeterli miktarda suyun girmesi gerekmektedir (Gençtan, 2012). Dolayısıyla 2020 yılında daha yüksek miktarda düşen yağış bitkilerin daha gümrah bir şekilde gelişmesine, bu da fotosentezi arttırmak suretiyle verimde pozitif yönde artışlara neden olmaktadır (Sağlam, 2004).

Table 3. Mean maturation period and biological yield of mountain spinach sown in different dates for seed production

Çizelge 3. Tohum üretimi için farklı dönemlerde ekilen selvi sirken bitkisinin ortalama olgunlaşma süresi ve biyolojik verim

Dönemler	Olgunlaşma süresi (gün)			Biyolojik verim (kg da ⁻¹)		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
ED ₁	184.0	189.0	186.5 a**	5649.0	8022.3	6835.6 a**
ED ₂	176.0	181.0	178.5 b	4836.0	7440.4	6138.2 b
ED ₃	169.0	175.0	172.0 c	3563.1	4212.5	3887.8 c
ED ₄	161.0	168.0	164.5 d	3081.0	3299.5	3190.2 d
Ort.	172.5 b**	178.3 a		4282.3 b**	5743.7 a	
LSD _(0.05)	Y: 0.31, ED: 0.44, Y x ED: ö.d.			Y: 452.5, ED: 639.9, Y x ED: 904.9		
CV (%)	0.20			10.31		

** , %1 ihtimal seviyesinde önemli farklılık göstermektedir. Y: Yıl, ED: Ekim dönemi.

Çizelge 3’de görüleceği üzere erken dönemde (ED₁) yapılan ekimlerde olgunlaşma süresinin daha uzun, biyolojik verimin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ekim zamanlarına göre olgunlaşma süresi 164.5 ile 186.5 gün, biyolojik verimler ise 3190.2 ile 6835.6 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve ekim zamanı geciktikçe olgunlaşma süresi ve biyolojik verimlerde önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Havaların ısınmasıyla birlikte bitkiler günlük ve toplam sıcaklık ihtiyaçlarını daha kısa süre içerisinde tamamlayabilmekte ve bunun sonucu olarak da bitkiler daha erken bir dönemde hasat olgunluğuna ulaşabilmektedirler (Spehar ve De Barros Santos, 2005; Pulvento ve ark., 2010; Munir, 2011; Temel ve Tufur Öztürk, 2020; Keskin ve ark., 2021; Temel ve Keskin, 2022b). Ayrıca erken ekimlerde bitkiler daha uzun süre tarlada kaldıklarından ortam koşullarından daha fazla istifade etmekte ve bunun sonucu olarak birim alandan daha fazla üretim yapabilmektedirler (Tan ve Temel, 2002). Nitekim mevcut çalışmada biyolojik verime etki edebilen bitki boyu, dal sayısı, sap kalınlığı ve tohum verimlerinin erken ekimlerde daha yüksek olduğu belirlenmiş (Çizelge 2; Çizelge 4) ve farklı türlerle öncesinde yapılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermiştir (Sayar ve Anlarsal, 2008; Munir, 2011; Shams, 2011; Geren ve ark., 2014; Alper, 2017; Temel ve ark., 2021; Temel ve Tufur Öztürk, 2020).

Yıllara göre ekimlerin yapıldığı dönemlerde ve sonrasında değişen iklim koşulları buna neden olmuş olabilir. Ekim zamanı geciktirildikçe 2019 yılında biyolojik verimlerde lineer bir düşüş olurken, 2020 yılında ise ikinci ekimden sonra bir azalmanın olduğu görülmüştür. Ayrıca ikinci ekim dönemi (ED₂)’ne göre üçüncü ekim zamanı (ED₃)’nda 2019 yılında biyolojik verim % 26.32 oranının da azalırken, 2020 yılında ise daha yüksek bir oranda (% 43.38) azalma göstermiştir (Şekil 2). Oluşan bu farklılıklar ekimlerin yapıldığı dönemlerde ve sonrasında yıllara göre değişen iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. Bu da ikili interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur. (Şekil 2).

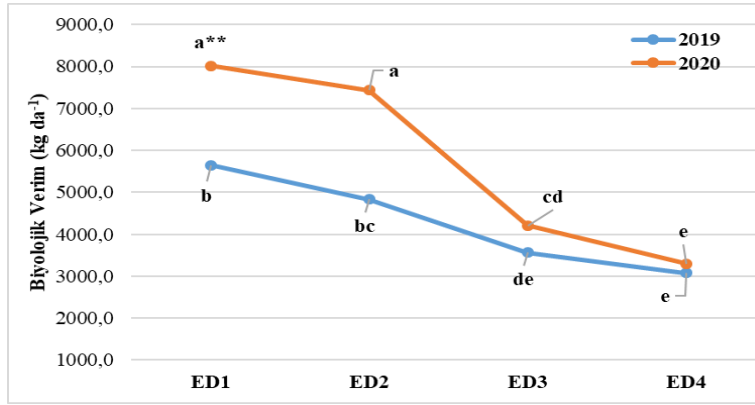


Figure 2. Effect of binary (year x sowing date) interaction on biological yield
Şekil 2. Biyolojik verim üzerine ikili (yıl x ekim dönemi) interaksiyonunun etkisi

Tohum verimi ve kes verimi

Tohum ve kes verimi yıl ve ekim dönemleri arasında $P \leq 0.01$ ihtimal sınırlarında önemli farklılıklar göstermiş ve ortalama değerler Çizelge 4'de sunulmuştur. Çizelge 4 incelendiğinde, en yüksek tohum ($1904.4 \text{ kg da}^{-1}$) ve kes verimi ($3839.2 \text{ kg da}^{-1}$) yaygın yüksek olduğu 2020 yılında belirlenmiştir. 2020 yılında özellikle kes (saman) verimine etkisi olan sap kalınlığı, dal sayısı ve bitki boyunun daha yüksek olması buna neden olmuş olabilir. Nitekim aynı alt familya içerisinde yer alan kinoa bitkisinde saman verimi ile bitki boyu, dal sayısı ve sap kalınlığı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu rapor edilmiştir (Temel ve Tufur Öztürk, 2020). Ayrıca 2019 yılına göre 2020 yılında biyolojik verimin yüksek olması (Çizelge 3), tohum verimine pozitif yönde katkı sağlamış olabilir. Çizelge 4'de görüleceği üzere en yüksek tohum verimi ilk ekim zamanında (Mart ortası) belirlenirken, en yüksek kes verimleri ise Mart ortası ve Mart sonunda yapılan ilk iki ekim zamanında belirlenmiş ve kes verimi açısından bu iki ekim dönemi aynı istatistikî grupta yer almıştır. En düşük tohum ve kes verimleri ise Nisan başı ve Nisan ortasında yapılan son ekimlerde tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yazlık olarak yapılan geç ekimlerde hava sıcaklıklarının artmasıyla serin iklim bitkileri yeterli (optimum) bir vejetatif gelişme göstermeden generatif aşamaya geçme meyillindedirler. Ayrıca erken ekimlerde bitkiler geç ekimlere göre ekolojik koşullardan daha fazla istifade edebilmektedirler. Diğer taraftan geç ekimlerde artan sıcaklıklar serin iklim bitkilerinin sağlıklı bir şekilde döllenme ve tohum oluşumunu engelleyebilmektedir (Gonzalez ve ark., 2012). Bunların sonucu olarak da geç ekimi yapılan serin iklim bitkilerinde ot ve tohum verimlerinde önemli düşüşler görülebilmektedir (Shams, 2011; Geren ve ark., 2014; Hirich ve ark., 2014; Alper, 2017; Temel ve Tufur Öztürk, 2020; Temel ve Yolcu, 2020; Temel ve Yazıcı, 2021; Temel ve Keskin, 2022b). Serin mevsim bitkisi olan Selvi sirken bitkisinde de mevcut bu nedenlerden dolayı erken ekimlere göre geç ekimlerde verim düşüşlerinin (tohum ve kes) yaşandığı söylenebilir.

Table 4. Mean seed and straw yield of mountain spinach sown in different dates for seed production

Çizelge 4. Tohum üretimi için farklı dönemlerde ekilen selvi sirken bitkisinin ortalama tohum ve kes verimi

Dönemler	Tohum verimi (kg da^{-1})			Kes verimi (kg da^{-1})		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
ED ₁	2138.9	3055.6	2597.3 a**	3510.2	4966.7	4238.4 a**
ED ₂	1816.3	2516.0	2166.2 b	3019.7	4924.4	3972.0 a
ED ₃	1261.6	1172.9	1217.2 c	2301.5	3039.6	2670.6 b
ED ₄	1031.2	873.3	952.3 c	2049.7	2426.2	2238.0 b
Ort.	1562.0 b**	1904.4 a		2720.3 b**	3839.2 a	
LSD _(0.05)	Y: 214.9, ED: 304.0, Y x ED: 429.9			Y: 310.0, ED: 438.3, Y x ED: 619.9		
CV (%)	14.16			10.79		

** aynı harfle gösterilen ortalamalar %1 seviyesinde önemli farklılık göstermektedir. Y: Yıl, ED: Ekim dönemi.

Şekil 3 incelendiğinde, her iki yılda da ekim zamanı geciktikçe tohum verimlerinde lineer bir düşüş görülürken, 2020 yılında üçüncü ekim döneminde tohum verimindeki düşüşün daha fazla olduğu görülmüştür. Kes verimi açısından değerlendirildiğinde, ekim zamanı geciktikçe 2019 yılında genel olarak tohum verimlerinde lineer bir düşüş görülürken, 2020 yılında ise ilk iki ekim döneminde

tohum verimleri aynı istatistiki önem seviyesinde kalmış ve sonraki ekim dönemlerinde düşüşler görülmüştür. Oluşan bu farklılıklar yıl x ekim dönemi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir.

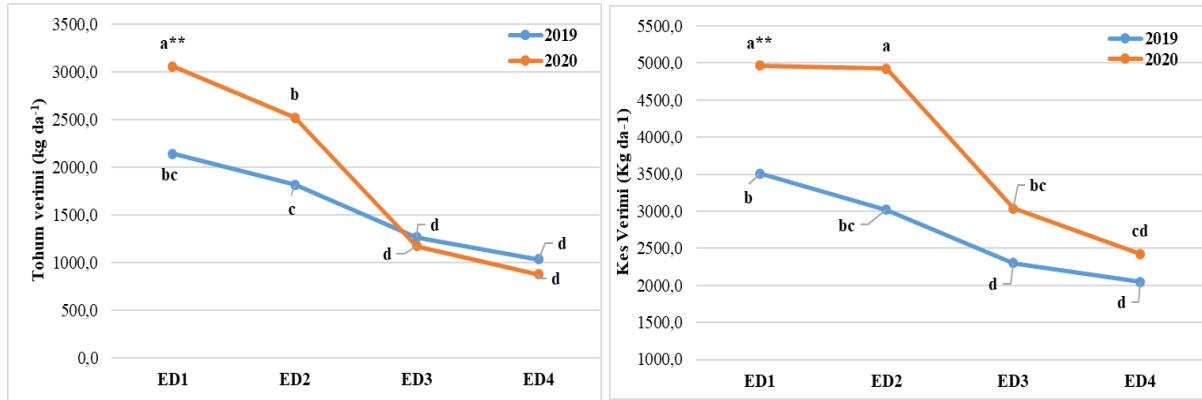


Figure 3. Effect of binary (year x sowing date) interaction on seed and straw yield
Şekil 3. Tohum ve kes verimi üzerine ikili (yıl x ekim dönemi) interaksyonunun etkisi

Hasat indeksi ve bin tane ağırlığı

İstatistik analiz sonuçları hasat indeksi ve bin tane ağırlığının yıl ve ekim zamanlarına göre önemli farklılıklar olduğunu göstermiş ve elde edilen ortalama değerler Çizelge 5’de yer almıştır. Çizelge 5 incelendiğinde, en yüksek hasat indeksi 2019 yılında belirlenmiştir. Bu Yılların ortalamasına göre her ne kadar 2020 yılında tohum verimleri yüksek olsa da, 2019 yılında üçüncü ve dördüncü dönem yapılan ekimlerde ise tohum verimleri daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla 2019 yılında biyolojik verime tohum verimin katkısı çok daha yüksek olmuştur. Oysa kes verimleri tüm ekim zamanlarında da 2020 yılında daha yüksek çıkmıştır. Mevcut bu nedenlerden dolayı hasat indeksi 2019 yılında yüksek çıkmış olabilir. Nitekim hasat indeksi tohum verimin toplam verime (biyolojik verime) oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Ekim dönemleri açısından incelendiğinde, hasat indeksi % 29.97 ile % 37.90 arasında değişim göstermiş ve en yüksek hasat indeksi istatistiki olarak aynı grupta yer alan ilk ekim döneminde belirlenmiştir. Oysa en düşük hasat indeksi ise son iki dönemde yapılan ekimlerde tespit edilmiştir. Öncesinde Selvi sirken bitkisinde konu ile ilgili bir literatüre rastlanmamıştır, ancak benzer familya içerisinde yer alan kinoa bitkisinde yıllara ve ekim zamanlarına göre hasat indekslerinin farklılık gösterdiği rapor edilmiştir (Geren ve ark., 2014; Temel ve Tufur Öztürk, 2020).

Table 5. Mean harvest index and thousand-grain weight of Mountain spinach sown in different dates for seed production

Çizelge 5. Tohum üretimi için farklı dönemlerde ekilen Selvi sirken bitkisinin ortalama hasat indeksi ve bin tane ağırlığı

Dönemler	Hasat indeksi (%)			Bin tane ağırlığı (g)		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
ED ₁	37.80	38.00	37.90 a**	5.49	7.43	6.46 b**
ED ₂	37.53	33.87	35.70 a	6.29	8.50	7.39 a
ED ₃	35.60	27.87	31.73 b	6.00	6.51	6.25 bc
ED ₄	33.43	26.50	29.97 b	5.45	6.49	5.97 c
Ort.	36.09 a**	31.56 b		5.81 b**	7.23 a	
LSD _(0.05)	Y: 2.03, ED: 2.87, Y x ED: 4.06			Y: 0.31, ED: 0.43, Y x ED: 0.61		
CV (%)	6.85			5.37		

** aynı harfle gösterilen ortalamalar %1 seviyesinde önemli farklılık göstermektedir. Y: Yıl, ED: Ekim dönemi.

Bin tane ağırlığı açısından değerlendirildiğinde, 2020 yılında Selvi sirken bitkisi tohumlarının bin tane ağırlıkları (7.23 g) 2019 yılına göre (5.81 g) daha yüksek bulunmuştur. Bu, 2020 yılında düşen yağış miktarının fazla olmasıyla bitkilerin daha gümrak ve daha iyi bir tohum gelişimi sağlamış olmalarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim ortamda yeterli miktarda nemin bulunması bitkilerin toprak altı ve üstü aksamalarını daha iyi geliştirmelerine ve bunun sonucu olarak da bitkilerin daha büyük ve dolgun tane oluşturmalarına neden oldukları rapor edilmiştir (Toğay ve ark., 2005). Ekim

zamanları açısından değerlendirildiğinde ikinci dönemde yapılan ekimlerde bin tane ağırlığı (7.39 g) diğer ekim zamanlarına göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 5). Bu, geç dönemde yapılan ekimlerde hava sıcaklığının artmasıyla daha cılız tohum oluşumlarından kaynaklanmış olabilir. Selvi sirken bitkisinde ekim zamanlarına göre 1000 tane ağırlığını konu alan öncesinde yürütülmüş bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak aynı familya içerisinde yer alan kinoa bitkisinde ekim zamanlarına göre bin tane ağırlıklarının farklılık gösterdiğini ve ekim zamanı ilerledikçe 1000 tane ağırlıklarında önemli azalmaların olduğu belirtilmiştir (Geren ve ark., 2014; Hirich ve ark., 2014; Tufur Öztürk, 2018).

Şekil 4 dikkate alındığında, ekim zamanları geciktikçe 2019 yılında hasat indekslerinde lineer bir düşüş görülürken, 2020 yılında ise üçüncü ekim dönemine kadar lineer bir düşüş, sonrasında ise istatistiki anlamda bir farklılık oluşmamıştır. Ayrıca ikinci, üçüncü ve dördüncü ekim dönemlerinde 2019 yılında hasat indekslerinde sırasıyla % 0.71, % 5.15 ve % 6.09 gibi düşük bir oranda azalma gerçekleşirken, 2020 yılında ise daha yüksek bir oranda (sırasıyla % 10.88, % 17.72 ve % 4.90) azalma gerçekleşmiştir. Bu, 2020 yılında düşen yağış miktarının fazla olmasına bağlı olarak kes verimini arttıran bitki boyu, dallanma ve dal sayısı parametrelerinin fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Bin tane ağırlığı açısından yıl x ekim zamanı etkileşimini değerlendirildiğinde, üçüncü ve dördüncü ekim döneminde bin tane ağırlığı değişmezken, 2020 yılında düşüş göstermiştir. Ayrıca üçüncü ekim döneminde bin tane ağırlığı 2019 yılında % 4.56 oranında azalırken, 2020 yılında ise % 23.45 oranında bir azalma gerçekleşmiştir. İklim ve ortam koşullarına bağlı olarak oluşan bu farklılıklar yıl x ekim dönemi etkileşiminin önemli çıkmasına neden olmuştur.

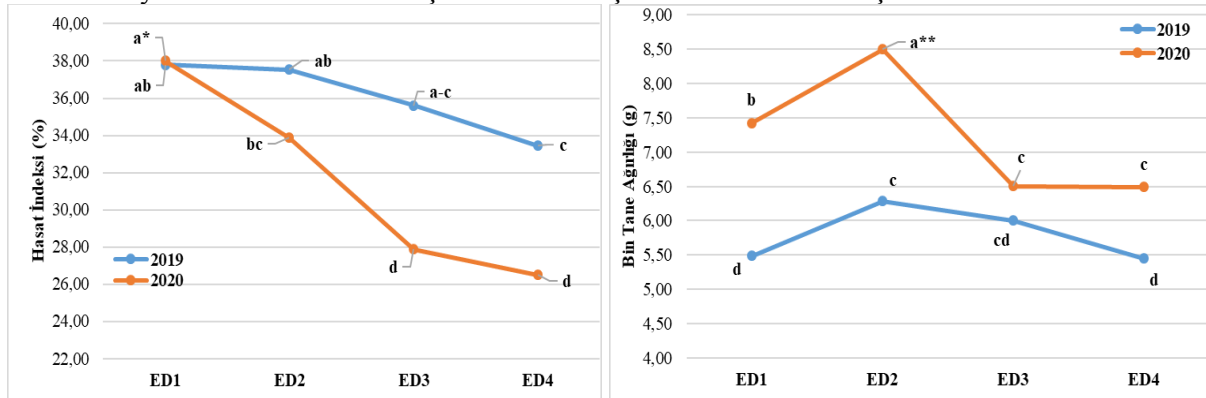


Figure 4. Effect of binary (year x sowing date) interaction on harvest index and thousand-grain weight
Şekil 4 Hasat indeksi ve bin tane ağırlığı üzerine ikili (yıl x ekim dönemi) etkileşiminin etkisi

İncelenen parametreler ile tohum verimi arasında belirlenen basit korelasyon katsayıları Çizelge 6'da sunulmuştur. Tohum verimi ile kes verimi, biyolojik verim, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, olgunlaşma süresi, bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığı arasında pozitif ve çok önemli ilişki belirlenmiştir. Kes (saman) verimi ile biyolojik verim, bin tane ağırlığı, olgunlaşma süresi, bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığı arasında olumlu ve çok önemli ilişki tespit edilmiştir. Biyolojik verim ile bin tane ağırlığı, olgunlaşma süresi, bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığı arasında çok önemli ve olumlu bir ilişki, hasat indeksi arasında ise önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Hasat indeksi ile olgunlaşma süresi arasında önemli ve olumlu, bitki boyu ve ana sap kalınlığı arasında ise olumlu ve çok önemli bir ilişki belirlenmiştir. Bin tane ağırlığı ile olgunlaşma süresi, bitki boyu ve ana sap kalınlığı arasında pozitif ve önemli, dal sayısı arasında ise olumlu ve çok önemli ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi ile bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığı arasında, bitki boyu ile dal sayısı ve ana sap kalınlığı arasında ve son olarak dal sayısı ile ana sap kalınlığı arasından pozitif ve çok önemli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar incelenen parametrelerin her hangi birindeki artış, diğer parametrelerde de artışlar olduğunu göstermiştir. Ancak mevcut çalışmada kes verimi ile hasat indeksi arasında, hasat indeksi ile bin tane ağırlığı ve dal sayısı arasında istatistiki olarak olumlu veya olumsuz önemli bir artışın olmadığı görülmüştür. Selvi sirken bitkisinin tohum üretimi ile ilgili öncesinde bu tür bir çalışmaya rastlanılmamıştır, ancak ot üretim amacıyla değerlendirilen Selvi sirken bitkisi ve farklı yem bitkisi türlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çakmakçı ve ark., 1998; Sayar ve ark., 2013; Çağan ve ark., 2018; Temel ve Keskin, 2022b).

Table 6. Correlation coefficients and significance levels belonging to the seed yield characteristics

Çizelge 6. Tohum verim özelliklerine ilişkin korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	TV	KV	BV	HI	BTA	OS	BB	DS	ASK
TV	1.000	0.903**	0.966**	0.661**	0.528**	0.872**	0.757**	0.696**	0.887**
KV		1.000	0.983**	0.303 ^{ö.d.}	0.737**	0.856**	0.701**	0.846**	0.807**
BV			1.000	0.462*	0.667**	0.883**	0.742**	0.803**	0.860**
HI				1.000	-0.073 ^{ö.d.}	0.462*	0.488*	0.055 ^{ö.d.}	0.613**
BTA					1.000	0.475*	0.434*	0.681**	0.455*
OS						1.000	0.724**	0.843**	0.940**
BB							1.000	0.667**	0.810**
DS								1.000	0.734**
ASK									1.000

** ve * sırasıyla 0.01 ve 0.05 düzeyinde önemliliği göstermekte, ö.d. ise önemsizdir. TV; tohum verimi, KV; kes verimi, BY; biyolojik verimi, HI; hasat indeksi, BTA; bin tane ağırlığı, OS; olgunlaşma süresi, BB; bitki boyu, DS; dal sayısı, ASK; ana sap kalınlığı.

Sonuç ve Öneriler

Selvi sirken bitkisinin tohum verim özellikleri üzerine farklı ekim zamanlarının test edildiği mevcut çalışmada; yıllara göre dal sayısı 34.8-43.1 adet, ana sap kalınlığı 19.27-20.18 mm, olgunlaşma süresi 172.5-178.3 gün, biyolojik verim 4283.3-5743.7 kg da⁻¹, tohum verimi 1562.0-1904.4 kg da⁻¹, kes verimi 2720.3-3839.2 kg da⁻¹ ve bin tane ağırlığı 5.81-7.23 g arasında değişim göstermiş ve yağışlı geçen 2020 yılında hasat indeksi hariç incelenen diğer parametrelerin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekim zamanlarına göre incelenen parametreler önemli farklılık göstermiş ve ekim zamanı geciktirildikçe başta tohum verimi olmak üzere diğer parametrelerde önemli düşüşlerin olduğu görülmüştür. Ayrıca tohum verimi ile kes verimi, biyolojik verim, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, olgunlaşma süresi, bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığı arasında pozitif ve çok önemli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışma her ne kadar sulu koşullarda yürütülmüş olsa da, yüksek tohum üretimleri için Selvi sirken bitkisinin yağışa tepkisinin yüksek olduğunu ve ekimlerin erken dönemde (15 Mart-1 Nisan tarihleri arasında) yapılmasının uygun olduğunu göstermiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Tüm yazarlar eşit oranda makaleye katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makalenin yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Acar, R., 2012. Yaprakları sebze olarak tüketilen *Atriplex nitens* Schkuhr.'in farklı hasat zamanlarındaki verimi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, Türkiye.
- Acar, R., Güncan, A., 2002. Kaba yem olarak değerlendirilebilecek bazı yabancı ot karakterindeki bitkilerin morfolojik özellikleri ve ham protein oranlarının belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(29): 79-83.
- Acar, R., Kayak, N., Dal, Y., Kal, Ü., Seymen, M., Koç, N., Türkmen, Ö., 2019a. Farklı ekim zamanlarının dağ ıspanağının (*Atriplex hortensis* = *Atriplex nitens*) bitkisel özellikleri üzerine etkisi. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 9(2): 81-84.
- Acar, R., Özköse, A., Koç, N., 2017. Selvi sirkenin (*Atriplex nitens* Schkuhr.) alternatif kullanım potansiyelinin araştırılması. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 6(2): 18-22.
- Acar, Z., Sabancı, C. O., Tan, M., Sancak, C., Kızıllı, M., Bilgili, U., Ayan, İ., Karagöz, A., Mut, H., Önal Aşçı, Ö., Başaran, U., Kır, B., Temel, S., Bengisu, Y., Ayşe, G., Kırbay, R., Pelen, M. A., 2015. Yem bitkileri üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları.
- Akinshina, N., Toderich, K., Vereshagina, N., Nishonov, B., 2014. Salt-tolerant plants for soil salinity control, sustainable fodder and bioenergy production in Central Kyzylkum. Innovation for sustainability and food security in arid and semiarid lands. 2. International Conference on Arid Land Studies. Abstract Book p: 9.

- Alper, M., 2017. Kazova-Tokat koşullarda farklı ekim zamanlarında kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) bitkisinde bazı verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Altuner, F., Oral, E., Kulaz, H., 2019. The impact of different sowing-times of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its varieties on the yield and yield components in Turkey-Mardin ecology condition. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (4): 10105-10117.
- Anonim, 2021. Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü. Meteroloji Bültenleri.
- Ashraf, M., Foolad, M. R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 206-216.
- Bertero, H. D., De la Vega A. J., Correa, G., Jacobsen, S. E., Mujica, A., 2004. Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of multi-environment trials. *Field Crop Research*, 89: 299-318.
- Çaçan, E., Kaplan, M., Kökten, K., Tutar, H., 2018. Evaluation of some forage pea (*Pisum sativum ssp. arvense* L.) lines and cultivars in terms of seed yield and straw quality. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(2): 275-284.
- Çakmakçı, S., Ünay, A., Açıkgöz, E., 1998. Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)'de tohum ve saman verimleri ile ilişkili karakterlerin değişik yöntemlerle saptanması üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 161-165.
- Doudova, J., Douda, J., Mandak, B., 2017. The complexity underlying invasiveness precludes the identification of invasive traits: A comparative study of invasive and non-invasive heterocarpic *Atriplex* congeners. *PLoS ONE*, 12(4), e0176455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176455>.
- Dursun, Ş., Acar, R., 2015. Effect of different lead (Pb(NO₃)₂) dose applied on *Atriplex nitens* Schkuhr. seedling growth. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 5(4): 491-494.
- FAO, 2008. Land and Plant Nutrition Management Service. Available from, www.fao.org/ag/agl/agll/spush. (26.01.2020)
- Gallardo, M., Thompson, R. B., Valdez, L. C., Pérez, C., 2004. Response of stem diameter to water stress in greenhouse grown vegetable crops. *Acta Horticulturae*, 664(30): 253-260. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.664.30>.
- Gençtan, T., 2012. Tarımsal Ekoloji. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları.
- Geren, H., Kavut, Y.T., Topcu, G.D., Ekren, S., Istipliler, D., 2014. Effects of different sowing dates on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown under Mediterranean climatic conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3): 297-305. <https://doi.org/10.20289/euzfd.46525>.
- Gonzalez, J. A., Konishi, Y., Bruno, M., Valoya, M., Pradoc, F. E., 2012. Interrelationships among seed yield, total protein and amino acid composition of ten quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agroecological regions. *Journal Science Food Agriculture*, 92: 1222-1229.
- Hirich, A., Choukr-Allah, R., Jacobsen, S. E., 2014. Quinoa in Morocco. Effect of sowing dates on development and yield. *Journal of Agronomy Crop Science*, 200(2014): 371-377. <https://doi.org/10.1111/jac.12071>.
- JMP, 2003. JMP 5.0.1, A Business Unit of SAS, Cary, NC.
- Kacar, B., 2012. Toprak Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kalaycı, M., 2005. Örneklerle jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analiz modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Keskin, B., Temel, S., 2022. Kuru şartlarda yetiştirilen selvi sirken (*Atriplex nitens*)'in ot verimi ve bazı verim öğeleri üzerine farklı ekim ve hasat dönemlerinin etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9 (2): 340-349. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1060028>.
- Keskin, B., Temel, S., Çakmakçı, S., Tosun, R., 2021. Bazı Horozibiği (*Amaranthus spp.*) çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimleri ve verim unsurları üzerine araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1): 11-19. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.715545>.
- Kurgan, L., 2022. Selvi sirkenin (*Atriplex nitens* Schkuhr) çimlenme özellikleri ile tuzluluk ve kuraklığa toleranslarının belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi.
- Liu, F., Stutzel, H., 2004. Biomass partitioning, specific leaf area and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus spp.*) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 102(1): 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.11.014>.
- Munir, H., 2011. Introduction and Assessment for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) As A Potential Climate Proof Grain Crop. Ph D thesis, University of Agriculture, Faisalabad.
- Munra, D. B., Small, E., 1997. *Atriplex* (Garden orach). *Vegetables of Canada*. NRC Research Press.
- Özkan, U., Şahin Demirbağ, N., 2016. Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarını mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9 (1): 23-27.

- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., D'Andria, R., Lafelice, G., Marconi, E., 2010. Field trial evaluation of two *Chenopodium quinoa* genotypes grown under rain-fed conditions in a typical Mediterranean environment in South Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196: 407-411.
- Rabbimov, A., Bekchanov, B., Mukimov, T., 2011. Chemical composition and palatability of some species of halophytes. *Arid Ecosystems*, 1(2): 104-109.
- Ramesah, K., 2016. Evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) at different dates of sowing and varied crop geometry in semi-arid regions of Telangana. Master Thesis, Professor Jayashankar Telangana State Agricultural University. Master of Science in Agriculture, Telangana.
- Redzic, S. J., 2006. Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovia. *Ecology of Food and Nutrition*, 45(6): 189-232. <https://doi.org/10.1080/03670240600648963>.
- Sağlam, A., 2004. Ağır kuraklık stresi geçirmiş *Ctenanthe setosa* bitkisinin yeni kuraklık koşullarına adaptasyon yeteneğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Shams, A., 2011. Combat degradation in rain fed areas by introducing new drought tolerant crops in Egypt, *International Journal of Water Resources and Arid Environments*, 1 (5): 318-325.
- Sayar, M. S., Anlarsal, A. E., 2008. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17 (4): 78-88.
- Sayar, M. S., Han, Y., Seydoşoğlu, S., Başbağ, M., 2013. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının ot verimi, ot verimini etkileyen özellikler ile özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi. 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya
- Spehar, C. R., De Barros Santos, R. L., 2005. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. *Pesquisa Agropecuaria, Brasileira*, Brasilia, 40(6): 609-612.
- Sönmez, B., 2008. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Yayın No: 33, Ankara.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki Fizyolojisi. (Çev. İ. Türkan). Palme Yayıncılık.
- Tan, M., 2018. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları.
- Tan, M., Temel, S., 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları.
- Tan, M., Temel, S., 2020. Doğu Anadolu'nun kuru şartlarında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinin kaba yem üretimlerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 554-561. <https://doi.org/10.24180/ijaws.741652>.
- Temel, I., Keskin, B., Temel, S., 2022. The Effects of different sowing and harvesting times on hay quality of Mountain spinach (*Atriplex nitens*) grown in arid conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(3): 1831-1842. <https://doi.org/10.21597/jist.1133553>.
- Temel, S., Keskin, B., 2022a. Determination of Forage quality properties of plant parts in different amaranth varieties cultivated under irrigated and rainfed conditions. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(2): 122-132.
- Temel, S., Keskin, B., 2022b. Alternatif yem kaynağı olarak selvi sirken bitkisinde farklı ekim ve hasat dönemlerinin ot verim ve bazı verim bileşenlerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8(1): 92-107.
- Temel, S., Keskin, B., Çakmakçı, S., Tosun, R., 2020. Sulu ve kuru koşullarda farklı amarant türlerine ait çeşitlerin ot verim performanslarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 615-624. <https://doi.org/10.24180/ijaws.788719>.
- Temel, S., Keskin, B., Tosun, R., Çakmakçı, S., 2021. Yazlık olarak ekilen yem bezelyesi çeşitlerinde ot verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2): 411-419. <https://doi.org/10.30910/turkjans.873532>.
- Temel, S., Şahin, C., 2022. *Atriplex nitens* Schkuhr'in ot verim ve kalite özelliklerine farklı azot ve fosforlu gübre dozlarının etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8 (3): Basımda.
- Temel, S., Şahin, K., 2011. Iğdır ilinde yem bitkilerinin mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1): 64-72.
- Temel, S., Şimşek, U., 2011. Iğdır ovası toprakların çoraklaşma süreci ve çözüm önerileri. *Alinteri Journal of Agricultural Science*, 21(B): 53-59.
- Temel, S., Tan, M., 2002. Erzurum şartlarında Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)'in ekim ve hasat zamanlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(4): 363-368.
- Temel, S., Tan, M., 2020. Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşitlerinin kaba yem kalite özellikleri açısından değerlendirilmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2): 347-354. <https://doi.org/10.24180/ijaws.735557>.

- Temel, S., Tufur Öztürk, A., 2020. Kinoada yüksek tohum üretimi için uygun ekim zamanı ve çeşitlerin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(4): 3095-3108. <https://doi.org/10.21597/jist.794312>.
- Temel, S., Yazıcı, E., 2021. Ağrı-Eleşkirt koşullarında yazlık olarak farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bazı ot verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 7(2): 306-314. <https://doi.org/10.24180/ijaws.927195>.
- Temel, S., Yolcu, S., 2020. The effect of different sowing time and harvesting stages on the herbage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Turkish Journal of Field Crops, 25(1): 41-49. <https://doi.org/10.17557/tjfc.737503>.
- Toderich, K., Tsukatania, T., 2007. New Approaches for Biosaline Agriculture Development Management and Conservation of Central Asian Degraded Drylands. KIER Discussion Paper, Institute of Economic Research, Kyoto University, 638, 1-19.
- Toğay, N., Toğay, Y., Erman, M., Doğan, Y., Çıg, F., 2005. Kuru ve sulu koşullarda farklı bitki sıklıklarının bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(4): 417-421.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Nüfus ve Yerleşme Perspektifinde Menemen İlçesinde Arazi Dağılışı ve Tarımsal Üretim

Fahrettin Tepealti^{1*} 

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü- İzmir-Türkiye
*Sorumlu yazar: fahrettin.tepealti@bakircay.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.10.2022

Kabul Tarihi: 23.11.2022

Öz

Bu çalışmada, İzmir'in Menemen ilçesinde giderek artan nüfus ve yerleşmeler ile bölgedeki arazi dağılışı ve tarımsal üretim faaliyetleri arasındaki ilişkinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla Menemen ilçesinin tarım ve yerleşim alanları, araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Çalışmada, literatür taramasının yanında Menemen ilçesinin nüfus ve yerleşme özelliklerini belirtmek amacıyla güncel Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri kullanılmıştır. Araştırma sahasının fiziki yapısını göstermek için hazırlanan haritalar ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Menemen ilçesinin arazi sınıflandırması ve bu alanda yaşanan değişimlerse CORINE sistemine göre yapılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler, Menemen ilçesine yönelik göç kaynaklı nüfus artışına bağlı olarak yapay alan ihtiyacının da sürekli olarak arttığını göstermektedir. Bu durum, tarım alanları üzerinde bir baskı oluşturmakta ve ilçedeki arazi dağılımı üzerinde değişime neden olmaktadır. Söz konusu sürecin bir neticesi olarak 1990-2018 arası dönemde ilçedeki tarım alanlarının daraldığı, yapay alanlarınsa genişlediği belirlenmiş ve mevcut baskının tarım alanları aleyhine süreceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Menemen, tarımsal üretim, nüfus, yerleşme, arazi dağılışı.

Land Distribution and Agricultural Production in Menemen District from the Perspective of Population and Habitation Abstract

In this study, it is aimed to show the relationship between the increasing population and settlements in Menemen district of İzmir and the land distribution and agricultural production activities therein. Hence, the agricultural and residential lands of Menemen district constitute the main materials of the research. In the research, in addition to the literature review, up to date Turkish Statistical Institute (TurkStat in Turkish TÜİK) data is used to indicate the population and settlement characteristics of Menemen district. The maps which are prepared to show the physical structure of the research area are created by employing ArcGIS 10.5 software. The land classification of Menemen district and the changes in the area are formed according to the CORINE system.

It is determined that the need for artificial land has also increased as a result of the population increase resulting from the migration to Menemen district. This situation not only creates a pressure on farmlands but also causes a change in the distribution of land in the district. As a result of the process in question, it was determined that the agricultural areas in the district were narrowed and the artificial areas expanded in the period between 1990 and 2018, and it was concluded that the current pressure would continue against the agricultural areas.

Keywords: Menemen, agricultural production, population, settlement, land distribution.

Giriş

Dünya nüfusunun sürekli artması, her geçen gün “sürdürülebilir gıda güvenliği” tartışmasını daha fazla gündeme getirmektedir. Temel gıda maddelerinin ana kaynağı konumundaki tarım ürünlerinin temini ise bu tartışmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Teknolojik ilerlemelere bağlı olarak yeni tarım arazilerinin açılması ve modern tarım yöntemlerinin daha geniş alanlarda uygulanması ihtiyaç duyulan tarımsal üretimi desteklerken; erozyon ve kuraklık gibi doğal olumsuzluklarla yerleşim alanlarının genişlemesi ve sanayileşme gibi beşerî faktörler tarımsal

faaliyetleri tehdit etmektedir. Yapılan projeksiyonlar, dünya nüfusunun artmaya devam edeceğini ve tarımsal üretim üzerindeki olumsuz faktörlerin etkisinin giderek artacağını göstermektedir. Birleşmiş Milletlerin (BM) yaptığı hesaplamalara göre, 2030 yılına gelindiğinde dünya nüfusunun %60'ının şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir (Üzülmez ve Yılmaz, 2021). Türkiye'de de şehir nüfus oranı hızlı bir yükseliş göstermiş ve neredeyse üst sınıra dayanmıştır. 1950 yılında %25 olan Türkiye'nin şehir nüfus oranı, 2021 yılına gelindiğinde %90'ı aşmıştır. Söz konusu yıllardaki toplam nüfusun 21 milyondan 83 milyona yükselmesi (TÜİK, 2021), şehir nüfusundaki artışın ne denli çarpıcı olduğunu göstermektedir. Büyük oranda kırdan kente gerçekleşen bu yer değiştirme hareketi (Karademir ve Doğan, 2019), şehir alanlarının kırsal alanlara doğru genişlediği anlamına gelirken kırsal alanların daralması ise en başta tarım arazilerinin kaybedilmesi riskini beraberinde getirmektedir.

Şehir alanlarının genişlemesine bağlı olarak tarım alanlarının yerleşim baskısı altında kalması, yoğun göç alan şehirlerde daha belirgin olarak gözlemlenmektedir. Bu açıdan Türkiye'nin en fazla göç alan şehirlerinin başında gelen İzmir'in sahip olduğu verimli tarım arazileri nedeniyle bu durumla karşı karşıya kaldığı söylenebilir. Söz konusu riskin yüksek olduğu yerlerden biri de özellikle son dönemde aldığı göçle öne çıkan İzmir'in Menemen ilçesidir. Gediz Nehri'nin taşıdığı alüvyonlar üzerinde bulunan ve M.Ö. 1000 yıllarında bugünkü Yahşelli civarında kurulduğu tahmin edilen Menemen, sahip olduğu coğrafi özellikler nedeniyle tarih boyunca çok sayıda medeniyete ev sahipliği yapmıştır (Baldan ve Baldan, 2018). Şüphesiz, söz konusu devletleri cezbeden husus bölgedeki verimli tarım arazilerinin varlığı olmuştur. Menemen, sahip olduğu iklim ve toprak özellikleri ile sulama imkanları sayesinde bu çekiciliğini sürdürmekte ve aldığı göç kaynaklı nüfus artışına bağlı olarak yerleşim alanlarının hızla genişlediği bir bölge olarak dikkat çekmektedir. Dolayısıyla Menemen ilçesi, tarım alanlarının daralması ve amacı dışında kullanılması tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu çalışmada, söz konusu sürecin Menemen ilçesinin arazi dağılımı üzerindeki etkisi incelenmiş ve yaşanan değişimin CORINE arazi sınıflandırma sistemi (Düzyey 1) yoluyla tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

İzmir iline bağlı Menemen ilçesinin tarım ve yerleşim alanları araştırmanın materyalini oluşturmaktadır. Bu çerçevede ilçenin nüfus yapısı, aldığı göç, yerleşim alanlarının genişleme durumu ile Menemen Sulama Sistemi kapsamında yer alan yaklaşık 17.676 ha'lık alanda yapılan tarımsal üretim, araştırmanın ele alınmasında kullanılan temel materyallerdir. Araştırma alanı ile ilgili çeşitli yazılı kaynaklar ve kurumlardan sağlanan veriler ile sahada yapılan gözlemler sonucu edinilen bilgiler diğer materyalleri oluşturmaktadır.

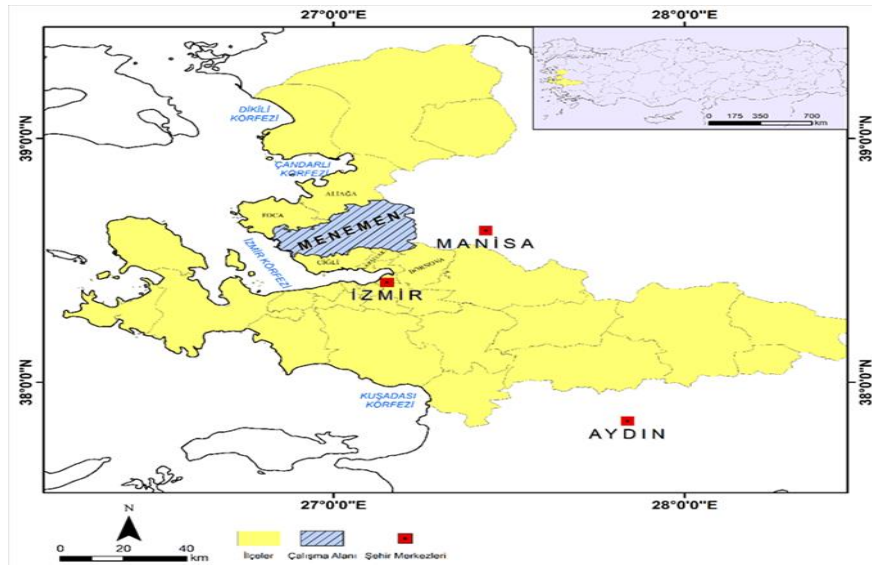


Figure 1. Location of Menemen District

Şekil 1. Menemen İlçesinin Konumu

Şekil 1’de görüldüğü gibi araştırmaya konu teşkil eden Menemen ilçesi, kuzeyinde Aliağa ve Foça, güneyinde Çiğli, Karşıyaka ve Bornova ilçeleri, doğusunda Manisa ve batısında İzmir Körfezi ile komşudur. Yüzölçümü 694 km² olan ilçenin deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 20 metredir.

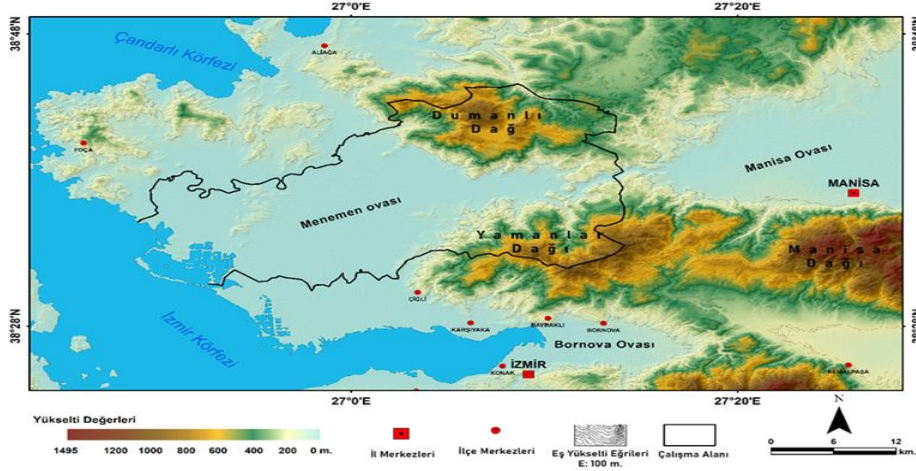


Figure 2. Topographic Expression of Menemen District

Şekil 2. Menemen İlçesinin Topografik Görünümü

Şekil 2’de topografik durumu gösterilen ilçe, Dumanlı Dağ ile Yamanlar Dağı arasındaki boğazdan itibaren denize doğru yelpaze gibi açılan bir ova üzerinde yer almaktadır. Bu alan, ilçenin içinden geçerek İzmir Körfezi’ne dökülen Gediz Nehri’nin¹ Murat ve Şaphane dağlarından taşıdığı sedimanlar tarafından meydana getirilmiştir (Kayan ve Öner, 2015). Topografik yapısının bir sonucu olarak ilçenin iç ve batı bölgelerinde eğim 0,6 derece iken doğuya gidildikçe artan eğim 3,6-24 derecelik değerlere ulaşır. Orta ve kuzey bölümleri alüvyal ve genç topraklardan oluşan ova, meyili düz veya düze yakın olduğu için tarıma elverişlidir. Ovanın güney ve batı bölümlerindeyse hidromorfik tuzlu alüvyal topraklar yer alırken ovanın yaklaşık 150.000 dekarlık bir alanını kaplayan çorak topraklar, tuzlu, alkali ve tuzlu alkali topraklardan oluşmaktadır (Menemen Belediyesi, 2019).

Çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu’ndan (TÜİK) edinilmiş nüfus ve tarımsal ürün verileri kullanılmıştır. Menemen ilçesinin arazi sınıflandırması ise Coordination of Information on the Environment (CORINE) sistemine göre yapılmıştır. CORINE, 1980’li yılların yarısından itibaren Avrupa Birliği (AB) ülkelerini kapsayacak şekilde, belirli dönemler aralığında (1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018) arazi örtüsü/kullanımını ortaya koymak amacıyla oluşturulmuş bir sistemdir (Disperati ve Virdis, 2015; Congedo ve ark., 2016). AB üyesi ülkeler tarafından kullanılması zorunlu olan CORINE arazi sınıflandırma sistemi, Birlik ülkelerinin tamamını kapsayan bir arazi kullanım haritası geliştirmek, standartlaştırılmış bir veri tabanı üretmek ve çevresel politika alanında kullanmak gibi amaçlar çerçevesinde geliştirilmiştir (Başayığıt, 2004; Sarı ve Özşahin, 2016). Türkiye’de AB üyeliği sürecinde Birlik standartlarını yakalamak amacıyla bu sisteme dahil olmuştur. Türkiye’de arazi örtüsü/kullanımının CORINE sistemine göre sınıflandırılması, belirli dönemler için tekrar oluşturulması ve mekân-zaman ölçeğinde yaşanan değişimlerin incelenmesi oldukça önemlidir (Sarı ve Özşahin, 2016). Ayrıca bu gibi uygulamaların gerçekleştirilmesi, doğal ekosistemlerin istikrarı (Tağıl, 2014) ile beşerî ve sosyo-ekonomik uygulamaların planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi bakımından da değerlidir.

Menemen ilçesinin CORINE sistemine göre oluşturulmuş vektör tabanlı 1990 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü/kullanımı, çalışmanın amacı doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu bağlamda ArcGIS 10.5 yazılımı ile 2018 yılına ait arazi örtüsü/kullanımı CORINE sistemine göre (Düzyey 1) sınıflandırılarak haritalandırılmıştır. Ardından 1990 ve 2018 yıllarına ait vektör tabanlı arazi örtüsü/kullanımı verilerinin öznetelik bilgileri (Düzyey 1) esas alınarak 1990-2018 arası dönemde ilçede

¹ Gediz nehri, 401 km uzunluğu ve 1.721.895 ha su havzasıyla Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %2.2’sini oluşturmaktadır. Taşıdığı alüvyonların İzmir Körfezi’ni doldurma ihtimali nedeniyle 1886 yılında nehrin yatağı değiştirilerek bugünkü haline getirilmiştir (Özden ve ark., 2009; Doğaner, 2019).

yaşanan arazi örtüsü/kullanımındaki değişimler belirlenmiştir. Son olarak ulaşılan söz konusu değişim düzeyi hektar (ha) ve yüzde (%) olarak hesaplanarak tablo haline getirilmiştir.

Çalışmada kullanılan lokasyon ve topografya haritaları, Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) temin edilen 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli sayısal vektör tabanlı veriler (izohips) kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca söz konusu haritalara yardımcı olarak "ALOS PALSAR" uydu görüntülerinden üretilen 12.5 x 12.5 m'lik yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelinden (DEM) yararlanılmıştır. Araştırma sahasının temel kartografik özelliklerini yansıtabilmek amacıyla hazırlanan haritaların tamamı, ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak üretilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Menemen İlçesinin Nüfus ve Yerleşme Özellikleri

1927 yılında yapılan Türkiye'nin ilk nüfus sayımına göre Menemen, üçte ikisi köylerde olmak üzere toplam 27.934 nüfusa sahipti. İlerleyen dönemlerde sürekli bir artış gösteren ilçe nüfusu, 1985'te 62.915, 1990'da 76.043, 2000'de 114.457 (Menemen Belediyesi, 2019; Ayhan, 2020) ve 2021'de 193.229'a ulaşmıştır. Dolayısıyla ilçenin nüfusu 94 yıl içinde yaklaşık 7 kat artmıştır.

Table 1. Population Amount of Menemen District by Years (2007-2021)

Çizelge 1. Menemen İlçesinin Yıllara Göre Nüfus Miktarı (2007-2021)

Yıl	Erkek nüfus	Kadın nüfus	Toplam nüfus
2021	98.451	94.778	193.229
2020	95.118	91.064	186.182
2019	91.913	87.968	179.881
2018	89.163	85.401	174.564
2017	86.857	83.233	170.090
2016	83.431	80.134	163.565
2015	79.935	77.039	156.974
2014	75.002	73.660	148.662
2013	72.228	70.608	142.836
2012	69.820	68.323	138.143
2011	68.090	66.799	134.889
2010	65.998	65.396	131.394
2009	64.543	63.570	128.113
2008	63.691	61.787	125.478
2007	64.337	62.597	126.934

Kaynak: TÜİK, 2022.

Çizelge 1'den anlaşılacağı üzere ilçe nüfusu, 2008 yılı istisna olmak kaydıyla son dönemde sürekli bir artış göstermiştir. Bu artışın yaşanmasında kentleşme, sanayileşme ve eğitim olanaklarının artması gibi etkenlerden bahsedilebilir. Mevcut nüfusu ile Menemen, Buca (517.963), Karabağlar (478.788), Bornova (452.867), Karşıyaka (347.023), Konak (336.545), Bayraklı (296.839), Çiğli (209.951) ve Torbalı'nın (201.476) ardından 30 ilçeli İzmir'de en fazla nüfusa sahip 9. ilçe konumundadır (TÜİK, 2022). Mevcut demografik süreç göz önüne alındığında ilçe nüfusunun artmaya devam edeceği öngörülmektedir.

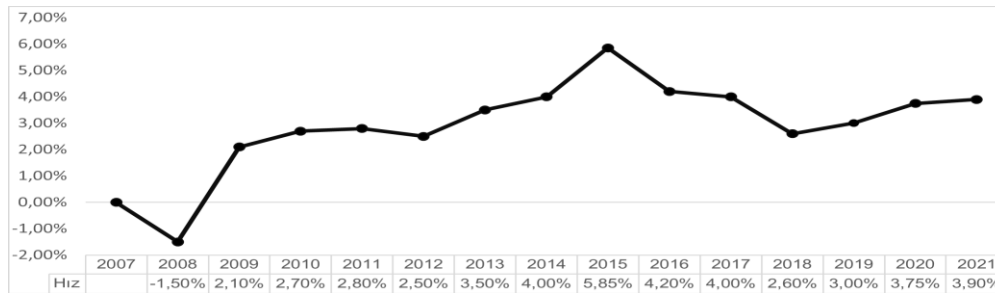


Figure 3. Population Growth Rate of Menemen District by Years (2007-2021)

Şekil 3. Menemen İlçesinin Yıllara Göre Nüfus Artış Hızı (2007-2021)

Kaynak: TÜİK, 2022.

Menemen'in Çizelge 1'deki veriler esas alınarak hazırlanan yukarıdaki nüfus artış hızı grafiğine (Şekil 3) bakıldığında ilçedeki nüfus artışının sadece 2008 yılında (-) değerlere düştüğü ve takip eden yıllarda sürekli (+) değerlerde kalarak genel bir yükseliş izlediği görülmektedir. 2021 yılı itibarıyla Menemen, %3.90'lık oranla Seferihisar (%8.31), Karaburun (%5.14), Urla (%4.49) ve Çeşme'nin (%4.4) ardından İzmir'de nüfus artış hızı en yüksek olan 5. ilçedir (TÜİK, 2022).

Menemen ilçesindeki nüfus artışı, İzmir genelinde olduğu gibi çok büyük oranda göç kaynaklıdır. İlçede yerli halk dışındaki kişilerin illere göre nüfus kayıtlarına bakıldığında Menemen'in en fazla göç aldığı 5 ilin sırasıyla; Erzurum (11.635), Muş (11.614), Ağrı (6.062), Manisa (5.889) ve Mardin (4.919) olduğu görülmektedir (TÜİK, 2018). Nitekim ilçede ikamet edenlerin nüfusa kayıtlı oldukları il dağılışı da bunu doğrulamaktadır. İkametgahı Menemen'de olanların sadece %37'si İzmir nüfusuna kayıtlıken; %6.7'si Erzurum ve Muş, %3.5'i Ağrı ve Manisa ile yaklaşık %2.5'lik oranlarla Mardin, Tunceli ve Kars'a kayıtlıdır. Diğer önemli paya sahip iller ise Konya, Balıkesir, Afyon, Diyarbakır, Elâzığ, Sivas ve Bitlis'tir (Menemen Belediyesi, 2019). Görüldüğü gibi Menemen, Türkiye ölçeğinde oldukça geniş bir göç havzasına sahiptir ve dolayısıyla ilçe nüfusunun büyük çoğunluğu "göçmen" olarak tanımlanabilir. Ayrıca Menemen, söz konusu illerden aldığı göçlerin yanında İzmir'in diğer ilçelerinden de göç almaktadır. Özellikle son yıllarda belirginleşen bu durum üzerinde ekonomik gerekçelerin yanında ilçede genişleyen yeni yerleşim alanlarının varlığı ve 30 Ekim 2020 tarihinde yaşanan depremin oluşturduğu güvenli konut ihtiyacı da etkili olmaktadır. Bu tarihten sonra başta Karşıyaka ve Bayraklı olmak üzere körfez ilçelerinden Menemen'e doğru bir nüfus hareketi yaşandığı gözlenmektedir.

İlçe genelinde dengeli dağılmayan nüfus, merkezi mahallelerde yoğunlaşmıştır. Öte yandan Büyükşehir kanunu çerçevesinde köy yerleşmelerinin mahalle statüsüne geçmesi ile ilçedeki toplam mahalle sayısı 55'e yükselmiştir. 2004 yılında kabul edilen 5216 sayılı Büyük Şehir Belediyesi Kanunu ile belediyelerin sorumluluk kapsamına giren kırsal alan genişletilmiş ve 12 Kasım 2012 tarihinde kabul edilen 6360 Sayılı Kanun ile bu durum daha ileri bir aşamaya ulaşmıştır. Büyükşehir'e dönüştürülen illerin yönetim yapısında büyük değişikliğe neden olan bu kanun çerçevesinde 14 ilde yeni büyükşehir ve bu şehirlerin bünyesinde 25 yeni ilçe kurulmuştur. Böylelikle il mülki sınırları aynı zamanda büyükşehir belediyelerinin sorumluluk sınırı olarak kabul edilmiş; köy ve kasabalar mahalle statüsüne geçirilerek mevcut tüzel kişilikleri sonlandırılmıştır (Ünal ve ark., 2018; Sertkaya Doğan ve Gökburun, 2019; Tuncer ve Bakırcı, 2020). Dolayısıyla ilçede resmi olarak köy nüfusu bulunmamaktadır.

Menemen İlçesinde Arazi Kullanımı

Menemen'deki arazi kullanımı, ilçenin fiziki özellikleri ve buna bağlı olarak gelişen tercihler sonucunda şekillenmiştir. Gediz Nehri'nin getirdiği alüvyonlardan oluşan verimli araziler tarım alanlarını oluştururken, iklim ve yüzey şekillerinin niteliği de ilçedeki orman ve fundalık alanlarla çayır ve mera alanlarının dağılışını belirlemiştir.

Menemen'in CORINE arazi sınıflandırmasına (Düzyey 1) göre hazırlanan arazi dağılışı (Amenajman) haritasına (Şekil 4) bakıldığında söz konusu alanların ilçe genelindeki konumu görülebilir.

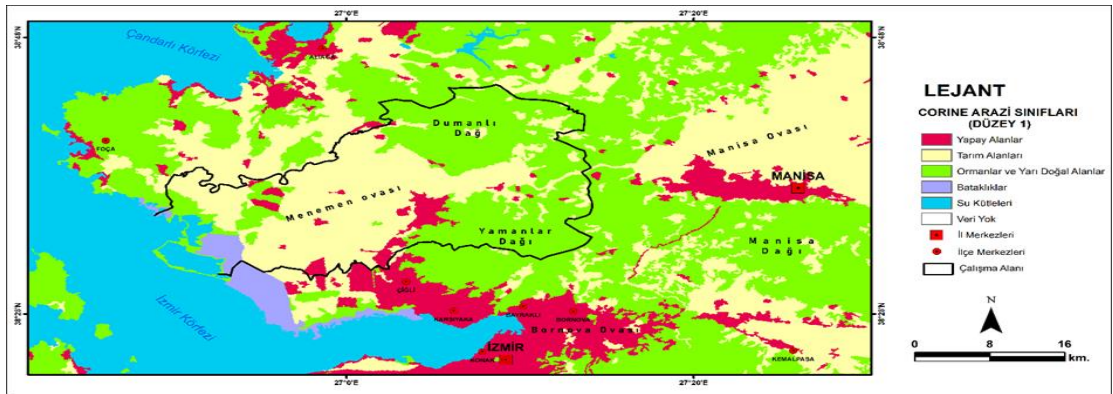


Figure 4. Land Use Map of Menemen District (2022)

Şekil 4. Menemen İlçesinin Arazi Kullanım Haritası (2022)

Menemen'deki tarım alanları ilçenin orta ve batı kesiminde yoğunlaşırken orman ve yarı doğal alanlar Dumanlı ve Yamanlar dağları çevresinde toplanmıştır. Büyük kısmı yerleşim alanlarından oluşan yapay alanlar çoğunlukla Yamanlar Dağı'nın batı yamacında konumlanmıştır. Su kütleleri ve bataklıklardan oluşan alanlar da ilçenin kıyı kesimini oluşturan ve Ramsar Sözleşmesi çerçevesinde koruma altına alınan Gediz deltasında yer almaktadır.

Menemen'de göçe bağlı olarak nüfusun sürekli bir artış göstermesi, ilçedeki beşerî ve fiziki ortam üzerinde etkili olduğu gibi arazi dağılışı üzerinde de değişikliğe neden olmaktadır. Artan nüfusun yapılaşma ihtiyacını karşılamak amacıyla mevzi imar planları çerçevesinde yapılaşmış arsa niteliği kazanan parseller, tarım arazisi vasfını kaybederek konut, sanayi ve ticari amaçlı kullanılan yapay alanlara dönüşmektedir. İlçede yaşanan bu değişimin seviyesine CORINE arazi sınıflandırmasına (Düzyey 1) göre hazırlanmış 1990 ve 2018 yıllarına ait değerler üzerinden ulaşmak mümkündür (Çizelge 2).

Table 2. Land Distribution of Menemen District Between the Years of 1990 and 2018

Çizelge 2. Menemen İlçesinin 1990 ve 2018 Yıllarına Ait Arazi Kullanım Dağılışı

CORINE Arazi Sınıfları (Düzyey 1)	1990		2018	
	Hektar (ha)	Yüzde (%)	Hektar (ha)	Yüzde (%)
Yapay Alanlar	1.249	2.2	2.985	5.2
Tarım Alanları	27.293	47.9	26.430	46.4
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	26.959	47.4	25.757	45.2
Bataklıklar	1.129	2	1.125	2
Su Kütleleri	302	0.5	635	1.1
Toplam	56.932	100	56.932	100

Çizelge 2'de görüldüğü üzere 1990 yılında %2.2 olan ilçedeki yapay alanların oranı, 1.736 ha artarak 2018 yılında %5.2'ye yükselmiştir. Aynı dönemde tarım alanları ise 863 ha azalarak %47.9'dan %46.4'e gerilemiştir. Söz konusu dönemde payı azalan diğer bir alan da %2.2'lik bir gerileme yaşayan ormanlar ve yarı doğal alanlardır. Arazi dağılışındaki bu değişimi, artan nüfusun mekânsal taleplerinin bir yansıması olarak değerlendirmek mümkündür.



Figure 5. Agricultural Lands Pressured by Residential Areas (2022) (Seyrek-Menemen)

Şekil 5. Yerleşim Alanlarının Baskıladığı Tarım Arazileri (2022) (Seyrek-Menemen)

İzmir Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı Üst Ölçek Plan Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/5.000 ölçekli Menemen (Merkez-Asarlık-Koyundere-Ulukent-

Yahşelli) Nazım İmar Planı Revizyonu ve İlavesi Plan Açıklama Raporu incelendiğinde, kentsel gelişme alanları olarak gösterilen sahaların önemli yer kapladığı görülmektedir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2020). Bu durum yapı stoku genişlemesine bağlı olarak ilçedeki yapay alan oranındaki artışın süreceğini göstermektedir. Dolayısıyla ilerleyen yıllarda tarım alanları ile ormanlar ve yarı doğal alanların oranındaki azalış devam edecektir.

Menemen İlçesinde Tarımsal Üretim

Menemen, sahip olduğu iklim ve toprak özellikleri gibi doğal şartlar ile tarımsal mekanizasyon, sulama ve tarımsal bilinç gibi beşerî imkanlar sayesinde çoklu kültür tarımı yapılabilen bir ilçedir. Etkili olan Akdeniz ikliminin ve tarımsal üretkenliği fazla olan alüvyal toprakların varlığı, sayılı birkaç ürün dışında tüm bitkisel ürünlerin yetiştirilmesine imkân sağlamaktadır. Tarımsal faaliyetlerde uydu teknolojileri ve uzaktan algılama tekniklerinin kullanımının da görüldüğü ilçede yılda iki ürün, bazı yıllarda ise üç ürün alınabilmektedir. Birim alandan alınan tarımsal verimse Türkiye ortalamasının oldukça üzerindedir. Örneğin Türkiye’de dekara buğday verimi 225 kg iken Menemen’de 800-900 kg arasındadır. Pamukta ise Türkiye ortalaması 300-350 kg/da arasındayken Menemen’de 600 kg/da’dır (TOBB, 2022).

İlçedeki tarımsal imkânların bu denli gelişmiş olması, doğal olarak bölge çiftçisini ekonomik getirisi yüksek ürünlerin tarımına sevk etmiştir. Bu nedenle, yılda birden fazla ürün almaya imkân veren bitki türlerinin tarımı ağırlıklı olarak tercih edilmektedir (Çizelge 3).

Table 3. Distribution of Agricultural Areas in Menemen District by Purpose of Use (2018)

Çizelge 3. Menemen İlçesindeki Tarım Alanlarının Kullanım Amacına Göre Dağılımı (2018)

	Bağ	Meyve	Narenciye	Zeytin	Kavaklık	Tarla	Sebze	Toplam
Ekim Alanı (da)	30.750	9.105	1.380	24.080	100	126.947	39.874	232.236
Payı (%)	13,24	3,92	0,59	10,37	0,04	54,66	17,17	100

Kaynak: Menemen Belediyesi, 2019.

Çizelge 3’te görüldüğü üzere ilçedeki tarım alanlarının dağılımında yaklaşık %55’lik oranla en büyük pay yılda birden fazla ürün alınabilen tarla bitkilerine aittir. Sebze tarımı için ayrılan alanın payı %17.17 iken, sırasıyla onu bağ (%13.24), zeytin (%10.37), meyve (%3.92) ve narenciye (0.59) izlemektedir. Bu alandaki en düşük pay ise kavak (0.04) üretimine ayrılmıştır.

Menemen’deki tarımsal üretim üzerinde etkili olan faktörlerin başında gelişmiş sulama imkanları gelmektedir. İlçedeki tarım alanlarının neredeyse tamamında Gediz Nehri üzerine kurulmuş olan Emiralem Regülatörü ve sulama şebekesi sayesinde sulu tarım yapılabilmektedir. 1944 yılında hizmete alınan Menemen Sulama Birliği’nin 16.500 ha’lık sorumluluk alanında yer alan (Akkuzu ve ark., 2003) tarım alanlarına Demirköprü Barajı ve Marmara Gölü’nden su sağlanmaktadır. Ancak yapılan bazı araştırmalar (Akkuzu ve ark., 2007), ilçedeki tarımsal üretim için hayati öneme sahip olan açık kanallı sulama şebekesindeki su iletim kayıplarının önceki yıllara oranla arttığını göstermektedir. Türkiye ortalamasının üzerinde olan bu kayıpların yaşanması, şebeke genelindeki bakım ve onarım çalışmalarının yetersiz kaldığının bir göstergesidir.

İlçedeki tarım alanlarında sulanan ürünlerin dağılımına bakıldığında endüstri bitkilerinin mutlak hâkimiyeti göze çarpmaktadır (Çizelge 4).

Table 4. The Product Pattern Realized in Menemen Irrigation Area (2021)

Çizelge 4. Menemen Sulama Alanında Gerçekleşen Ürün Deseni (2021)

Ürün	Oran (%)
Hububat	1,91
Bostan	0,69
Pamuk	52,20
Mısır	10,31
Bağ	4,71
Zeytin	4,52
Meyve ve Fidan	2,31
Narenciye	0,36
Sebze	5,30
Yem Bitkisi	2,87
Mısır (2. Ürün)	0,21
Mevsim Dışı Ürünler	14,62
Toplam	100

Kaynak: TÜİK, 2022.

Çizelge 4'te görüldüğü üzere Menemen sulama sistemi alanının yarısından fazlasında (%52.20) pamuk tarımı yapılmaktadır. Mevsim dışı ürünler %14.62, mısır %10.31, sebze %5.30, bağ %4.71 ve zeytin %4.52 oranlarıyla sulaması yapılan diğer önemli tarım ürünleridir.

İlçedeki tarımsal üretim, üreticilerin tercihine bağlı olarak tarla ürünleri ile sebze ve meyve ürünlerinde yoğunlaşmıştır (Çizelge 5).

Table 5. Cultivation Areas and Production Amounts of Main Crops Cultivated in Menemen District (2021)

Çizelge 5. Menemen İlçesinde Tarımı Yapılan Başlıca Ürünlerin Ekim Alanları ve Üretim Miktarları (2021)

Ürün	Ekim Alanı (da)	Toplam Üretim Miktarı (ton)
Pamuk	72.600	36.300
Buğday	46.700	28.020
Ayçiçeği	27.000	7.425
Ispanak	24.500	44.002
Bağ (Üzüm)	24.450	51.076
Sofralık Zeytin	12.600	901
Yağlık Zeytin	11.480	2.033
Fiğ	8.900	21.360

Kaynak: TÜİK, 2022.

Çizelge 5'te görüldüğü gibi tarla ürünleri içinde pamuk, ayçiçeği ve buğday öne çıkarken mısır, tütün, fiğ, susam, fasulye ve bakla üretimi yapılan diğer önemli tarla ürünleridir. Sebze ürünlerinde ıspanak, domates ve yeşillikler; meyve ürünlerinde üzüm, çilek, kavun, karpuz, şeftali, mandalina, erik ve narenciye türleri dikkat çekmektedir. Menemen'de tarımı yapılan önemli ürünlerden biri de zeytindir. İlçedeki 65.200 meyve veren ağaçtan sağlanan hasatla sofralık (%31) ve yağlık zeytin (%69) üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2022). 1988 yılı öncesi dönemde pamuktan sonra en fazla üretim alanına sahip olan çeltiğin tarımı ise söz konusu yıldan sonra kuraklık nedeniyle yasaklanmıştır (Özden ve ark., 2009). Ayrıca Menemen ilçesi, İzmir'deki 354 dekar yüksek tünel sera alanının 279 dekarına sahiptir (Menemen Belediyesi, 2019).

Sonuç ve Öneriler

Tarih boyunca farklı medeniyetlere mekân olan Menemen ilçesi, doğal ve beşerî özellikleri nedeniyle uzak ve yakın çevresinden nüfus çekmeye devam etmektedir. Sahip olduğu verimli tarım alanları, giderek çeşitlenen iş kolları ve 2018 yılında eğitime başlayan Bakırçay Üniversitesi'nin varlığı, ilçedeki yerleşim alanlarını büyütülmektedir. Ayrıca 2012 yılında kabul edilen ve tüm köyleri mahalleye dönüştüren Belediye Kanunu da ilçedeki kırsal alanların dönüşümünü hızlandırmıştır. Kentsel genişleme baskısını artıran bu sürecin en önemli yansıması ise ilçedeki arazi dağılışı üzerinde kendini göstermektedir. Buna göre, çalışmanın kapsadığı zaman dilimi olan 1990-2018 arası dönemde ilçedeki tarım arazileri ve ormanlık alanlar daralırken, yerleşmelerin genişlemesine bağlı olarak ortaya çıkan yapay alanlar genişlenmiştir. Öte yandan bölgenin iskân politikasına referans teşkil eden İzmir Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı Üst Ölçek Plan Şube Müdürlüğü

tarafından hazırlanan 1/5000 ölçekli Menemen (Merkez-Asarlık-Koyundere-Ulukent-Yahşelli) Nazım İmar Planı Revizyonu ve İlavesi Plan Açıklama Raporu göz önüne alındığında bu genişlemenin süreceği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla mevcut yapı stokunun genişleme sahalarını belirleyen bu rapor, tarım alanları ile ormanlık alanlar üzerindeki yapılaşma baskısının artacağını göstermektedir.

Menemen ilçesinin arazi dağılımında etkisi görülen bu demografik sürecin uzun vadeli etkileri dikkate alınarak yönetilmesi zorunludur. İlerleyen dönemde tarımsal üretimi olumsuz etkilemesi kaçınılmaz olan bu sorun, ancak bütüncül bir yaklaşımla hazırlanmış imar ve iskân planlarının uygulanmasıyla çözülebilecek ve böylece verimli tarım alanlarının amacı dışında kullanılmasının önüne geçilerek arazi dağılımı üzerindeki kentleşme baskısı kırılacaktır. Diğer taraftan ilçedeki tarım arazilerinin korunması yanında tarımsal üretimde yaşanan diğer sorunların da giderilmesi büyük önem arz etmektedir. Sulama alanında yaşanan sıkıntılar ve kirlilik bu noktada öne çıkan sorunlardır. Bu nedenle son yıllarda etkisi daha fazla hissedilmeye başlanan sulama suyu yetersizliğini giderebilmek için su iletim yapılarındaki kayıpların ortadan kaldırılması ve mevcut su kaynaklarının etkin kullanılması kritik öneme sahiptir. Ayrıca Gediz Nehri'nin ilçede faaliyet gösteren başta tekstil ve deri işletmelerinden kaynaklı sanayi atıkları ile evsel atıklarca kirletilmesi de önlenmesi gereken diğer bir olumsuzluktur. Görüldüğü gibi Menemen ilçesindeki tarım alanlarının korunması ve tarımsal üretimde yüksek ve sürdürülebilir verim alınabilmesi çok boyutlu ve çevreci bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akkuzu, E., Aşık, Ş., Ünal, H. B., Karataş, B.S., Avcı, M., 2003. Menemen Sol Sahil Sulama Sistemi su dağıtımında yeterliliğin ve değişkenliğin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 40(3): 97-104.
- Akkuzu, E., Ünal, H. B., Karataş, B. S., 2007. Determination of water conveyance loss in the Menemen Open Canal Irrigation Network. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 31(1): 11-22.
- Ayhan, F., 2020. Afyonkarahisar'ın nüfus coğrafyası özellikleri. Journal of Awareness. 5(3): 401-426.
- Baldan, A., Baldan, D., 2018. İzmir ili, Menemen ilçesi, Türkelli ve Hatundere mahalleleri sanayi alanı amaçlı nazım imar planı çalışması. Plan açıklama raporu.
- Başayığıt, L., 2004. CORINE arazi kullanımı sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım haritasının hazırlanması: Isparta örneği. Journal of Agricultural Sciences. 10(04): 366-374.
- Congedo, L., Sallustio, L., Munafö, M., Ottaviano, M., Tonti, D., Marchetti, M., 2016. Copernicus high-resolution layers for land cover classification in Italy. Journal of Maps. 12(5): 1195-1205.
- Disperati, L., Viridis, S. G. P., 2015. Assessment of land-use and land-cover changes from 1965 to 2014 in Tam Giang-Cau Hai Lagoon, central Vietnam. Applied Geography. 58: 48-64.
- Doğaner, S., 2019. Ege Bölgesi Coğrafyası 2019-2020 öğretim yılı 4.sınıf ders notları.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı Üst Ölçek Plan Şube Müdürlüğü, 2020. Menemen (Merkez-Asarlık-Koyundere-Ulekent-Yahşelli) nazım imar planı revizyonu ve ilavesi plan açıklama raporu. https://www.izmir.bel.tr/YuklenenDosyalar/NazimImarPlani/3109_18070.pdf ,(21.07.2022).
- Karademir, D., Doğan, M., 2019. Suriyeli mültecilerin mekânsal analizi: Şanlıurfa Örneği. Coğrafya Dergisi. 0 (39): 111-124.
- Kayan, İ., Öner, E., 2015. Sedimantolojik ve paleontolojik verilerle Gediz delta ovasında (İzmir) alüvyal jeomorfoloji araştırmaları. Ege Coğrafya Dergisi. 24(2): 1-27.
- Menemen Belediyesi, 2019. Menemen Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planı.
- Menemen Sulama Birliği, (2022, Nisan 28). Birliğimiz hakkında. https://www.menemensulama.gov.tr/?page_id=47 ,(28.07.2022).

- Özden, N., Kayam, Y., Beyazgül, M., Korkmaz, N., Atış, İ., Üner, K., Gündüz, M., Mallı, T., Eryiğit N., 2009. Güncellenebilir arazi bilgi sisteminin sulama şebekesi düzeyinde toprak ve su yönetiminde kullanılması. Proje No: 106o070, İzmir.
- Sarı, H., Özşahin, E., 2016. CORINE sistemine göre Tekirdağ ilinin AKAÖ (arazi kullanımı/arazi örtüsü) özelliklerinin analizi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*. 30(1): 13-26.
- Sertkaya Doğan, Ö., Gökburun, İ., 2019. İstanbul'da köyden mahalleye evrilen yerleşmeler. *Coğrafya Dergisi*. 0 (39): 73-87.
- Tağlı, Ş., 2014. Edremit Körfezi'nin kuzey sahil bölgesinde peyzaj paterni ve arazi örtüsünün zamansal ve mekânsal değişimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 17(31): 1-16. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.663881>
- TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği), (2022, Nisan 22). Bölge ekonomik raporu 2016. https://www.menemento.org.tr/uploaded_files/BO_LGE_EKONOMI_K_RAPORU_2016.pdf, (1.06.2022).
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2022. <https://www.tuik.gov.tr/> , (1.06.2022).
- Tuncer B., Bakırcı M., 2020. 6360 sayılı büyükşehir yasasının Türkiye'nin kırsal yerleşim düzenine mevcut ve muhtemel etkileri: Konya örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*. 74: 75-85.
- Ünal, H. B., Taşkın, T., Akdeniz, R. C., 2018. İzmir-Bornova kırsalında kentsel alan baskısı altındaki hayvancılığın durumu ve sürdürülebilirliği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15(03): 96-106.
- Üzülmez, M., Yılmaz, A., 2021. Turgutlu şehrinin mekânsal gelişiminin (1950-2018) tarım arazileri üzerindeki etkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*. 30(1): 73-83.



Araştırma Makalesi/Research Article

Çanakkale Batak Ovasında Su ve Sediment Örneklerinde Herbisit Kalıntılarının Araştırılması

Zübeyde Nur Top¹ 

Osman Tiryaki^{2*} 

¹ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

² Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: osmantiryaki@yahoo.com

Geliş Tarihi: 15.08.2022

Kabul Tarihi: 31.10.2022

Öz

Sucul sistemlerin pestisitlerle kontaminasyonu son yılların en önemli çevre problemidir. İçme suları ve sulama suları için önemli bir riskdir. Aşırı pestisit kullanımı sucul sistemlerin kontaminasyonuna neden olur. Herbisitlerin direkt toprağa uygulanması, toprak ve su kirliliği odağında daha da önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Çanakkale İli-Batakovaşı bölgesinden alınan sediment ve su örneklerinde herbisit kalıntılarının araştırılmasıdır. Kalıntı analizleri QuEChERS LC-MS/MS sistemi ile yapılmıştır. Metod doğrulama (verification) için, blank sediment ve su örnekleri, herbisitlerin 1*LOQ ve 8*LOQ seviyelerinde spike (pestisitlerle muamele) edilmiştir. Tüm metodun geri alımı, sediment örnekleri için %16.65 (n=80) RSD değeri ile %76.05 olarak; su örnekleri için ise %20.01 (n=40) RSD değeri ile %83,12 olarak bulunmuştur. Bu değerler SANTE'nin belirlediği geri alım (%60-140) ve tekrar edilebilirlik ($\leq 20\%$) limitleri ile uyumludur. En yüksek kalıntısı bulunan herbisit Terbutylazine olup, sedimentte 2878 ppb; su örneğinde ise 524 ppb olarak bulunmuştur. Sediment örneklerinde en fazla sayıda örnekte kalıntısı bulunan herbisit Terbutylazine (9 örnekte)'dir. En fazla sayıda herbisit içeren örnekler sedimentler için, 12 nolu örnekte 6 adet herbisit; sular için ise 30 nolu örnekte 4 adet bulunmuştur. Her iki numunenin alındığı yer de çeşme ve yakın çevresidir.

Anahtar Kelimeler: Sediment, Su, Pestisit Kalıntısı, Metod Doğrulama, QuEChERS

Investigation of Herbicide Residues in Sediment and Water Samples in Çanakkale Batak Ovası

Abstract

Contamination of aquatic systems with pesticides is the important environmental problem in recent years and a significant risk for drinking and irrigation water. Excessive pesticide use causes contamination of aquatic systems. The direct application of herbicides to the soil is also more important at the point of soil and water contamination. The aim of this study is to investigate herbicide residues in sediment and waters, sampled from -Batak ovası - Çanakkale region. Residue analyses were performed with the QuEChERS LC-MS/MS system. For method verification, blank sediment and waters were spiked at 1*LOQ and 8*LOQ of herbicides. Overall recovery of the method was 76.05% with an RSD of 16.65% (n=80) and 83.12% with an RSD of 20.01% (n=40) for the sediment and water samples, respectively. These values are fit with required recovery (60-140%) and repeatability ($\leq 20\%$) limits. Highest herbicide concentrations in water and sediment, with the 524 ppb and 2878 ppb and respectively, were from Terbutylazine. The highest number of residues in sediment samples is Terbutylazine (9 samples). The highest number of herbicide was in No.12, with 6 herbicides; for waters, with 4 herbicides was sample No. 30. Both samples were taken from water fountain and its immediate surroundings.

Keywords: Sediment, Water, Pesticide Residues, Method Verification, QuEChERS

Giriş

Pestisitler modern tarımın ana bileşenidir. Pestisit kullanımı zararlı organizmalar nedeniyle oluşan kayıpları azaltır ve üretimin artmasını sağlar. Ancak pestisitlerin, özellikle de herbisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı ve çevrede uzun süre kalmaları toprak ve su kirliliğine, canlılar için toksisiteye sebep olur (Tiryaki ve Temur, 2010; Hathout ve ark., 2022). Herbisitlerin en önemli bir kısmı,

süzülme, yıkanma ve atmosferde birikme yoluyla yeraltı ve yüzey sularına ulaşırlar. Sucul sistemlerin herbisitlerle bulaşması insanlarda olumsuz etkiler yaratır ve yaşayan canlıların endokrin sistemlerinde büyük zararlar oluşturur (Tiryaki ve ark., 2010).

Su kaynaklarının pestisitlerle kontaminasyonu çevrenin korunması ve sürekliliği açısından önemli problemidir. Ancak bu kimyasalların toksik ve kontaminasyon kaynağı olabileceğinden dolayı ruhsat bilgileri ve çevre ve insan sağlığı yönüyle çok dikkatli uygulanması gerekir. Çevresel çalışmalar sediment analizlerini de içermelidir, çünkü sedimentler sucul sistemlerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin integrasyonu ile oluşur (Brondi ve ark., 2011).

Koçyiğit ve Sinanoğlu (2019) QuEChERS analiz yöntemi ile Alanya ve çevresinin en önemli su kaynağı olan Alara Çayında pestisit kalıntıları araştırmıştır. Simazine ve bazı diğer herbisitlerin de analiz edildiği çalışmada, pestisitlerin dedeksiyon limitleri 0.23 ve 9.67 ppb arasında değişmiştir. Analiz sonuçlarına göre kalıntılar dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. Araştırmacılar 1 nolu (Alarahan-Çakallar Bölgesi) su örneklerinde 1.35 ppb simazine kalıntısı bulmuşlar ve bunun maksimum izin verilebilir çevresel kalite standardı olan 4 ppb den az olduğunu vurgulamışlardır.

AbdelGhani ve Hanafi (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada sulara pestisit analizi için QuEChERS-GC-MS metodu geliştirmişler ve valide etmişlerdir. Geri alımlar %1.8-15.4 sınırlarındaki RSD değerleri ile %85.3 -107 arasında bulunmuştur. Kalibrasyonun doğrusalığı güvenilir sınırlar arasında ve dedeksiyon limiti de 0.3-4 µg/L arasında bulunmuştur. Matris etkisinin de araştırıldığı çalışmada valide edilmiş metotla Nil Nehri'nden alınan örneklerde analizler yapılmıştır. Örneklerin hiçbirinde dedeksiyon limitinin üzerinde kalıntı bulunamamıştır.

Hindistan'da Gomati Nehri sularında GC-MS/MS ile yapılan bir çalışmanın metot validasyonu bölümünde geri alım değerleri %14 RSD ile %76.6-96.2 arasında bulunmuştur. Su örneklerinde 0-0.024 µg/ml arasında Hexachlorocyclohexane (HCH), 0- 0.127 µg/ml arasında Endosulfan, 0- 0.041 µg/ml arasında dicofol, 0- 0.035 µg/ml arasında alachlor (herbisit), 0- 0.107 µg/ml arasında heptachlor ve 0- 0.135 µg/ml arasında butachlor (herbisit) bulunmuşlardır. Bunlar nehrin ekosistemini değiştiren kimyasallardır (Trivedi ve ark., 2016).

Brondi ve ark (2011) QuEChERS- GC-MS sistemi ile su ve sediment örneklerinde pestisit kalıntı analizi yapmışlardır. Metodu SANTE kriterleri ile valide etmişler ve geri alım değerlerini su örnekleri için %12 RSD ile %63-116 arasında, sediment örnekleri için ise %16 RSD ile %48-115 arasında bulmuşlardır. Su ve sediment örnekleri için dedeksiyon limitini, sırasıyla 0.003 mg/L ve 0.02 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Yurtkuran ve Saygı (2013) Kızılırmak Deltası-Karaboğaz Gölü çevresinde su ve sedimentlerde pestisit kalıntı analizlerini QuEChERS yöntemiyle yapmışlardır. 8 pestisit kalıntısı bulmuşlardır. Bunlardan 2 si linuron ve molinate herbisittir. Su ve sediment örneklerinde en yüksek kalıntısı bulunanlar, sırasıyla tebufenozide ve etofenprox'dur. Molinate herbisiti en yüksek kalıntı değerlendirmesinde ikinci sırada bulunmuştur. Akuatik risk değerlendirmesinde malathion, oxamyl ve etofenprox kabul edilemez seviyede bulunmuştur.

Yıldırım ve Ozcan (2007) Troya Bölgesi'nde yaptıkları çalışmada 13 farklı yerde su örnekleme yapmışlardır. 4 örneklemede methoxychlor, α -endosulfan, β -endosulfan, α -HCH ve β -HCH tespit etmişlerdir. Bunlar arasında endosulfan en fazla tespit edilen pestisit olmuştur.

Polat ve Tiryaki (2022)'nin Troia tarım topraklarının insektisit yükünün belirlenmesi için yaptıkları çalışmada 49 adet toprak örneği alınmıştır. Toplam 23 adet insektisit kalıntısı tespit edilmiştir. Toprakta insektisit kalıntıları 0.99- 77.7 µg/kg arasında değişmiştir. En fazla sayıda örnekte tespit edilme sırası şu şekilde bulunmuştur; chlorantraniliprole> imidacloprid> pyridaben> clothianidin> indoxacarb.

QuEChERS metodunun genellikle tarımsal ürünlerde (Anastassiades ve ark., 2003; Lehotay, 2007), özellikle de meyve ve sebzelerde, pestisit kalıntılarının analizlerinde başarılı bir şekilde kullanıldığı belirtilmektedir (Polat ve Tiryaki, 2019; Çatak ve Tiryaki, 2020; Polat ve Tiryaki, 2020; Polat, 2021). Bu metot aynı zamanda toprak (Nagel, 2009; Temur ve ark, 2012; Zaidon ve ark., 2019; Vickneswaran ve ark., 2021), su ve sediment örneklerinde de verimli bir şekilde kullanılmaktadır (AbdelGhani ve Hanafi, 2016; Brondi ve ark., 2011; Koçyiğit ve Sinanoğlu (2019).

Bu çalışmada Çanakkale'de çok yoğun tarım yapıldığı Kumkale ovasında su kaynakları ve sedimentlerde pestisit kalıntılarının belirlenerek, bölgedeki olası pestisit kirliliğinin ortaya çıkartılması amaç edinilmiştir. Analizlerde toprak ve su örnekleri için de güvenilir sonuçlar veren QuEChERS LC-MS/MS yöntemi kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem**Kimyasallar ve Çözücüler**

Pestisit standartları Dr. Ehrenstorfer GmbH (Wesel, Germany) ve Chem Service (West Chester, PA, USA) firmalarından temin edilmiştir. Ekstraksiyon için QuEChERS ekstraksiyon kiti (6 g MgSO₄ and 1.5 g NaOAC) clean up için ise QuEChERS clean-up kiti [1.2 g MgSO₄] 400 mg primary and secondary amines (PSA, 40 µm partikül büyüklüğü) ve 400 mg C₁₈] ve filtre için 0.22 µm şırınga filtre (Membrane Solutions, Plano, TX, USA) kullanılmıştır. Asetonitril (MeCN) ve asetik asit (HAc) gibi kullanılan diğer solventler analitik saflıktadır.

Cihazlar ve Kromatografik Koşullar

Pestisit analizleri Acquity UPLC BEH C₁₈ kolon (1.7 mm, 100 x 2.1 mm) bağlanmış LC-MS/MS cihazında yapılmıştır. Akış oranı 0.35 mL/dak, enjeksiyon hacmi 1 µL ve toplam koşum süresi 15 dak'dır. 10 mM NH₄CH₃CO₂ in metanol (B) ve 10 mM NH₄CH₃CO₂ in water pH 5 (A) dan oluşan gradient program kullanılmıştır.

Su ve Sediment Örneklerinin Toplanması

Çalışma alanı, tarımsal faaliyetlerin çok yoğun yapıldığı Çanakkale'nin Merkez ilçesine bağlı Kumkale Ovası'dır. Bu bölgedeki Kumkale, Halileli, Tevfikiye Çıplak, Kalafat ve Pınarbaşı köylerine ait arazilerden Nisan 2021 tarihinde, 17 su ve 17 sediment örneği alınmıştır. Örnek alma noktalarının GPS-UTM sistemi ile belirlenen koordinatları ise Çizelge 1'de verilmiştir. Su örnekleri cam kaplarda laboratuvara buz kutusu ile taşınmıştır. Sediment örnekleri temiz plastik polietilen kilitli poşetlere konarak (Adeyinka ve ark., 2019, Zaidon ve ark., 2019) laboratuvara taşınmıştır.

Table 1. Sampling points and their coordinates
Çizelge 1. Örnek alma noktaları ve koordinatları

Örnek Kodu	Örnek Alma Noktaları		
	Adı	Koordinat	Rakım, m
1	Küçük Menderes	35S 432479 4427283	3
2	Kanal	35S 430048 4419127	18
3	Dere kenarı	35S 432820 4422115	14
4	Su birikintisi	35S 433864 4422221	21
5	Kanal	35S 436628 4420635	28
6	Kanal	35S 438641 4416380	25
7	Kanal	35S 438179 4417046	29
8	Kanalet	35S 434514 4415710	23
9	Kanal	35S 432632 4418288	16
10	Kanal	35S 430839 4419834	20
11	Kanal	35S 430041 4419127	23
12	Çeşme	35S 430284 4425758	21
13	Kanal	35S 437608 4425083	24
14	Kanal	35S 437916 4424992	27
15	Kanal	35S 434205 4425953	11
16	Dere	35S 431443 4426650	3
17	Kanal	35S 431995 4424587	11

SEDİMENT ÖRNEKLERİ

Örnekler analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (-20°C) saklanmıştır. Hava kuru sediment örnekleri 2 mm elekten geçirilmiştir (USEPA, 2007). Kör (blank) sediment ve su örnekleri pestisit içermediği bilinen alanlardan toplanmış, geri alım denemelerinde ve matrisli kalibrasyonlarda kullanılmıştır.

Table 1 (cont.). Sampling points and their coordinates
Çizelge 1 (devamı). Örnek alma noktaları ve koordinatları

	Örnek Kodu	Örnek Alma Noktaları		
		Adı	Koordinat	Rakım, m
SU ÖRNEKLERİ	18	Kanalet	35S 433972 4425647	5
	19	Küçük Menderes	35S 432477 4427298	3
	20	Dere	35S 432826 4422111	13
	21	Su birikintisi	35S 433864 4422221	21
	22	Kapya altı	35S 436396 4421291	48
	23	Kanal	35S 436628 4420635	28
	24	Kanalet	35S 437495 4417940	30
	25	Kanal	35S 439348 4416288	21
	26	Kanal	35S 438637 4416689	26
	27	Kanalet	35S 432612 4420179	20
	28	Kanal	35S 432486 4418616	17
	29	Çeşme	35S 430294 4425756	21
	30	Çeşme	35S 437602 4425079	24
	31	Kanal	35S 438165 4424877	27
	32	Kanal	35S 435410 4424662	4
	33	Kanal	35S 432498 4427130	3
	34	Dere	35S 431451 4426656	4

Analizler

Geri alım çalışması için spike edilmiş örneklerin ve bölgeden alınan su ve sediment örneklerin analizinde modifiye edilmiş QuEChERS metodu kullanılmıştır (Brondi ve ark., 2011; Zaidon ve ark., 2019; Vickneswaran ve ark., 2021). 10 g su veya sediment örneği 50 ml'lik santrifüj tüpüne konmuştur. Sediment örnekleri üzerine 100 µL of HaC sonra da 15 ml MeCN, su örnekleri üzerine de %1 oranında amonyum hidroksit içeren 10 ml MeCN eklenerek çalkalanmıştır. Daha sonraki analiz basamakları Şekil 1 de gösterilmiştir. Kromatografik analizler Çanakkale İl Gıda Kontrol Laboratuvarı'ndaki, LC- MS/MS cihazı ile yapılmıştır.



Figure 1. Analytical steps of the QuEChERS method followed in the analyzes.

Şekil 1. Analizlerde izlenen QuEChERS yönteminin analitik basamakları..

Analiz Metodunun Doğrulaması (Verification)

Metot doğrulaması, geri alım, kesinlik, LOQ ve doğrusalık gibi SANTE (2021) dökümanında belirtilen parametrelere göre yapılmıştır. Fortifikasyon çalışması için her herbisitın 1x LOQ (hesaplama limiti, limits of quantification) ve 8x LOQ spike seviyesine karşılık gelecek şekilde 100 µL pestisit spike solüsyonu 10 g blank toprak örneğine eklenmiştir. Bu test 5 tekrarlı yapılmıştır. Şekil 1 de gösterilen analiz prosedürü takip edilmiştir. Herbisit kalıntı hesabı matrisli kalibrasyon eğrisi ile yapılmıştır. Geri alımlar Denklem 1'e göre hesaplanmıştır.

$$Geri\ alım\ (\%) = \frac{Bulunan\ onsantrasyon\ (\mu g\ kg)}{Spike\ edilen\ konsantrasyon\ (\mu g\ kg)} \quad (1)$$

Bulgular ve Tartışma
Metodunun Performansı

Sekiz adet herbisit standardının kalibrasyon kurvesi çeşitli konantrasyon sınırlarında (matrisli kalibrasyon) ve çeşitli korelasyon katsayıları (R²) ile doğrusal olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Herbisitlerin alıkonma zamanları (ki herbisit pikleri arasında interferans yoktur) ve analitik fonksiyon [matrisli kalibrasyon eğrilerinde kalibrasyon denklemi analitik fonksiyon olarak bilinir ve kantitatif hesaplamada bu denklem kullanılır (Tiryaki ve ark., 2008)] Çizelge 2 de görülmektedir

Table 2. Retention times (tR), calibration equations (5 levels), concentration limits and correlation coefficients (R²) of the analyzed herbicidesÇizelge 2. Analiz edilen herbisitlerin, alıkonma zamanları (tR), kalibrasyon denklemleri (5 seviyeli), konsantrasyon sınırları ve korelasyon katsayıları (R²)

Herbicide	Alıkonma zaman tR, dak	Analitik fonksiyon	Konsantrasyon sınırı, ppb	Korelasyon katsayısı, R ²
Ethofumesate	8.49	$y = -25.0734 x^2 + 24389.9 x + 192.919$	1-200	0.99985
Linuron	8.44	$y = -12.3204 x^2 + 18068.3 x - 326.992$	1-200	0.99982
Metolachlor/Metolachlor-S	9.36	$y = -63.8246 x^2 + 109998 x - 8956.44$	1-200	0.99998
Pendimethalin	10.96	$y = -1.6281 x^2 + 8724.81 x + 262.007$	2-400	0.99992
Simazine	6.73	$y = -19.8021 x^2 + 38340 x - 54.627$	1-200	0.99996
Terbuthylazine	8.63	$y = -46.2291 x^2 + 65181.6 x + 12932.8$	1-200	0.99992
Terbutryn	9.28	$y = -164.11 x^2 + 219500 x - 13366.6$	1-200	0.99993
Thiobencarb	10.08	$y = -12.7382 x^2 + 25225.4 x + 555.149$	1-200	0.99989

Denklem 1 ile her iki spike seviyesinde hesaplanan herbisit geri alım, RSD ve LOQ değerleri sediment ve su örnekleri için, sırasıyla, Çizelge 3 ve Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3’de görüldüğü gibi sediment örneklerinden herbisitlerin geri alımları, %1.35-18.70 arasındaki RSD değerleri ile %63.68-96.24 arasında bulunmuştur. Her herbisit için veri sayısı (n) 10 adettir. Sediment örnekleri için çalışılan metodun tüm geri alımı %16.65 RSD değeri ile %76.05 olarak bulunmuştur (n=80). Çizelge 4’de su örneklerinden herbisitlerin geri alımları %81.60-105.0 arasında, RSD değerinin de %1.41-5.64 arasında olduğu görülmektedir. Su örnekleri için çalışılan metodun tüm geri alımı %20.01 RSD değeri ile %83.12 olarak bulunmuştur (n=40). Sediment ve su örnekleri için bulunan geri alım değerleri, %60-140 arasında verilen limit değerleri ve RSD (\leq %20) ile uyumludur (SANTE, 2021). Bu bulgular QuEChERS metodunun sediment ve su örneklerinde herbisit analizi için doğru ve hızlı bir analiz metodu olduğunu göstermektedir.

Table 3. LOQ, recovery and RSD values obtained in method verification studies with sediment samples
Çizelge 3. Sediment örnekleri ile metot doğrulama çalışmalarında elde edilen, LOQ, geri alım ve RSD değerleri

Herbisit	LOQ µg/kg	Spike seviyesi						Geri alım % (Doğruluk)	RSD % (Kesinlik)* **
		1xLOQ			8xLOQ				
		Bulunan µg/kg	Geri alım %*	RSD %**	Bulunan µg/kg	Geri alım %	RSD %		
Ethofumesate	1	0.845	84.48	7.23	7.699	96.24	1.03	90.36	8.24
Linuron	1	0.670	67.4	5.99	6.758	84.48	2.24	75.76	12.75
Metolachlor/ Metolachlor-S	1	0.8	80.00	2.92	7.216	92.20	1.99	85.10	6.73
Pendimethalin	2	1.398	69.92	2.66	12.23	76.42	1.76	73.17	5.13
Simazine	1	0.717	71.68	1.69	7.037	88.00	1.35	79.82	10.84
Terbuthylazine	1	0.704	70.40	2.67	6.889	86.13	1.99	78.26	10.81
Terbutryn	1	0.66	66.25	7.33	6.88	85.94	2.24	77.19	14.10
Thiobencarb	1	0.637	63.68	6.92	5.597	69.96	18.70	66.82	14.64
Metot tüm geri alımı (accuracy):% 76.05 (n=80; SD=12.66; %RSD= 16.65)									

*5 tekrerrün (analitik porsiyon) ortalaması; **n=5 ; ***n=10

Table 4. LOQ, recovery and RSD values obtained in method verification studies with water samples
Çizelge 4. Su örnekleri ile metot doğrulama çalışmalarında elde edilen, LOQ, geri alım ve RSD değerleri

Herbisit	LOQ µg/kg	Spike seviyesi						Geri alım % (Doğruluk)	RSD % (Kesinlik)* **
		1xLOQ			8xLOQ				
		Bulunan µg/kg	Geri alım %*	RSD %**	Bulunan µg/kg	Geri alım %	RSD %		
Metolachlor/ Metolachlor-S	1	0.88	82.8	3.82	7.68	95.95	1.51	89.36	8.19
Simazine	1	0.87	86.51	4.21	8.00	100.04	2.65	93.23	8.30
Terbuthylazine	1	0.82	81.60	5.64	7.58	94.76	1.41	88.18	8.66
Terbutryn	1	0.89	89.9	3.88	8.37	105.0	0.65	97.3	8.35
Metot tüm geri alımı : %83.12 (n=40; SD=17.22; %RSD=20.01)									

* 5 tekrerrün (analitik porsiyon) ortalaması; **n=5 ; *** n=10

Yurtkuran ve Saygı (2013) QuEChERS yöntemi ile Linuron herbisitinin geri alımını su örneklerinde %97 (RSD=%12), sediment örneklerinde ise %92 (RSD=%8) olarak bulmuşlardır. Brondi ve ark (2011) ise QuEChERS- GC-MS sistemi ile su ve sediment örneklerinde pestisit geri alım değerlerini su örnekleri için %12 RSD ile %63-116 arasında, sediment örnekleri için ise %16 RSD ile %48-115 arasında bulmuşlardır. AbdelGhani ve Hanafi (2016) de sularda pestisit geri alım değerlerini %1.8-15.4 sınırlarındaki RSD değerleri ile, %85.3 -107.0 arasında bulmuşlardır. Bu çalışmalardaki bulgular da bizim bulgularımızdaki değerler gibi SANTE (2021) kılavuzunda belirtilen kıstaslara uygundur.

Analiz Sonuçları

Bu çalışmada örneklenen sediment ve sularda 8 herbisit tespit edilmiştir. Bunlardan simazine terbutryn ve thiobencarb yasaklı herbisitlerdir. Örneklerinin alındığı yerler ile ilgili bilgiler Çizelge

1’de verilmiştir. Ayrıca PPDB veri bankasından alınan ilgili herbisitlerin ekotoksikolojik ve çevresel özellikleri Çizelge 5’de verilmiştir (PPDB, 2022).

Sediment Örnekleri

Sediment örneklerinde bulunan kalıntılar Çizelge 5’te geniş olarak verilmiştir. 13 nolu örnekte terbuthylazine en yüksek seviyede (2878 ppb) bulunmuştur. Terbuthylazine için bu sırayı 15 nolu örnek (2479 ppb) ve 12 nolu örnek (960 ppb) izlemiştir. En fazla sayıda örnekte kalıntısı bulunan herbisitlerde terbuthylazine (toplam 9 örnekte) 1. sırada gelmekte, bunu pendimethalin (toplam 7 örnek) ve metolachlor/metolachlor-S (toplam 6 örnekte) izlemektedir. En fazla sayıda herbisit içeren örnekler; 12. 13 ve 15 nolu örneklerde 6’şar adet herbisit bulunmuştur. 5, 7, 14 ve 16 nolu örneklerde 3’er adet herbisit bulunmuştur. 12 nolu örnek çeşme kenarlarından alınan sediment örneğidir. 13 ve 15 nolu örnek ise kanallardaki su çekilmiş bölgelerden alınmıştır. (Çizelge 5).

Su Örnekleri

Su örneklerinde bulunan kalıntılar Çizelge 6’da verilmiştir. 30 nolu örnekte terbuthylazine en yüksek seviyede (524 ppb) bulunmuştur.

Table 5. Detected herbicides in sediment samples

Çizelge 5. Sediment örneklerinde tespit edilen herbisitler

Herbisit	Örnek kodu	Sonuç \pm SD. ppb*	Kalıcılık durumları (PPDB)	DT ₅₀ Yarı ömrü, gün (su-sediment)	WHO zehirlilik sınıfı**
Ethofumesate	13	3.84 \pm 0.93	Orta derece kalıcı (tarla koşulları)	591	U
Linuron	12	2.47 \pm 0.24	Orta derece kalıcı	24	II
	13	2.47 \pm 0.94			
Metolachlor/Metolachlor-S	5	6.28 \pm 0.13	Orta derece kalıcı	365	II
	7	1.08 \pm 0.18			
	12	260 \pm 16.7			
	14	2.59 \pm 0.76			
	15	37.1 \pm 1.97			
Pendimethalin	16	1.45 \pm 0.11	Kalıcı	16	I
	5	2.08 \pm 0.13			
	7	1.02 \pm 0.14			
	12	113 \pm 1.99			
	13	372 \pm 75.8			
	14	1.5 \pm 0.2			
Simazine	15	781 \pm 16.62	Orta derece (sularda)	6	U
	12	0.71 \pm 0.17			
	13	11.8 \pm 1.81			
	15	31.8 \pm 35.8			
Terbuthylazine	5	10.2 \pm 0.17	Orta derece kalıcı	72	II
	7	7.66 \pm 2.04			
	10	4.89 \pm 4.56			
	12	960 \pm 150			
	13	2878 \pm 111			
	14	18 \pm 1.39			
	15	2479 \pm 327.2			
	16	23.2 \pm 2.12			
17	3.52 \pm 0.98				
Terbutryn	12	651 \pm 20.2	Orta derece kalıcı	60	II
	13	71.3 \pm 15.2			
	15	21.85 \pm 1.82			
Thiobencarb	4	0.52 \pm 0.05	Kalıcı değil	94.9	I
	15	1.52 \pm 0.1			
	16	4.34 \pm 0.12			

*Üç tekrarlı analiz ortalaması

** I. Yüksek derecede tehlikeli, II. Orta derece tehlikeli, III. Hafif tehlikeli, U. tehlike oluşturma olasılığı düşük

30 nolu örnekte 4 adet (metolachlor/metolachlor-S, simazine, terbuthylazine ve terbutryn). 31 nolu örnekte ise 2 adet (Metolachlor/Metolachlor-S ve terbuthylazine) herbisit bulunmuştur. 30 nolu örnekte bulunan simazine kalıntısı (1.38 ppb) sular için izin verilebilir kalite standardında (Resmî Gazete, 2015) belirtilen 4 ppb'lik sınırın altındadır. Ancak yine 30 nolu örnekte tespit edilen terbutryn kalıntısı (1.17 ppb) bu standartta verilen limitin (0.34 ppb) üzerindedir. Yine 30 nolu örnek çeşme altı su haznesinden (dibek) alınmıştır. (Çizelge 6).

Koçyiğit ve Sinanoğlu (2019) Alara Çayı'ndan alınan 1 nolu (Alarahan-Çakallar bölgesi) su örneklerinde 1.35 ppb simazine kalıntısı bulmuşlar ve bunun maksimum izin verilebilir çevresel kalite standardı olan 4 ppb den az olduğunu vurgulamışlardır.

Table 6. Pesticides detected in water samples
Çizelge 6. Su örneklerinde tespit edilen pestisitler

Herbisit	Örnek kodu	Sonuç \pm SD, ppb	MAK ÇKS Nehirler ve Göller/ Kıyılar ve Geçiş suları (ppb)**
Metolachlor/Metolachlor-S	30	148.5 \pm 10.12	4/4
	31	0.72 \pm 0.01	
Simazine	30	1.38 \pm 0.08	
Terbuthylazine	30	524 \pm 0.08	
	31	0.05 \pm 0.02	
Terbutryn	30	1.17 \pm 0.08	0.34/ 0.034

** Su için İzin verilebilir çevresel kalite standardı (Resmî Gazete 2015).

Sediment ve su örneklerinde bulunan bu herbisitlerden simazine 2011'de yasaklanmıştır.

Sonuç olarak çeşme dibeginden alınan su örneklerinde ve çeşmenin çevresindeki su giderleri yakınından alınan sediment örneklerindeki herbisit kalıntıları dikkat çekmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Pestisit kalıntısının varlığının araştırıldığı bu çalışmadan anlaşıldığı üzere tespit edilen bazı pestisitlerin konsantrasyonları her ne kadar tayin limitlerinin altında kalsa da bazı numunelerde birden çok herbisit bulunması dikkat çekmektedir. Su örneklerinde 30 nolu numunede 4 adet herbisit bulunmuştur. Bu numune çeşme dibeginden alınmıştır. İlaç ambalajlarının çeşmede yıkanması sonucu bu kirlilik oluşmuş olabilir. Sediment örneklerinde ise 12, 13 ve 15 nolu numunelerde altışar adet herbisit bulunmuştur. 12 nolu numune de çeşme gideri civarından alınan sediment örneğidir. Su örneklerinden 30 nolu örnekte bulunan terbutyrin kalıntısı (1.17 ppb) su kalitesi yönetmeliğinde belirtilen limitin (0.34 ppb) üzerindedir.

Yasaklı herbisitlerin (simazine, terbutryn ve thiobencarb) bulunması ise eskiye dayalı bir kirliliği akla getirmektedir. Yasaklı olmadığı dönemlerde kullanılmasıyla sediment ve toprakta birikim yapmış olabilir.

Özetle, pestisit kullanımına çok büyük özen gösterilmelidir. Özellikle herbisitler toprağa uygulandıktan kalıcılık çok önemlidir. Herbist kirliliğinin önceki sezonlardan da kalabileceği dikkate alınarak, özellikle kalıcı olanları kullanılmamalıdır.

Teşekkür: Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür. Çanakkale İl Gıda Kontrol Laboratuvarına kromatografik analizler için teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- AbdelGhani, S.B., Hanafi, H.A., 2016. QuEChERS method combined with GC–MS for pesticide residues determination in water. *Journal of Analytical Chemistry*. 71 (5): 508-512.
- Adeyinka, G. C., B. Moodley, G. Birungi., P. Ndungu, 2019. Evaluation of organochlorinated pesticide (OCP) residues in soil, sediment and water from the Msunduzi River in South Africa. *Environmental Earth Sciences*. 78 (6): 1-13
- Anastassiades, M., Lehotay, S.J., 2003. *Journal Of Aoac International*. 86 (2).
- Brondi, S. H. G., Macedo, A. N., Vicente., G. H. L., Nogueira, A. R. A., 2011. Evaluation of the QuEChERS method and gas chromatography– mass spectrometry for the analysis pesticide residues in water and sediment. *Bull Environ Contam Toxicol*. 86:18–22
- Çatak, H., Tiryaki, O., 2020. Insecticide residue analyses in cucumbers sampled from Çanakkale open markets. *Turkish Journal of Entomology*. 44 (4): 449-460.
- Hathout, A. S., E. Saleh, O. Hussain, M. Amer, A.-T. Mossa, A. A. Yassen., A. S. M. Fouzy., 2022. Determination of pesticide residues in agricultural soil samples collected from Sinai and Ismailia Governorates. *Egypt. Egyptian Journal of Chemistry*. 65 (3): 415-425.
- Lehotay, S. J., 2007. Determination of pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulphate: collaborative study. *Journal of AOAC International*. 90 (2): 485-520
- Nagel, T.G., 2009. The QuEChERS Method- A new approach in pesticide analysis of soils. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 13: 391.
- Polat, B., Tiryaki, O., 2019. Determination of some pesticide residues in conventional grown and IPM- grown tomato by using QuEChERS method. *J.Environmental Sci. and Health B*. 54(2): 112–117
- Polat, B., Tiryaki, O., 2020. Assessing washing methods for reduction of pesticide residues in *Capsicum annuum* pepper with LC-MS/MS, *Journal of Environmental Science and Health. Part B*, 55(1): 1-10.
- Polat, B., 2021. Reduction of some insecticide residues from grapes with washing treatments. *Turkish Journal of Entomology*. 45 (1): 125-137.
- PPDB, 2022. Pesticides Properties Data Base, <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm> (19.08.2022).
- Resmi Gazete, (2015), Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik, Resmi Gazete, Tarih: 15,Nisan 2015, Sayı: 29327, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm>, (19.08.2022).
- SANTE, 2021. Guidance SANTE 11312/2021.Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed, SANTE.
- Temur, C., Tiryaki, O., Uzun, O., Basaran, M., 2012. Adaptation and validation of QuEChERS method for the analysis of trifluralin in wind-eroded soil. *Journal of Environmental Science and Health. Part B*. 47 (9): 842-850.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 26 (2):154-169.
- Tiryaki, O., Temur, C., 2010. The fate of pesticide in the environment. *Journal of Biological and Environmental Sciences*. 4(10). 29-38.
- Tiryaki, O., Baysoyu, D., Secer, E., Aydın, G., 2008. Testing the stability of pesticides during sample processing for the chlorpyrifos and malathion residue analysis in cucumber including matrix effects. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*. 80: 38–43.
- Trivedi, P., Singh. A., Srivastava. A., Sharma. V.P., Pandey. C.P., Srivastava. L.Z., Malik. S., 2016. An assessment of water quality of gomati river particular relevant to physicochemical characteristics. pesticide and heavy metal. *Journal of Engineering Research and Application*. ISSN: 2248-9622. 6.(9) (Part -2):66-75.
- Koçyiğit, H. Sinanoğlu, F., 2019. Yüzeysel sularda pestisit kalıntısının araştırılması çalışma örneği; Alanya Alara Çayı. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 5 (2): 224-236.
- USEPA., 2007. Method 1699: Pesticides in water. soil. sediment. biosolids. and tissue by HRGC/HRMS: Environmental Protection Agency. Washington. USA. EPA-821-R-08-001. 96 pp. (Web page https://www.nemi.gov/methods/method_summary/9690), (12.08.2022).
- Vickneswaran, M. J. C., Carolan., B. White. 2021. Simultaneous determination of pesticides from soils: a comparison between QuEChERS extraction and Dutch mini-Luke extraction methods. *Analytical Methods*. 13 (46): 5638-5650.
- Yıldırım, İ., H. Özcan, 2007. Determination of pesticide residues in water and soil resources of Troia (Troy). *Fresenius Environmental Bulletin*. 16 (1): 63-70.
- Yurtkuran, Z., Saygi, Y., 2013. Assessment of Pesticide Residues in Karaboğaz Lake from Kızılırmak Delta, Turkey. *Bull Environ Contam Toxicol*. 91, 165–170. <https://doi.org/10.1007/s00128-013-1037-0>

Zaidon, S. Z. Y. Ho. H. Hamsan. Z. Hashim. N. Saari., S. M. Praveena. 2019. Improved QuEChERS and solid phase extraction for multi-residue analysis of pesticides in paddy soil and water using ultra-high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Microchemical Journal*. 145: 614-621.



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Ezine (Çanakkale) Yöresinde Granitik Kayaçlar Üzerinde Oluşmuş İki Toprak Profiline Genesisi ve Bazı Özellikleri

Uğur Tunç¹ 

Hüseyin Ekinci^{2*} 

¹Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: hekinici@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.07.2022

Kabul Tarihi: 14.10.2022

Öz

Çanakkale İli Ezine ilçesi Kemallı köyü (P1) ve Akçakeçili köyünde (P2) yürütülen bu çalışmada, granitik kayaçlar üzerinde farklı topoğrafik koşullarda oluşmuş iki toprak profili incelenmiştir. Ezine ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 586 mm, yıllık sıcaklık ortalaması 15.7°C dir. İncelenen iki profilin arazide morfolojik tanımlamaları yapılmış ve horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin yanında, XRD (X Ray Difraksiyon), SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve EDS - EDX (enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi) ve major oksit gibi analizler de yapılmıştır. Profillere ait horizon örneklerinde CIA (kimyasal ayrışma indeksi), PIA (plajioloklas alterasyon indeksi) ve SiO₂/Al₂O₃ gibi bazı ayrışma oranları hesaplanmıştır. Profil 1 Ap -A2- Bw-C ve profil 2 ise Oe-A-Bt-C horizonlarına sahiptir. İşlemeli tarım yapılan arazide yer alan P1 de kum- tınlı kum, ormanlık alanda yer alan profil 2 ise yüzeyde tınlı kum ve yüzey altında kumlu kil tın bünye sınıfındadır. P1 de bir kambik horizon P2 de bir argillik horizon oluşumu belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) P1'in kambik horizonunda 18 cmolkg⁻¹ iken P2 nin argillik horizonunda 22.78 cmolkg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her iki profilin de CIA ve PIA ayrışma indeksleri 50-60 arasında oldukça düşük bulunmuştur. Ancak P2 nin Bt horizonunda topoğrafik koşullara bağlı olarak PIA 60 ve CIA ise 57 olarak diğer tüm horizonlardan yüksek bulunmuştur. Her iki profilde de kuvars mineralinin yanında albit, ortoklas ve anortit gibi feldspatların yüksek oranda bulunması ayrışmanın düşük olduğunu göstermektedir. Toprak profilleri toprak taksonomisine göre sırasıyla P1 Lithic Haploxerepts, profil 2 ise Lithic Mollic Haploxeralfs; WRB sınıflamasına göre profil 1 P1 Endoleptic Cambisols, profil 2 ise Leptic Luvisols olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonuçları benzer iklim koşulları altında, farklı topoğrafik koşulların granitik kayaçlar üzerinde oluşmuş iki toprak profilinde, profil gelişimini, fiziko-kimyasal özellikleri ve toprak sınıflandırmasını etkilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Granit, Ezine, Topoğrafya, Toprak Genesisi

Genesis and Some Characteristics of Two Soil Profiles Formed on Granitic Rocks in the Ezine (Çanakkale) Region

Abstract

In this study, which was carried out in Kemallı village (P1) and Akçakeçili village (P2) in Çanakkale Province, Ezine district, two soil profiles formed on granitic rocks under different topographic conditions were investigated. The annual average precipitation amount of Ezine district is 586 mm and the annual temperature average is 15.7°C. Morphological definitions of the two profiles examined in the field were made and soil samples were taken on the basis of horizon. In these samples, besides some physical and chemical analyzes, analyzes such as XRD (X Ray Diffraction), SEM (Scanning Electron Microscope) and EDS - EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) and major oxide were also performed. Some weathering rates such as CIA (chemical weathering index), PIA (plagioclase alteration index) and SiO₂/Al₂O₃ were calculated in the horizon samples of the profiles. Profile 1 has Ap -A2- Bw-C and profile 2 has Oe-A-Bt-C horizons. Sand- loamy sand textures in P1 located in the cultivated land, profile 2 in the forest area is in the texture class with loamy sand on the surface and sandy clay loam in subsurface. Formation of a cambic horizon in P1 and an argillic horizon in P2 was determined. While the cation exchange capacity (KDK) was 18 cmolkg⁻¹ in the cambic horizon of P1, it was determined as 22.78 cmolkg⁻¹ in the argillic horizon of P2. CIA and PIA dissociation indexes of both profiles were found to be quite low, between 50 and 60. However, PIA 60 and CIA 57 were found higher than all other

horizons depending on the topographic conditions in the Bt horizon of P2. The high rate of feldspars such as albite, orthoclase and anorthite besides quartz in both profiles indicates that the weathering is low. Soil profiles are classified as follows, respectively, according to soil taxonomy; profile 1 is Lithic Haploxerepts, profile 2 is Lithic Mollic Haploxeralfs; According to the WRB classification, profile 1 is classified as Endoleptic Camcisols and profile 2 is classified as Leptic Luvisols. The results of the study showed that under similar climatic conditions, different topographic conditions affected the profile development, physico-chemical properties and soil classification in two soil profiles formed on granitic rocks.

Keywords: Granite, Ezine, Topography, Soil Genesis

Giriş

Toprak, oluşumu uzun süreçler alan doğal bir varlıktır. Toprağın oluşumunu gözlemek bitki ve hayvanların büyüme ve gelişmelerini gözlemlemeye göre çok daha zordur. Ancak, toprak oluş faktörlerindeki farklılıklar gözlenebilir ve bunların toprak farklılıkları ile ilişkisi açıklanabilir. Bunun nedeni toprakların farklı çevrelerde birbirinden ayrıcalıklar gösterebilmesidir. Buradaki çevre, dış faktörler olarak kabul edilir ve Joffe, (1949)'e göre Dokuchaev (1879) bunları iklim, canlılar, topoğrafya, ana madde ve zaman olarak açıklamış ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri sonucunda toprağın oluştuğunu belirtmiştir. Dolayısıyla bu faktörlerin birisinde meydana gelen anlamlı bir değişiklik farklı toprakların oluşumuna yol açabilmektedir.

Bir arazideki topoğrafik yapı toprak oluşumunda drenaj, erozyon bitki örtüsü ve toprak sıcaklığını etkileyebilmektedir. Bunun sonucunda belirli coğrafi bölgelerde solum derinliği, A horizonun kalınlığı, organik madde içeriği, toprak profilindeki oransal nem ve toprak rengi, horizonların farklılaşması ve toprak reaksiyonu, eriyebilir tuz miktarı gibi toprak özellikleri etkilenmektedir (Buol ve ark., 1997).

Kiyuchevskii (1972), Milne (1935 a ve b)'nin Doğu Afrika toprakları üzerinde yaptığı çalışmada, rölyefe uygun drenaj farklılıklarına bağlı çeşitli kaya ve üzerindeki toprakları saptamaya çalıştığını ve buna toprak katenası adını verdiğini belirtmektedir. Bir bölgedeki farklı topraklar arasındaki ilişkiyi anlamak için topoğrafik farklılıklara dikkat etmek gerekmektedir. Bunun sonucunda toprak taksonomisi de değişebilmektedir. Nitekim Suluca-Kocaveliköy (Lapseki-Çanakkale) katenasında beş adet toprak profilini inceleyen Sivrikaya ve Ekinci (2021), topoğrafik farklılıkların toprak profil gelişimi ve özelliklerini etkilediğini ve bunun sonucunda toprak taksonomisinin Entisol Inceptisol, Mollisol ve Vertisol ordolarını saptadıklarını belirtmektedirler.

Granitler yerkabuğunun derinliklerinde oluşmuş magmatik kayalardandır. Bileşimlerinde esas mineral olarak kuvars, alkali feldspat (ortoklas veya mikroklin), asit plajioklas (albit veya oligoklas) ve mika, hornblend ve az da olsa piroksen yer alabilir. Granitler iri kristalli olmaları ve fazla miktarda kuvars içermeleri nedeniyle ayrışmaya karşı direnç gösterirler. Ayrıştıkları zaman besin maddesi ve su tutma kapasiteleri zayıf, yüksek geçirgenliğe sahip kumlu toprakları oluştururlar (Allison ve Palmer, 1980). Granitler Çanakkale yöresinde yaygın olarak görülmektedir. Başaran ve Güngör (2009) 'e göre, Ezine yöresindeki en yaşlı kayaç topluluğu metamorfik kayalardan ve granitoidlerden oluşan paleozoik yaşlı gruptur.

Bu çalışmada, Çanakkale ili Ezine ilçesinde benzer iklimde fakat farklı topoğrafik konumlarda yer alan granitik kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profili incelenmiştir. Profil 1 (P1) Kemallı, profil 2 (P2) ise Akçakeçili köyleri civarında granitik kayalar üzerinde oluşmuştur. Toprak profillerinin bazı morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri belirlenerek oluşumlarının incelenmesi ve Toprak Taksonomisi ile WRB sınıflama sistemlerine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı ve coğrafi konumu

Çanakkale ili Ezine ilçesinde yürütülen bu çalışmada, granitik kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profili incelenmiştir. Bunlardan profil 1 (P1) Kemallı, profil 2 (P2) ise Akçakeçili köyleri civarında yer almaktadır. Her bir toprak profili Soil Survey Staff (2017) de belirtilen şekilde morfolojik olarak tanımlanmış ve horizon esasına göre toplam 9 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanının ve incelenen iki adet toprak profilinin konumu Şekil 1'de, profillerin görünüşleri ise Şekil 2'de sunulmuştur.

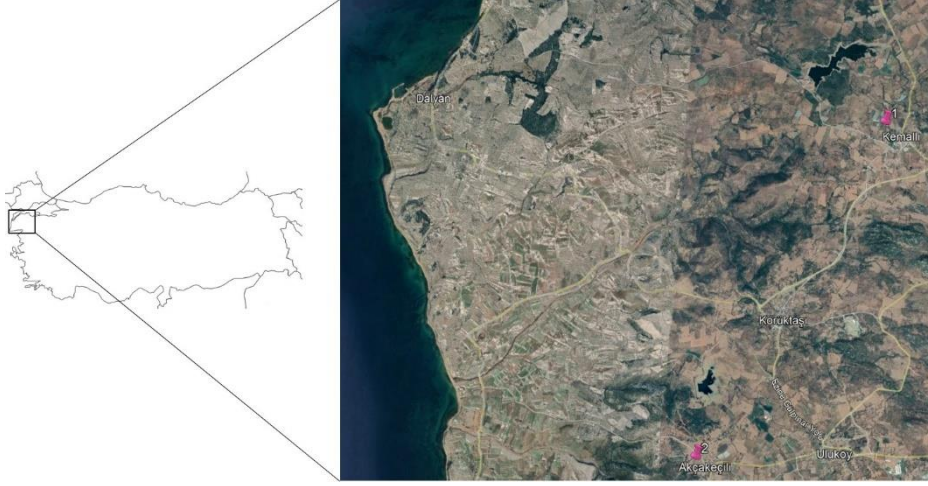


Figure 1. Location of the studied area and soil profiles
Şekil 1. Çalışılan alanın ve toprak profillerinin lokasyonu



Figure 2. View of soil profiles in the field
Şekil 2. Toprak profillerinin arazideki görünümü

İklim ve doğal bitki örtüsü

Çalışma alanında çeşitli iklim özelliklerine sahip Marmara Bölgesi iklim tipi hakimdir (Doğgun, 2010). Ezine İlçesi uzun yıllık iklim değerleri Çizelge 1 de sunulmuştur.

Table 1. Climate table of Ezine District between 1991-2021 (Anonymous, 2022).
Çizelge 1. Ezine İlçesi 1991-2021 yılları arası iklim tablosu (Anonim, 2022).

	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort. Sic (°C)	6.7	7.6	10.1	13.6	18.6	23.5	26.3	26.3	21.8	16.6	12	8.3
Min. Sic(°C)	3.8	4.4	6.3	9.3	13.7	18.3	21.2	21.4	17.5	13.1	9.4	5.6
Mak Sic (°C)	9.8	10.9	13.9	17.9	23.2	28.2	31.3	31.4	26.6	20.8	16	11.3
Yağış (mm)	100	93	76	58	32	13	4	2	20	70	93	106
Nem(%)	76	74	71	67	61	54	48	50	57	69	75	77

Ezine ilçesinde yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı olup yağışlar genelde yağmur şeklindedir. Ezine ilçesinde uzun yıllık meteorolojik verilere göre yıllık ortalama sıcaklık değeri 15,9 °C dir. Kış ayları sıcaklık ortalaması 7,9 °C, yaz ayları sıcaklık ortalaması 25,3 °C dir. Yıllık yağış 585 mm'dir. Profillerin incelendiği Ezine yöresinde toprak nem rejimi Xeric, toprak sıcaklık rejimi ise Thermictir. Ezine yöresinde genel olarak Akdeniz'e özgü bitki örtüsü olan makilerin yanında ilçenin batısı ve kuzey-batısı kızılçam ağırlıklı meşe, ardıç, akçakesme ve karayemiş gibi türlerden oluşan çeşitleri ormanlarla kaplıdır.

Jeoloji ve jeomorfolojisi

Çalışmanın alanında incelenen profiller Ezine'ye yakın konumlarda olup Kaz Dağları eteklerindedir. Profil 1 ve 2 nin bulunduğu kısımlardaki jeolojik yapı Şekil 3 de sunulan Biga Yarımadası jeoloji haritasında görülmektedir.

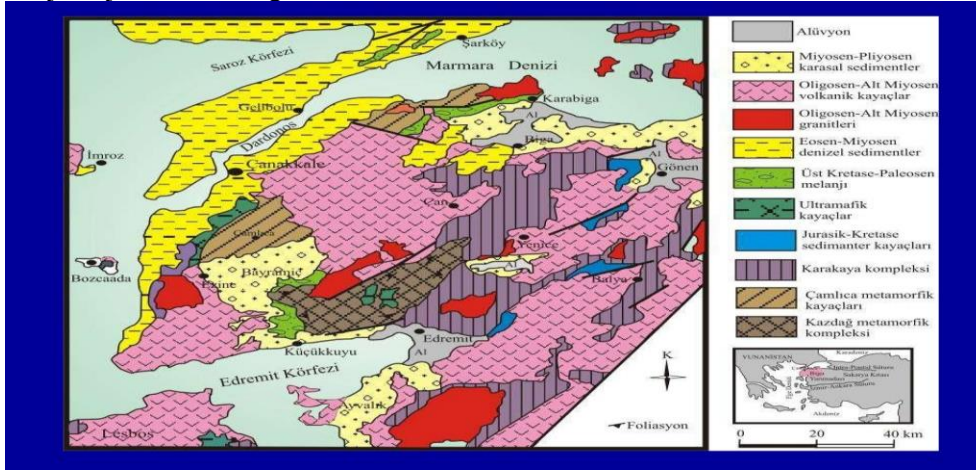


Figure 3. Geological map of Biga peninsula (Yiğitbaş, 2006)

Şekil 3. Biga yarımadası jeoloji haritası (Yiğitbaş, 2006)

Başaran ve Güngör (2009) ün bildirdiğine göre, Biga Yarımadası'nda yer alan Ezine yöresindeki en yaşlı kayaç topluluğunu, metamorfik kayaçlardan ve granitoidlerden oluşan paleozoik yaşlı kıtasal bir temel meydana getirmektedir. Araştırmacılar bu grubun Bingöl (1968) tarafından "Kazdağ Grubu" olarak adlandırıldığı ve Permiyen öncesi yaşlı olduğunu, Gözler'in (1968) ise bölgede temelde yer alan granit, gnays, amfibolit ve mermer birimlerini "Kazdağ Formasyonu" olarak adlandırdığını belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, Kestanbol Granitoidi ilk kez Bingöl (1968) ve daha sonra Ercan ve ark., (1998) tarafından adlandırıldığını, bölgede çalışma yapan Karacık'ın (1995) ise bu birimi "Kestanbol Plütunu" olarak adlandırmış olduğunu belirterek Kestanbol isminin, Kestanbol (Uluköy) Köyü'nden geldiğini vurgulamışlardır. Bunun yanında Plütunun, Ezine'nin batı-güneybatısında oldukça geniş bir alanda gözlemlendiğini ve Kestanbol Granitoidinin, kuvarsmonzonit ve granit bileşiminde olup; başlıca ortoklas, plajyoklas, piroksen, biyotit, hornblend ve kuvarstan oluştuğunu belirtmişlerdir. Birimde küresel ayrışmanın yaygın olduğunu, ayrışma yüzeylerinin çok dağınık bir yapıya sahip olduğunu, ileri derecede ayrıştığı yerlerde arenalaşmış ve kum haline geldiğini ve bu tür ayrışmaya Yaylacık Köyü girişindeki yol yarmalarında rastlandığını vurgulamışlardır.

Kayaçlar içinde izlenen önemli mineraller alkali feldspat, plajyoklas, kuvars, biyotit ve hornblenddir. Yörede çok sayıda granit ocağı mevcuttur. Granit Sütun Ocakları Roma Devri'ne ait kalıntılar olup bütün Troas bölgesine yayılmıştır. Bunlar arasında en çok dikkat çekenler, Çıgır Dağı çevresindeki granit taş ocakları olup Koçalı Köyü'nün batısındaki Yeditaşlar'dır. Burada işlenen granit sütunlar, özellikle 2. yüzyıldan itibaren, Yakınoğu ve Kuzey Afrika ile Akdeniz'in her tarafına gönderilmiştir (Başaran ve Güngör, 2009).

Laboratuvar analizleri

Çalışmada, toprak profilleri Soil Survey Division Staf, (2017) de belirtilen kriterlere göre incelenmiş ve her iki profilden toplam 9 adet toprak örneği alınmıştır. Labarotuvara getirilen topraklar oda koşullarında kurutulup 2 mm'lik elek ile elenmiş, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri saptanmıştır. Toprak örneklerinde pH (1:2,5 toprak-saf su süspansiyonu), organik karbon miktarı

Smith – Weldon metoduna göre potasyum permanganat çözeltisi yardımıyla (Nelson ve Sommers, 1996), kireç tayini (Schlichting ve Blum, 1966), kanyon değişim kapasitesi sodyum asetat yöntemiyle (USDA, 1954), tekstür hidrometre (Bouyoucos, 1951) yöntemine göre belirlenmiştir. Total azot (%) Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1996), alınabilir fosfor miktarı (P_2O_5) Olsen ve Sommers (1982)'e göre, yarayışlı potasyum (K_2O) ise amonyum asetat yöntemiyle alev fotometresinde belirlenmiştir (Sağlam, 2008).

XRD ve SEM analizleri ÇOMÜ Merkez Laboratuvarında (ÇOBİLTUM), major oksit analizleri ise MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır. XRD analizleri, Harris ve White., (2008) in belirttiği esaslara göre yürütülmüş olup PANalytical Empyrean cihazında $5^\circ - 70^\circ$ (2θ) aralığında ölçüm alınmış ve veriler X'Pert HighScore Plus software yazılımında işlenmiştir. SEM analizi White, (2008)' deki esaslara göre yürütülmüş ve yüzey görüntüleri JEOL JSM-7100F marka-modelindeki Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) ile alınmıştır. EDX spektrumları Oxford Instrument X-Max marka-modelindeki dedektör kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin iletkenlik özelliklerini arttırmak için Quorum kaplama cihazında öncelikle 8×10^{-1} mbar/Pa vakum uygulanıp, 10 mA voltaj uygulanarak altın-paladyum (%80-20) kaplama işlemi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Makromorfolojik toprak özellikleri

Çalışmada, incelenen iki toprak profiline ait (P1 ve P2) bazı morfolojik özellikler Çizelge 1'de, bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ise Çizelge 2'de sunulmuştur.

Table1. Some morphological features of the soils of the study area

Çizelge1. Çalışma alanı topraklarının bazı morfolojik özellikleri

Profil No	Horizon	Derinlik (cm)	Renk(yaş)	Strüktür (Büyüklik Dayanıklılık Tip)	Kıvam(kurunemli, yaş)	Tekstür	Kireç	Ana Materyal
P1	Ap	0-15	10YR 3/3	kç z gr	d ge ayap	SL	azk	
	A2	15-36	10YR 3/3	z o ykb	d ge ydap	SL	azk	
	Bw	36-45	10YR 4/4	o o ykb	yu d ayp	SL	kçs	
	C	45-54	10YR 6/4	ms	-	SL	kçs	
	Cr	54+	-	-	-	S	kçs	granit
P2	Oe	0-5	-	fr	-	SCL	-	
	A	5-13	7.5 YR 4/4	kç o gr	d d ydpd	SL	kçs	
	Bt	13-25	7.5 YR 4/6	o o ykb	d d ayp	SCL	kçs	
	Cr	25+	-	ms	-	-	kçs	granitoyid

Strüktür: z-zayıf, o-orta, kv-kuvvetli, kç-küçük, gr-granüler, ykb-yarı köşeli blok, fr-furda, ms-masif,

Kıvam: yu-yumuşak, ge-gevşek, d-dağılgan, yd-yapışkan değil, ay- az yapışkan, çy- çok yapışkan, pd-plastik değil, ap- az plastik, çp-çok plastik çst-çok sert, çsk-çok sıkı

Tekstür: C-kil, SCL- kumlu kil tın, S-kum, L-tın, Si-silt, CL- killi tın, SL- kumlu tın

Kireç: azk-az kireçli, kçs-kireçsiz

Ondüleli granitik sahaların 173 m rakımlı ve % 3-5 eğimli tepe üstü düzlüklerinde oluşmuştur. Altta bir kambik B horizonu oluşumunun gözlemlendiği A-Bw-C horizon dizilimine sahiptir. Profil 2 ise dağlık arazilerin alt etek kısmında (161 m) daha nemli ve çukur bir topoğrafyada, granodiyoritler üzerinde oluşmuştur. Oe-A-Bt-C horizon dizilimi görülmektedir (Şekil 2). Laboratuvar analizi sonuçlarına göre her iki toprak profilinde de baskın tekstür tınlı kumdur. Ancak P2'nin Bt horizonunda kil artışına bağlı olarak bünye sınıfı SCL olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2 den görüldüğü gibi 1 numaralı toprak profilinin pH değeri 7.05-7.37 arasında değişmektedir. Profil boyunca ilk üç horizonunda % 1.20-1.61 arasında kireç içermekte, alt horizonlarda kireç görülmemektedir. Kanyon değişim kapasitesi 3.78 ile 18.00 $cmol\ kg^{-1}$ arasındadır. Bu toprak profilinde kil oranı % 4.72-19.91 arasında, silt oranı ise % 2.72-10.72 arasında değişmektedir. İki numaralı profilin pH değeri 6.06-6.26 arasında olup, (Richards, 1954; Grewelling ve Peech, 1960) göre profilin hafif asidik özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Kanyon değişim kapasitesi 16.83

ile 22.78 cmol kg⁻¹ arasındadır. Organik madde içeriği alttaki horizonlara (%1.06) göre yüzey horizonunda (% 6.06) oldukça yüksektir. Yüzeyde % 6.72 olan kil miktarı Bt horizonunda % 20 civarında olup bir agillik horizon oluşumu gözlenmiştir.

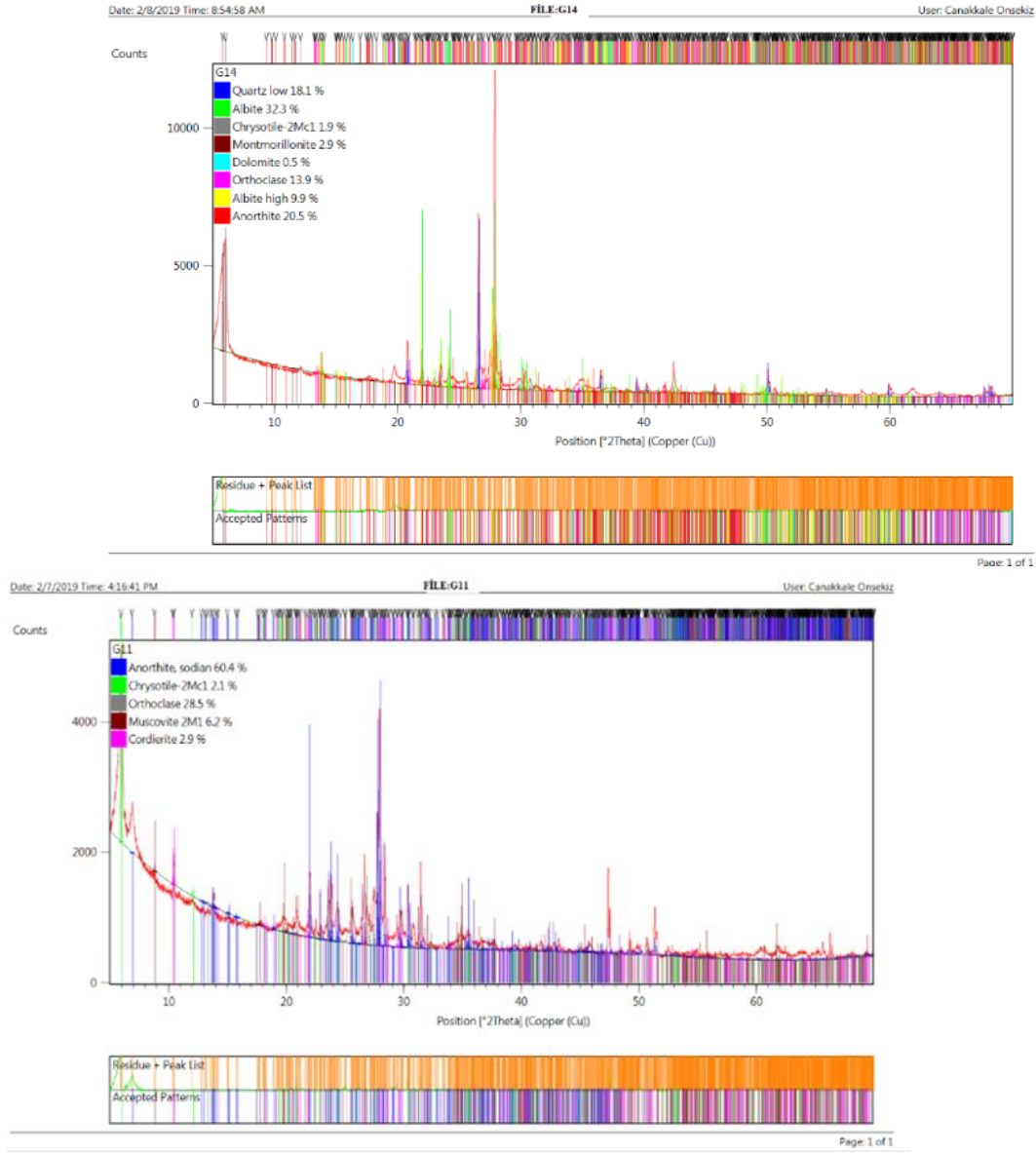
Table 2. Some physical and chemical analysis results of the study area soils
Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH (1:2,5 top/su)	CaCO ₃ %	Org Mad %	KDK (cmol kg ⁻¹)	% Kil	% Silt	% Kum	Bünye
Ap	0-15	7.27	1.20	1.43	6.59	6.72	10.72	82.56	S-LS
A2	15-36	7.37	1.61	1.11	17.78	18.72	2.72	7.56	LS
Bw	36-45	7.34	1.20	0.58	18.00	19.91	5.02	7.07	SL
C	45-54	7.12	-	0.11	14.36	16.72	6.72	76.56	LS
Cr	54+	7.05	-	0.08	3.78	4.72	6.72	88.56	S
Oe	0-5	6.20	-	6.06	-	-	-	-	-
A	5-13	6.26	-	5.87	16.83	6.72	16.72	76.56	LS
Bt	13-25	6.12	-	2.43	22.78	20.20	10.40	69.40	SCL
Cr	25+	6.06	-	1.06	-	-	-	-	-

Toprak örneklerin bazı mineralojik özellikleri

Çalışma alanında incelenen toprak profillerinin bazı horizonlarına ait X-Işını Kırınım Yöntemi ile elde edilmiş XRD difraktogramları Şekil 4 ve 5 te verilmiştir. Şekil 4 de 1 numaralı profilin Ap horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; anortit (% 60.4), ortoklas (%28.6), muskovit gibi mineralleri içerdiği görülmüştür. C horizonunun kuvars, anortit, albit, ortoklas, montmorillonit, dolomit ve krizotil gibi mineraller saptanmıştır.

Şekil 5 de 2 numaralı profilin A horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; A horizonunda % 43,9 ile en çok albit ile bunun yanında kuvars, muskovit ve hornblend görülmüştür. 2 numaralı profilin Bt Horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; kuvars, albit, ortoklas, kordiyeri ve krizotil içerdiği görülmüştür. Bt horizonunda ise en çok ortoklas (% 43.8) ve albit (% 24.3) ile çeşitli feldispatlar ve krizotil e rastlanılmıştır. Bu profilin Cr Horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; Granodiyoritik kayalarda bulunan minerallerin çoğuna rastlanmıştır. Bunlardan andesine, kuvars, ortoklas, albit, muskovit, hornblend, lazurit, dolomit gibi mineralleri içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 1 numaralı profilin Ap ve C horizonları XRD difraktogramları
Figure 4. XRD diffractograms of Ap and C horizons of profile 1

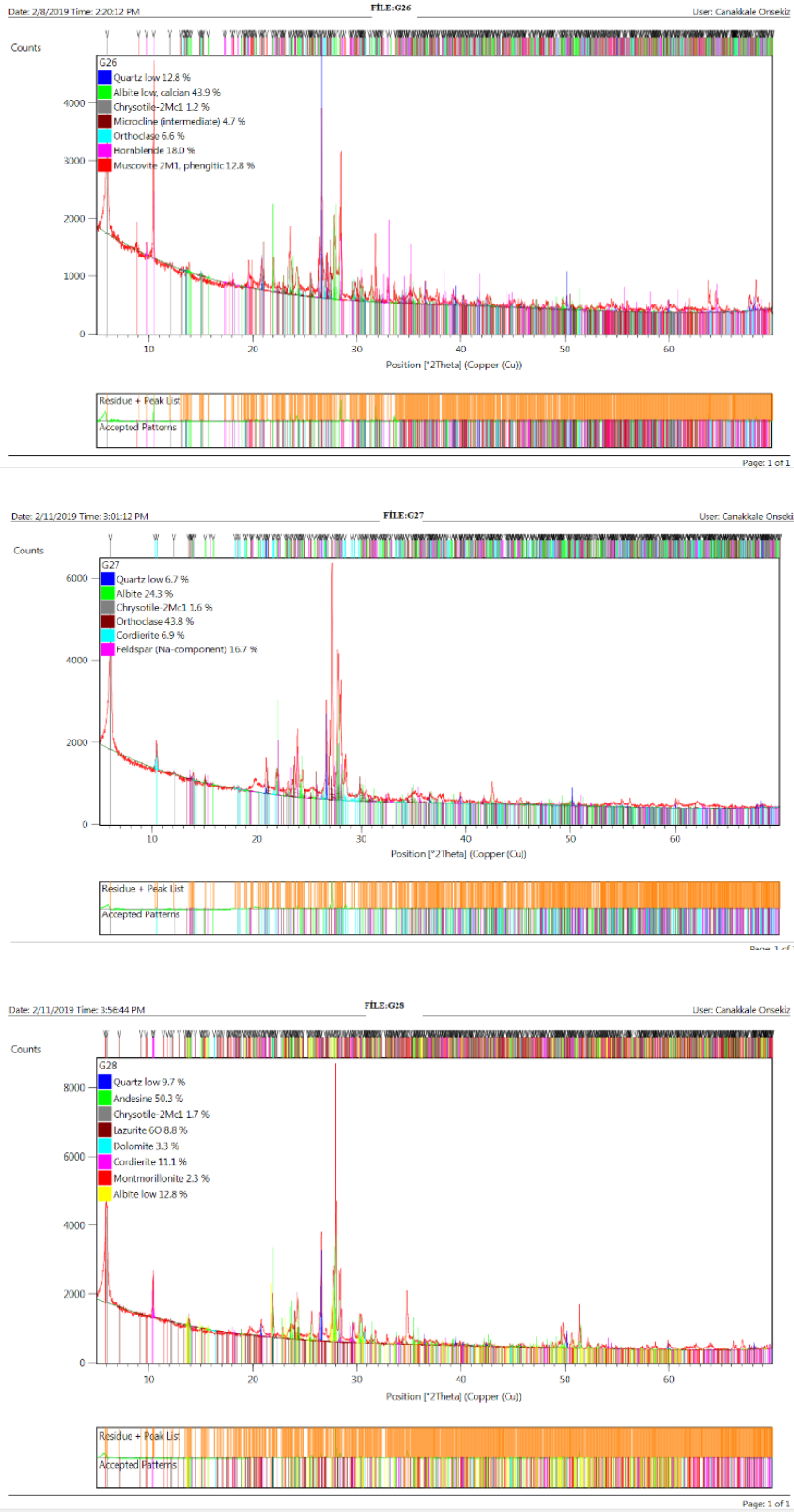


Figure 5. A, Bt and Cr Horizons XRD Diffractograms of Profile No. 2
Şekil 5. 2 Numaralı Profilin A, Bt ve Cr Horizonları XRD Difraktogramları

Şekil 6 da P1'in Ap horizonuna ait SEM-EDX görüntüsü ve bu görüntü üzerinde spektrum 3' ün element dağılımı sunulmuştur. Görüntüler üzerinde kuvars ve çeşitli feldspatlar yer almaktadır.

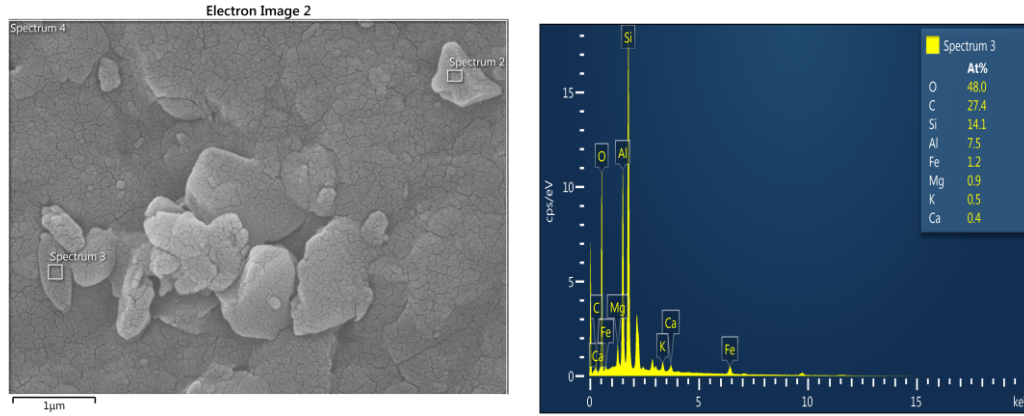


Figure 6. SEM-EDX images of the Ap horizon of profile 1 and the element distribution of spectrum 3 on them
Şekil 6. 1 numaralı profilin Ap horizonuna ait SEM-EDX görüntüleri ve bunlar üzerindeki spektrum 3 ün element dağılımı

Profillerin bazı horizonlarına ait major oksit analizleri ve jeokimyasal ayrışma oranları

Çalışma alanında tanımlanan toprak profillerine ait horizonlarda belirlenen majör oksit analiz sonuçları Çizelge 3 'de sunulmuştur.

Table 3. Major Oxide Analysis Results of Soil Profiles

Çizelge 3. Toprak Profillerinin Major Oksit Analiz Sonuçları

Profil	Horizon	A.Za %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	K ₂ O %	MgO %	Na ₂ O %	SiO ₂ %	TiO ₂ %
P1	Ap	4.20	15.75	6.65	7.30	4.40	1.60	3.35	55.55	1.10
	Bw	3.80	16.05	4.70	6.75	4.35	1.45	3.30	58.40	1.10
	C	4.15	13.70	1.40	2.75	3.50	1.45	2.35	59.60	1.00
P2	A	5.55	16.80	3.40	6.90	3.35	2.15	3.25	55.85	1.20
	Bt	6.10	17.70	2.45	7.60	3.35	2.10	2.90	56.45	1.10
	Cr	3.00	17.60	3.35	6.55	3.55	2.00	3.49	58.65	1.40

Toprakların ayrışma düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan bazı alterasyon indeksleri aşağıda sunulmuştur.

CIA- Kimyasal alterasyon indeksi (Nesbitt ve Young, 1982) (1)

$$CIA = (100) \left[\frac{Al_2O_3}{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)} \right]$$

Plajioklas alterasyon indeksi (PIA)-(Fedo ve ark., 1995) (2)

$$PIA = (100) \left[\frac{Al_2O_3 - K_2O}{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O - K_2O)} \right]$$

Bazlar/R₂O₃ oranı (Birkeland, 1999) (3)

$$\text{Bazlar/R}_2\text{O}_3 = \frac{(MgO + CaO + Na_2O + K_2O)}{(TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3)}$$

R=SiO₂/Al₂O₃ oranı (Ruxton, 1968) (4)

SiO₂/Al₂O₃+ Fe₂O₃+TiO₂ oranı (5)

Toprak profilinde kimyasal ayrışma ile Na, Ca ve K gibi bazik kationların minerallerden uzaklaşmasına dayanan kimyasal alterasyon indeksi (CIA), ayrışma ilerledikçe artmaktadır. Feldspatların kile alterasyonunu yansıtan bu değer 50 ve altında ise mineral ayrışmasının henüz taze olduğunu, 100 civarında ise optimum ayrışma düzeyine ulaşıldığını bildirmektedir (Nesbitt ve Young, 1982). Bazlar /R₂O₃ oranı 0-10 arasında olup ayrışma arttıkça azalmaktadır. Plajioklas alterasyon indeksi olarak bilinen PIA, feldspatların ayrışması hakkında bilgi vermektedir. Bu değer 100 e doğru yaklaştığında feldspatların ayrışma oranının arttığına işaret etmektedir. SiO₂/Al₂O₃ oranı (R değeri) sıfıra doğru yaklaştığında ayrışma derecesinin arttığını göstermektedir.

Bu eşitliklerde söz konusu edilen CaO değeri, silikat mineralleri kaynaklı CaO değeridir ve bu nedenle karbonat ve apatit düzeltmesi yapılarak kullanılması gerekmektedir. Bunun nedeni, apatitin silikat minerallerinde önemli CaO kaynaklarından birisi olmasıdır. Eşitliklerde yapılan düzeltme hesaplamalarında CaO değeri Na₂O değerinden daha düşük bulunduğu indekslerde bu değer, yüksek bulunursa Na₂O değeri kullanılmaktadır (McLennan ve ark., 1993).

Çalışma alanında tanımlanan toprak profillerine ait jeokimyasal ayrışma oranları

Çizelge 4’de sunulmuştur. $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ oranı P2’nin Bt horizonunda en düşük olarak (3,12) bulunmuştur. Feldspat alterasyon oranı (PIA) değeri her iki profilde de 50-60 arasında bulunurken, kimyasal alterasyon indeksi (CIA) değerleri de benzer şekilde genellikle 50-57 arasında bulunmuştur. Bazlar/ R_2O_3 oranı da genellikle 1’in altında belirlenmiştir (Çizelge 4).

Table 4. Geochemical weathering rates of some horizons of soil profiles

Çizelge 4. Toprak profillerinin bazı horizonlarına ait jeokimyasal ayrışma oranları

Profil	Horizon	Derinlik (cm)	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	PIA	CIA	Bazlar/ R_2O_3	$\frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3}{+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2}$
P1	Ap	0-15	3.45	50	50	0.92	2.49
	Bw	36-45	3.56	51	51	0.89	2.63
	C	45-54	4.26	56	54	1.01	3.49
P2	A	5-13	3.26	55	54	0.87	2.41
	Bt	13-25	3.12	60	57	0.77	2.31
	Cr	25+	3.26	55	54	0.87	2.48

Çalışma konusu 2 toprak profilinin yüzey horizonlarına ait toplam azot (% N), yararılı fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro besin elementi içerikleri Çizelge 5 de verilmiştir.

Table 5. Some macronutrient amounts of the soils of the study area

Çizelge 5. Çalışma alanı topraklarının bazı makro besin elementi miktarları

Profil No	Horizon	Derinlik (cm)	N (%)	P_2O_5 (kgda ⁻¹)	K_2O (kgda ⁻¹)
P1	Ap	0-15	0.031	11.29	20.90
P2	A	5-13	0.093	4.94	21.17

Çizelge 5 te görüldüğü gibi P1 de % azot (N) 0.031, fosfor 11.29 kgda⁻¹ ve potasyum da 20.90 kgda⁻¹, P2 de ise % azot (N) 0.093, fosfor 4.94 kgda⁻¹ ve potasyum da 21.17 kgda⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çalışma konusu 2 toprak profili, arazide saptanan morfolojik özellikleri, laboratuvar analiz sonuçları, iklim verileri ile mineralojik bulgular dikkate alınarak tanımlama horizonlarının varlığına göre Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve WRB (IUSS, 2014)’e göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 6). P1 Inceptisol P2 ise Alfisol ordosunda yer almıştır.

Table 6. Classification of the study soils

Çizelge 6. Çalışma alanı topraklarının sınıflandırılması

Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014)			WRB (2014)		
Profil	Ordo	Alt ordo	Büyük grup	Alt grup	Referans toprak grubu
1	Inceptisol	Xerepts	Haploxerepts	Lithic Haploxerepts	<i>Endoleptic Cambisols</i>
2	Alfisol	Xeralfs	Haploxeralfs	Lithic Mollic Haploxeralfs	<i>Leptic Luvisols</i>

Toprak oluşumu, diğer canlıların oluşum sürecinden daha uzun olduğu gibi aynı zamanda dış etkilere ve çevresel faktörlere göre de değişiklik göstermektedir. Toprak ana materyali, iklim, canlılar, topografya ve zaman ile birlikte önemli bir toprak oluşturan faktördür. Mineral toprakların ana materyali/mineralojisi, tarımsal açıdan toprak birimlerinin fiziko-kimyasal özelliklerini açıklamada oldukça önemli bir yer tutmaktadır ve toprak sınıflandırmasında da önde gelen önemli bir faktördür. Örneğin farklı ana materyaller, temsil ettiği ana kayanın özelliğine göre daha kısa zamanda ya da daha uzun süreçte toprak oluşmasını sağlayabilmektedir. Bunun yanında iklim faktörleri de özellikle sıcaklık ve yağış miktarındaki değişimler topoğrafyanın değişmesi kısa aralıklarda bile toprağın özelliklerine yansımakta ve oluşum sürecini etkilemektedir. Buna bağlı olarak meydana gelen toprakların profil, fiziko-kimyasal ve mineralojik özellikleri de birbirinden farklı olabilmektedir.

Granitler, yerkabuğunun derin zonlarında oluşmuş, asidik ve açık renkli, kaba tekstürlü, mağmanın çok avaş soğuması nedeniyle iri kristalli kayaçlardır (Allison ve Palmer, 1980). Araştırmacılar, bunların mineralojik bileşim olarak esas mineralleri kuvars, potaslı (alkali) feldspat (ortoklas veya mikroklin), asit plajiyoklas (albit veya oligoklas), daha az miktarda mika (biotit) ve hornblend olduğunu, ortalama olarak % 60 feldspat, % 30 kuvars ve % 10 kadar da minör mineralleri içerdiğini bildirmektedirler. Çalışma alanında incelenen granitik kayaçlar üzerinde oluşmuş 2 toprak profili de mineralojik bileşim, tekstür ve diğer özellikler bakımından Allison ve Palmer (1980)'in tanımlamalarına benzer özellikler göstermektedir (Çizelge 2; Şekil 4,5,6).

Bir numaralı profil %3-5 eğimli ondüleli plato üzerinde oluşmuştur. Kambik B horizonu içeren A-Bw-C horizon dizilimi göstermektedir. Renkleri sarımsı kahverengi, strüktürü yüzeyde granüler ve Bw horizonunda yarı köşeli bloktur. Katyon değişim kapasiteleri (KDK) 17-18 cmolk⁻¹ arasında, yüzeydeki organik madde miktarı %1.43 civarındadır. Bu profilin toprak reaksiyonu diğer profile göre yüksek olup 7.0-7.2 arasındadır. Burada toprak reaksiyonunu anortit ve albit gibi Ca ve Na açısından zengin feldspatların artırdığı düşünülmektedir. Nitekim 1 numaralı profilin Ap ve C horizonlarının XRD difraktoramları incelendiğinde Ap horizonunda % 60.4 ile en çok anortit ve %28.6 ile ortoklas belirlenirken C horizonun kuvars, anortit, albit, ortoklas, montmorillonit, dolomit ve krizotil gibi minerallerin yer aldığı görülmüştür (Şekil 4). Profil 2 ise dağlık arazilerin alt etek kısmında (161 m) daha çukur ve düz bir topğrafyada oluşmuştur. Oe-A-Bt-Cr horizon diziliminin görüldüğü bu profile, bulunduğu topoğrafik koşullar nedeniyle toprağa su girişi P1 e göre daha fazla ve bitki örtüsü daha gürdür. Bu nedenle toprak daha nemli ve üst horizonlardan yıkanan kilin biriktiği bir argillik horizon mevcuttur. Nitekim, Trakya'da granit kayaçları üzerinde çalışma yapan Kantarcı (1981), granit topraklarının belirgin yıkanma ve birikme horizonları gösterdiğini, söz konusu horizonların renk ve horizonlar arasındaki toprak farklarına göre ayırtılabildiğini, bunun yanında horizonlar arasında strüktür, sıklık, bağlılık bakımından da çeşitli farklılıklar olduğuna işaret etmektedir.

İncelenen iki profilin tüm horizonlarında baskın tekstür kumlu tındır. Ancak, 2 nolu profilin Bt horizonunda kil miktarı P1 den biraz daha yüksek bulunmuştur. X-Işını difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarına göre, beklendiği gibi ana kayanın doğasına bağlı olarak kuvars ve feldspatlar dominant mineraller olarak belirlenmiştir. Nitekim, Başaran ve Güngör (2009) yörede yürüttükleri bir çalışmada granit kayaçlarının ayrışarak arenalaştığını, feldspat, kuvars, biyotit ve hornblend gibi minerallerin hakim mialer olduğunu belirtmektedirler.

Kimyasal ayrışma indeksi (CIA) iki profile 50-57 arasında bulunmuştur. Nesbitt ve Young (1982)'e göre yapılan sınıflandırmada CIA değerleri, aşırı derecede ayrışmış (90-100), ileri derecede ayrışmış (80-90), orta derecede ayrışmış (70-80), az ayrışmış (60-70) ve çok az ayrışmış (50-60) olarak bildirilmektedir. Ayrışma ve parçalanma arttıkça bu değer de artmakta ve başka bir ifade ile feldspatların kile alterasyonunu göstermektedir. Buna göre P1 ve P2 profilleri çok az ayrışmış sınıfta yer almaktadır. Ancak, P2 de CIA değeri P1'e göre daha yüksek olup az ayrışmış sınıfına yakındır. Bu da söz konusu profiledeki ayrışma düzeyinin diğer profile göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

CIA'ya alternatif olarak kullanılan bir endeks olan PIA, plajiyoklasların alterasyon derecesi hakkında bilgiler vermekte ve bu değer artması ayrışmanın arttığını göstermektedir (Fedo ve ark., 1995). CIA değerine benzer şekilde profillerin PIA değerleri de 50-57 arasında bulunmuş olup düşük ayrışmaya işaret etmektedir. Nitekim P2 'de iklim ve özellikle topoğrafik koşulların etkisiyle yüzeyden yıkanan kilin bir agillik horizon oluşturduğu görülmektedir. Bu durum SiO₂/Al₂O₃ oranı ile doğrulanmaktadır. Söz konusu oran P2 de (3.12) Bt horizonuna doğru azalmaktadır (Çizelge 4). Nitekim Wershten ve Sevink (1978), bu oranda alta doğru oluşacak bir azalmanın silisyumun alta doğru yıkanmakta olduğunu ve bir kil hareketi sonucunda kil illuviyasyonunun varlığını gösterdiğini belirtmektedir. Ruxton, (1968)'e göre ise söz konusu oranın sifıra doğru yaklaşması ayrışma derecesinin arttığını işaret etmektedir.

Bazlar/R₂O₃ oranı 0-10 arasında değişmekte olup toprakta ayrışma arttıkça bu değer azaldığı bilinmektedir. Nitekim yürütülen çalışmada, incelenen 2 toprak profilinin bazlar/R₂O₃ oranına bakıldığında en düşük oranın 0,77 ile P2'nin Bt horizonuna ait olduğu görülmektedir. Aynı horizonun CIA ve PIA değerlerinin diğer tüm horizonlardan yüksek olması ile bazlar/R₂O₃ oranının düşük olması birbirini doğrulamakta ve bu profiledeki ayrışmanın diğer profillere göre biraz daha yüksek olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışma alanındaki toprak profillerinin yüzey horizonlarına ait yarayışlı azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro besin elementi miktarları incelendiğinde, yarayışlı azot (N) içerikleri P1 de çok fakir, P2 de ise orta seviyede belirlenmiştir (Sillanpaa, 1990). Yarayışlı fosfor (P) ise 1 nolu profilde çok yüksek, 2 nolu profilde ise az olarak belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtseven, 1995). Yarayışlı potasyum (K) 1 ve 2 nolu profillerde orta miktarda belirlenmiştir.

Toprak Taksonomisine göre P1 Lithic Haploxerepts, P2 Lithic Mollic Haploxeralfs olarak sınıflandırılmıştır. Referans toprak gruplamasına göre (WRB) P1 *Endoleptic Cambisols*, P2 ise *Leptic Luvisols* olarak sınıflandırılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada granitik kayalar üzerinde ve farklı topoğrafyada yer alan 2 toprak profilinin oluşumunda katenasal etkinin (topoğrafya) önemli rol oynadığı görülmüştür. Ondüneli bir topoğrafyada yer alan P1'e göre daha düz - çukur bir topoğrafik konumda oluşan P2 profilinde nem içeriği ve organik madde içeriği daha yüksek olup toprak reaksiyonu daha asidiktir. Bunun yanında P2 de bir agillik horizon oluşumu gözlenirken P1 de bir kambik horizon oluşabilmiştir. Dolayısıyla aynı coğrafi bölgede ve benzer ana materyal ve iklimde oluşmuş iki toprak profilinde, topoğrafik farklılıkların toprak drenajını, horizon dizilimini ve toprak özelliklerini etkilediği, bunun sonucunda söz konusu toprak profillerinin farklı ordolarda sınıflandırılmalarına neden olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, yapılacak bu tür çalışmalarda topoğrafya ve drenaj koşulları (katena) göz önünde bulundurulmalıdır.

Teşekkür: Birinci yazarın ÇOMÜ Lisansüstü Enstitüsü Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilen bu çalışmaya; FYL-2018-2672 numaralı proje kapsamında destek veren Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, araştırmanın majör oksit analizlerini gerçekleştiren MTA Genel Müdürlüğüne, XRD ve SEM analizlerini yapan ÇOMÜ ÇOBİLTUM personeline teşekkürü bir borç biliriz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Kaynaklar

- Allison, Ira S., Palmer, D. F., 1980. Geology. The science of a changing earth. ISBN0.07.001121.4(pbk).p.557, ABD.
- Anonim, 2022. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/canakkale/ezine-19344/> (17.08.2022). Ezine ilçesi 1991-2021 yılları arası iklim tablosu
- Başaran, A.E. ve Güngör, Y., 2009. Kestanbol granit sütun ocakları. restorasyon ve konservasyon çalışmaları dergisi. Dergipark, (3):41-48.
- Birkeland, P.W., 1999. Soils and Geomorphology, 3rd ed. Oxford Univ. Press, New York.
- Bouyoucos, G.S., 1951. Recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soil agron. jour. No:43.
- Bremner, J.M., 1996. Nitrogen-total. Method of soil analysis. Part 3. Chemical methods-SSSA Book series no.5.Chap. 37.
- Buol, S.W., Hole, D., McCracken, Southard, R.J. 1997. Soil genesis and classifications. Iowa State Univ. Press/Ames. ISBN:0-8138-1464-2 p.527.
- Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleo weathering conditions and provenance. Geology 23, 92 1-924.
- Harris, W. and White, G.N., 2008. X-Ray diffraction techniques for soil mineral identification. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. In: Ulery, A.L. and Drees, L.R. Ed, Method of Soil Analysis. Part 5. Mineralogical Methods. SSSA Book Series, no.5.
- IUSS Working Group, WRB., 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources. FAO, Rome. Reports No. 106.
- Joffe, J.S., 1949. Pedology publication. The somerset press inc. Newjersey.
- Kantarci, M.D., 1981. Kuzey Trakya Orman yetişme bölgesinde granit anataşı üstündeki bir toprak katenasının analitik olarak incelenmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, cilt 31, sayı 1.

- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature* (299): 715 -717
- Olsen, S.R. ve Sommers, E.L., 1982. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Ruxton, B.P., 1968. Measures of the degree of chemical weathering of rocks. *Journal of Geology* (76): 518-527
- Sağlam M.T., 2008. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. *Tekirdağ NKÜ Zir. Fak. Yay No: 2*, 154 S.
- Schlichling E., Blume H.P., 1966, *Bodenkundliches Praktikum*, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Soil Science Society of America Book Series no.5, pp.961-1010.
- Sillanpaa, M., 1990. Micronutrient assessment at the country level: A global study. *FAO Soils Bulletin* 63. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Sivrikaya, G. ve Ekinci, H., 2021. Suluca (Lapseki-Çanakkale) Katenasında Toprak Özellikleri ve Taksonomik Değişim. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2021: 9 (1): 163–177 ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826 doi: 10.33202/comuagri.887265163
- Soil Survey Staff., 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. p.337.
- Soil Science Division Staff, 2017. *Soil survey manual*. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.
- USDA, 1954. U.S. Salinity Laboratory Staff..*Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. No.60.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N., 1995. *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66.
- Verstraten J.M. and Sevink J., 1978. Clay soils on limestone in south Limburg, The Netherlands, 2. *Weathering. Geoderma*, 21(4), 269-280.
- White, G.N., 2008. *Scanning Electron Microscopy*. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. In: Ulery, A.L. and Drees, L.R. Ed, *Method of Soil Analysis. Part 5. Mineralogical Methods*. SSSA Book Series, no.5
- Yiğitbaş, E., 2006. Biga Yarımadası ve Kazdağlarının Jeolojisi. *ÇOMÜ, Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl.* <http://www.slideshare.net/serdaraksoy/jeoloji-yigitbas-2006>.

Araştırma Makalesi/Reserach Article

Sulama Düzeyinin Zeytin Ağaçlarında Stoma İletkenliğinin Günlük ve Mevsimlik Değişimine Etkisi

Ongun Uçkay¹  Erhan Akkuzu^{1*} 

¹ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100 Bornova İzmir, Türkiye.

*Sorumlu yazar: erhan.akkuzu@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.04.2021

Kabul Tarihi: 23.11.2022

Öz

Çalışma; 2018 yılında, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, yetişkin zeytin ağaçlarında (*Olea europea* L. ‘Memecik’) yürütülmüştür. Çalışmada, tam sulama konusunda topraktan eksilen nemin dikkate alındığı farklı sulama düzeylerinde (K1= susuz (yağışa dayalı), K2=%100 ET (Tam), K3= %66 ET ve, K4= %33 ET) zeytin ağaçlarında sulama öncesi ve sulama sonrası stoma iletkenliği (g_s)’nin mevsim içindeki değişimleri izlenmiştir. Ayrıca gün içerisinde değişimi ortaya koymak amacıyla yağışa dayalı (K1) ve kontrol (K2) konularında dönem içerisinde 4 farklı günde iki saat arayla stoma iletkenliği (g_s) ölçümleri yapılmıştır. Çalışma süresince konulara uygulanan sulama suyu miktarı 0 ile 904 mm arasında, bitki su tüketim değerleri ise 132 ile 894 mm arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada sulama öncesi stoma iletkenliği verilerinin sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konuları için sırasıyla 179.6, 275.6, 250.2 ve 242.4 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ olarak bulunmuştur. Sulama sonrası stoma iletkenliğinin sezon ortalamaları ise K2, K3, K4 konuları için sırasıyla 330.7, 293.4 ve 242.7 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen verilere göre, stoma iletkenliği değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sulama seviyesi azaldıkça stoma iletkenliği de azalmıştır. Çalışma sonucunda, zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde, stoma iletkenliği (g_s) ölçüm değerlerinin kullanılabileceği ifade edilebilir. Gün içerisinde stoma iletkenliği değişimlerine bakıldığında ise, K2 ve K1 konuları arasındaki en büyük fark diğer bir ifadeyle stresin en belirgin olarak gözlemlendiği saatler sıcaklığın da en yüksek olduğu 14:00 civarıdır. Sıcaklık artışıyla birlikte bitkiler su stresi koşullarında stoma açıklığını azaltmaktadır. Bu durumda gün içerisinde bu saatlerde yapılacak stoma iletkenliği ölçümlerinin stresi ayırt etmede daha başarılı olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklığa dayanıklılık, su stresi, yaprak porometresi, fizyoloji, transpirasyon.

Effects of Irrigation Level on Diurnal and Seasonal Variations of Stomatal Conductance in Olive Trees

Abstract

The study was carried out in the mature olive trees (*Olea europea* L. ‘Memecik’) at Bornova Olive Research Institute in 2018. In this study, changes in stomatal conductance (g_s) before and after irrigation throughout the season were observed in olive trees under different irrigation levels (K1=rain-fed, K2=100%ET (full), K3=66%ET ve, K4=33%ET) according to water deficit in the root zone of full irrigation treatment. In addition, stomatal conductance (g_s) measurements were performed on rainfed (K1) and control (K2) treatments every two hours on 4 different days during the period to monitor variations in stomatal conductance during the day. In this study, irrigation water requirement was ranged from 0 to 904 mm, evapotranspiration (ET_a) varied from 132 to 894 mm. In the study, the seasonal averages of pre-irrigation stomatal conductance were found to be 179.6, 275.6, 250.2 and 242.4 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ for K1, K2, K3 and K4, respectively The seasonal averages of post-irrigation stomatal conductance were found to be 330.7, 293.4, and 242.7 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ for K2,K3 and K4, respectively. According to the data obtained in this study, the difference between the stomatal conductance values were statistically significant. As a result of the study; it can be said that stomatal conductance (g_s) measurement values can be used to determine water stress in olive trees. During the day, the most prominent stress is observed around 14:00 when the temperature is highest. When temperature was increased, the plants close their stomata under water stress condition. In other words, it can be said that stomatal conductance measurements to be made at these hours during the day will be more successful in determining stress.

Keywords: Drought resistance, water stress, leaf porometer, physiology. transpiration.

Giriş

Ağaç varlığı ve üretim açısından dünyada önemli bir yeri olan Türkiye’de, zeytin alanlarının önemli bir kısmı sulanmamakta, yetiştiricilik yağışa dayalı yapılmaktadır. Bununla birlikte zeytin yetiştiriciliğinde sulama uygulamalarında son dönemde ciddi bir artış görülmektedir. Zeytin tarımında sulamanın önemi gittikçe artmakla birlikte su kıtlığı tüm dünyada olduğu gibi Akdeniz Havzasında da önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Su kaynağının kıt olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun etkin kullanımı açısından sulamanın doğru bir şekilde yapılmasına olan ihtiyaç, araştırmacıları sulama programlamasında yeni teknolojilerin geliştirilmesi yönünde teşvik etmiştir. Bu amaçla, bitkideki su stresini de ortaya koyan bitkiye dayalı ölçümlerin kullanıldığı birçok yöntem geliştirilmiştir. En yaygın olarak kullanılan yöntemlerden; geleneksel ve otomasyona uygun olmayan yöntemler, yaprak veya ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği, ve fotosentez ölçümü iken, sürekli ve otomatik ölçümü mümkün kılan yöntemler ise özsu akışı, gövde çapı ve yaprak turgoru gibi ölçümlerdir (Fernández ve Cuevas, 2010; Fernández 2017).

Bitkilerin su stresi koşullarında verdikleri en önemli tepkilerden biri bitki yapraklarında yer alan stomalarını kapatarak transpirasyonla meydana gelen su kaybını azaltmalarındır. Stoma direncini ya da tersi olan stoma iletkenliğini yaprak su içeriğinden daha çok toprağın su içeriği belirler (Taiz ve Zeiger, 2008). Toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca suyun hareketi tamamıyla evapotranspirasyon (ET)’un kontrolü altında olup bitkideki su hareketinde tahrik eden güç transpirasyondur. Suyun topraktan bitkiye, bitkiden atmosfere taşınması basınç gradyeni sonucunda meydana gelmekte, su azalan su potansiyeli doğrultusunda hareket etmektedir (Blum, 2011). Toprakta bitkiden meydana gelen evapotranspirasyonu karşılayacak düzeyde su bulunduğu toprak-bitki-atmosfer boyunca suyun hareketi olağan şekilde devam etmekte, herhangi bir düzenlemeye gerek duyulmamaktadır. Yüksek evaporatif talep ve azalan toprak nem içeriği durumunda ise, toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca su potansiyelinde azalma meydana gelmektedir. Ayrıca topraktaki nem azalması sonucu toprakta ve toprak- bitki kök yüzeyinde hidrolik dirençte bir artış meydana gelmektedir. Bu artış çoğu ağaç türünde stomalarda kapanmaya ve bunun sonucunda transpirasyonda ve CO₂ asimilasyonunda azalmaya yol açar (Breda ve ark., 2006; Çakır, 2015). Su stresini belirlemek için stoma iletkenliğinin kullanıldığı durumlarda stoma açıklığının maksimum olduğu saatlerde ölçülen stoma iletkenliği (g_{smax}) değerleri kullanılmaktadır. Stoma iletkenliğinin günlük dinamiklerinin bilinmediği bir türle çalışırken, g_{smax}’ın ölçülmesi gereken zamanı belirlemek için önceden günlük stoma iletkenliği eğrilerinin oluşturulması gerekmektedir (Fernández, 2017).

Zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde stoma iletkenliğinin kullanılabilirliği üzerine birçok çalışma ortaya konulmuştur (Giorio ve ark., 1999; Masmoudi ve ark., 2010; Pouyafard ve ark., 2016; Ahumada-Orellana ve ark., 2019). Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerden biri olan Memecik çeşidinin, farklı su kısıtı düzeyinde, su stresine karşı tepkilerinin stoma iletkenliği ölçümleri ile izlenmesi ve söz konusu ölçümlerin zeytinde sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma; 2018 yılının Mayıs ve Ekim ayları arasında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı; Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova Üretim ve Araştırma Sahası içerisindeki açık alanda yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı alanın, enlem derecesi 38° 27’07” N, boylam derecesi ise 27° 12’ 02” E dir. Çalışma alanının toprakları tınlı bünyeye sahiptir.

Araştırmanın yürütüldüğü Mayıs ve Ekim ayları için uzun yıllık ortalama sıcaklık değerleri 27.9 ve 18.8 °C arasında, uzun yıllık ortalama yağış değerleri ise 4.2 ve 44.9 mm arasındadır. Denemenin gerçekleştirildiği Mayıs-Ekim döneminde 145 mm yağış düşmüştür (MGM, 2018).

Araştırmada kullanılan Memecik (*Olea europea* L. ‘Memecik’) zeytin çeşidi, Ege Bölgesi’nde en yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinden birisi olup kuraklığa dayanıklıdır. Kullanım alanları yağlık zeytin ve sofralık olarak değerlendirilir. Meyve özellikleri olarak, meyveler iri olup 1 kilogramdaki meyve sayısı 209 tanedir. Memecik zeytinde meyve et oranı %88.8, yağ oranı %24.5 dir (Canözer, 1991).

Araştırmada damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi pompa, kontrol birimi, ana boru, manifoldlar, lateraller, ve basınç düzenleyici damlatıcılardan meydana gelmektedir.

Damla sulama sisteminde kullanılan damlatıcıların debisi 8 litre saat⁻¹'dir. Lateral ve damlatıcı aralığı 90 cm olup lateraller her ağaç sırasının iki yanına lateral yerleştirilmiştir.

Yöntem

Çalışma Bornova Zeytin Araştırma Enstitüsünde, 7 x 5 m olarak dikimi yapılmış ve yetişkin durumdaki memecik çeşidi zeytin ağaçlarında gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört sulama konusu (K1, K2, K3, K4), üç tekerrürlü ve her tekerrürde üç ağaç, her bir sulama konusunda ise dokuz ağaç bulunacak şekilde düzenlenmiştir. Konular;

K1: hiç sulanmayan, yağışa dayalı,

K2: 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin tarla kapasitesine (%100) getirilmesi,

K3: K2 konusunda uygulanan su miktarının %66'sının uygulanması,

K4: K2 konusunda uygulanan su miktarının %33'ünün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı

Her deneme konusuna ait bitki su tüketim miktarları, su dengesi yöntemine (James, 1988) göre aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Bu amaçla, nem ölçümleri 0-90 cm toprak katmanında gravimetrik yöntem ile 15 günlük dönemlerde yapılmıştır. En fazla suyun uygulandığı K2 konusunda 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nem tarla kapasitesine getirildiğinden ve damla sulama yöntemi kullanıldığından derine sızma kaybının olmadığı kabul edilmiştir.

$$ET = I + P - D - R \pm \Delta s \quad (1)$$

Eşitlikte;

ET = Evapotranspirasyon (mm), I = Sulama suyu (mm), P = Yağış (mm),

D = Derine sızma (mm), R = Yüzey akış (mm), Δs = İki örnekleme arasındaki nem değişim (mm)'dir

Sulama suyu miktarı (K1 konusu hariç), K2 konusunda toprağın 0-90 cm seviyesindeki kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, ıslatma yüzdesi ve konuya ilişkin katsayıların çarpılmasıyla belirlenmiştir. Ağaçlara verilen sulama suyu miktarı her konunun başındaki manifoldlara bağlı su sayaçları ile ölçülmüştür. Basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanıldığı için kayıplar yok sayılmış su uygulama randımanı %100 kabul edilmiştir.

Stoma iletkenliği ölçümü

Stoma iletkenliğini ölçmek için Yaprak Porometresi (DECAGON SC-1) kullanılmıştır (Bengal ve ark., 2009). Ölçümler tüm konularda olmak üzere temmuz - eylül döneminde, her hafta sulama öncesi ve sulama sonrası günde, saat 12:00 ve 14:00 arasında yapılmıştır. Ayrıca stoma iletkenliğinin gün içerisindeki değişimini ortaya koyabilmek için temmuz ve ağustos ayı içerisinde dört farklı günde K1 ve K2 konularında 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 ve 18:00 saatlerinde ölçümler yapılmıştır. Stoma iletkenliği ölçümleri; difüzyon yaprak porometresi yardımıyla, bütün konulardan her bir tekerrürde 3 ağaçtan, her ağacın güney tarafına bakan, güneş gören, yerden yaklaşık 2 metre yükseklikte bulunan sürgünlerdeki gelişimini tamamlamış 5 yapraktan yapılmıştır.

İstatistik Analizler

Yapılan çalışmada toplanan tüm parametreler, sulama konuları arasında fark olup olmadığını anlamak için varyans analiziyle değerlendirilmiş, eğer farklar önemli ise hangi konular arasında fark olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

Bulgular ve Tartışma

Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Gereksinimi

Çalışmada sulama uygulamalarına 14 Haziran 2018 tarihinde başlanmış, 28 Eylül 2018 tarihinde ise bitirilmiştir. Konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Table 1. Total irrigation water (I,mm) and seasonal evapotranspirations (ETa,mm) values of treatments.
Çizelge 1. Konulara göre uygulanan toplam sulama suyu (I, mm) ve bitki su tüketim değerleri (ETa, mm).

	K1	K2	K3	K5
I	0	904	603	302
ETa	132	894	638	376

Çalışmada 2018 yılında dört farklı sulama konusuna uygulanan sulama suyu miktarları 0-904 mm arasında değişmiştir. Sulama suyu ve bitki su tüketimi, bitki gelişme döneminin 1 Haziran-30 Eylül dönemi için hesaplanmıştır. Eylül ayının sonunda yapılan son sulama ile verilen suyun bir kısmı ekim ayı içerisinde bitki tarafından kullanılmıştır. Çalışmada sulama konularının bitki su tüketimi miktarları ise 132-894 mm arasında değişmiştir (Çizelge 1). Sulama konuları arasında bitki su tüketiminin en yüksek olduğu konu K2, en düşük olduğu konu K1 olarak bulunmuştur.

Ertem (2018), sulama konularını K1(%0 susuz), K2 (kontrol, %100 ETc), K3(%66 ETc) ve K4(%33 ETc) olarak belirlediği çalışmada, konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarının 0-912 mm, bitki su tüketimi miktarının ise 91- 851 mm arasında değiştiğini ifade etmiştir. Çakır (2015) tarafından, Memecik çeşidinde farklı sulama koşullarında, bitki su tüketimi ve stoma iletkenliği değerinin zamansal olarak değişimini irdelemek amacıyla beş farklı sulama dozu uygulanan çalışmada, sulama suyu miktarları 0-814 mm arasında, mevsimlik bitki su tüketim değerleri ise 128-785 mm arasında değişkenlik göstermiştir. Çalışmanın sonuçları bu çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Stoma iletkenliği (g_s)'nin sezon içi değişimi

Sulama sezonu boyunca, sulama öncesi ortalama stoma iletkenliği değerlerinin sezon içerisindeki değişimi Şekil 1'de, sulama sonrası ortalama stoma iletkenliği değerlerinin değişimi ise Şekil 2' de verilmiştir.

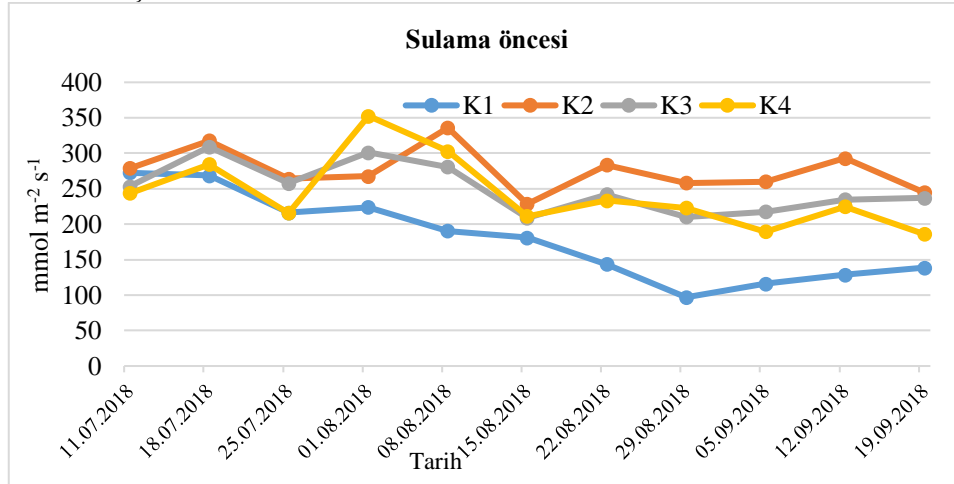


Figure 1. The seasonal variation of stomatal conductance (g_s) for each treatment before irrigation ($mmol m^{-2} s^{-1}$).

Şekil 1. Konulara göre sulama öncesi stoma iletkenliği (g_s) değerlerinin sezon boyunca değişimi ($mmol m^{-2} s^{-1}$).

Memecik türü zeytin ağaçlarında, sulama öncesi ölçülen stoma iletkenliği değerleri konulara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Stoma iletkenliği değerleri, K1 konusunda 96.9- 272.4 $mmol m^{-2} s^{-1}$ arasında, K2 konusunda 228.4-335.9 $mmol m^{-2} s^{-1}$ arasında, K3 konusunda 208.8- 308.9 $mmol m^{-2} s^{-1}$ arasında, K4 konusunda 185.7- 352.6 $mmol m^{-2} s^{-1}$ arasında değişmiştir. Ayrıca tüm konuların stoma iletkenliği değerinin sulama öncesi sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konularında sırasıyla 179.6, 275.6, 250.2 ve 242.4 $mmol m^{-2} s^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak en düşük değerler K1 konusunda, en yüksek değerler ise K2 ve K3 konularında bulunmuştur.

Memecik türü zeytin ağaçlarında, sulama sonrası ölçülen stoma iletkenliği değerleri konulara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Stoma iletkenliği değerleri, K1 konusunda 97.4-327.9 $mmol m^{-2} s^{-1}$ arasında, K2 konusunda 244.1-478.4 $mmol m^{-2} s^{-1}$ arasında, K3 konusunda 215.9-414 $mmol m^{-2} s^{-1}$

arasında, K4 konusunda $184.7-376.3 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ayrıca tüm konuların stoma iletkenliği değerinin sulama sonrası sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konularında sırasıyla 181.3, 330.7, 293.4 ve $242.7 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak en düşük değerler K1 konusunda, en yüksek değerler ise K2 konusunda bulunmuştur.

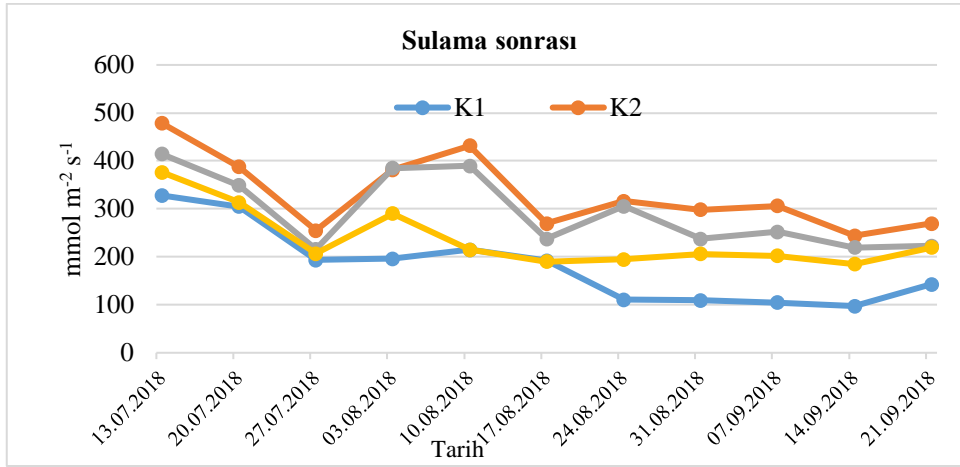


Figure 2. The seasonal variation of stomatal conductance (gs) values for each treatment after irrigation ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Şekil 2. Konulara göre sulama sonrası stoma iletkenliği (gs) değerlerinin sezon boyunca değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama öncesi stoma iletkenliği değerleri arasında temmuz ayının ortasından ağustos ayının ortasına kadar istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 2). Ağustos ayının ortasından sezon sonuna kadar konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Sulama sonrası stoma iletkenliği değerleri arasında varyans analizi sonuçlarına göre, temmuz ayından sezon sonuna kadar üç ölçüm istisna olmak üzere konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (Çizelge 3).

Ertem (2018), Memecik çeşidinde farklı sulama konularının stoma iletkenliği üzerine etkilerini görmek için ölçüm yapmıştır. Bitki su tüketiminin K1 %0, K2 %100, K3 %66 ve K4 %33 olarak sulama suyu verilmiştir. K1 konusundaki ağaçların stoma iletkenliği değeri 60.95 ile $428.24 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ arasında, K2 konusunda 288.11 ile $458.27 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ arasında, K3 konusunda 264.22 ile $448.44 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ arasında, K4 konusunda 188.12 ile $385.80 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ arasında değişmiştir. Stoma iletkenliği değerlerinin sulama sezonu ortalamaları, K1 konusunda $293.8 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, K2 konusunda $382.6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, K3 konusunda $371.5 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, K4 konusunda $293.6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Çakır (2015), Bornova koşullarında Memecik çeşidinde farklı sulama koşullarında, stoma iletkenliği değerinin değişimini gözlemlemek için beş farklı sulama dozu uygulamıştır. Sulama konularını, K1 (%0) susuz; K2 (%100) 5 günde bir 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama yapılması; K3(%33) K2 konusunun %33'ü; K4 çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50' sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması; ve K5 çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ dolumu aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %25'ini dikkate alarak 3 kez sulanması olarak belirlemiştir.

Table 2. Average stomatal conductance values of treatments before irrigation in olive trees throughout the season in 2018 (mmol m⁻² sn⁻¹).Çizelge 2. 2018 yılında zeytin ağaçlarında sulama öncesi konulara göre ortalama stoma iletkenliği değerleri (mmol m⁻² sn⁻¹).

KONU	TARİHLER											ORT.
	11.07.2018	18.07.2018	25.07.2018	01.08.2018	08.08.2018	15.08.2018	22.08.2018	29.08.2018	05.09.2018	12.09.2018	19.09.2018	
K1	272.4 n.s	268.4 n.s	216.0 n.s	223.8 n.s	190.4 n.s	181.0 n.s	143.6 (c)	96.9 (b)	116.0 (c)	128.8 n.s	138.4 (b)	179.6
K2	278.7 n.s	317.9 n.s	264.0 n.s	267.8 n.s	335.9 n.s	228.4 n.s	283.3 (a)	258.2 (a)	260.0 (a)	292.9 n.s	244.5 (a)	275.6
K3	253.3 n.s	308.9 n.s	257.5 n.s	301.0 n.s	280.6 n.s	208.8 n.s	242.0 (ab)	210.4 (a)	217.7 (b)	234.8 n.s	237.1 (a)	250.2
K4	243.6 n.s	284.5 n.s	215.8 n.s	352.6 n.s	302.8 n.s	211.4 n.s	233.2 (b)	222.9 (a)	189.5 (b)	224.6 n.s	185.7 (ab)	242.4

Table 3. Average stomatal conductance values of treatments after irrigation in olive trees throughout the season in 2018 (mmol m⁻² sn⁻¹).Çizelge 3. 2018 yılında zeytin ağaçlarında sulama sonrası konulara göre ortalama stoma iletkenliği değerleri (mmol m⁻² sn⁻¹).

KONU	TARİHLER											ORT.
	13.07.2018	20.07.2018	27.07.2018	03.08.2018	10.08.2018	17.08.2018	24.08.2018	31.08.2018	07.09.2018	14.09.2018	21.09.2018	
K1	327.9 (c)	304.8 (n.s)	193.6 (n.s)	196.2 (c)	214.7 (c)	191.8 (b)	110.9 (c)	109.4 (c)	104.8 (d)	97.4 (c)	142.6 (c)	181.3
K2	478.4 (a)	387.6 (n.s)	254.5 (n.s)	381.9 (a)	431.9 (a)	269.2 (a)	316.4 (a)	298.3 (a)	306.0 (a)	244.1 (a)	269.2 (a)	330.7
K3	414.0 (b)	348.9 (n.s)	215.9 (n.s)	384.6 (a)	389.5 (a)	237.3 (a)	305.3 (a)	237.4 (b)	252.1 (b)	219.4 (a)	222.6 (b)	293.4
K4	376.3 (b)	313.8 (n.s)	206.7 (n.s)	290.1 (b)	286.6 (b)	190.0 (b)	194.5 (b)	206.1 (b)	201.9 (c)	184.7 (b)	219.4 (b)	242.7

p ≥ 0.05 ns: önemsiz p < 0.05 önemli

^{a,b,c} Stoma iletkenliği değerleri duncan testine göre sınıflandırılıp, ayrı sınıflardaki konular küçük harfle gösterilip, farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmektedir.^{a,b,c} Values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05

Araştırmacı, stoma iletkenliği sezon ortalamasını, K1 konusu için $238.48 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K2 konusu için $500.62 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K3 konusu için $347.36 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, K4 konusu için $330.03 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve K5 konusu için $281.22 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ hesaplamıştır.

Pouyafard ve ark. (2016), Bornova koşullarında Ayvalık zeytin fidanlarında farklı sulama düzeylerinin stoma iletkenliği üzerine etkisini izlemek için sulama konularını bitki su tüketiminin %100 (I_{100}), %66 (I_{66}), %33 (I_{33})'ü ve susuz konusu (I_0) olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, sezon boyunca ölçülen stoma iletkenliği değerlerinin ortalamasını I_{100} konusu için $645.12 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, I_{66} konusu için $431.24 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, I_{33} konusu için $324.92 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ ve I_0 konusu için $37.62 \text{ mmol m}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ olarak hesaplamışlardır.

Masmoudi ve ark. (2010) kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında yaptıkları çalışmada stoma iletkenliğini ve gün ortası yaprak su potansiyelini incelemişlerdir. Araştırmacılar yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Kontrol konusunda yaprak su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında polinomial bir ilişki olduğunu ve optimum stoma iletkenliğinin $450 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve optimum yaprak su potansiyelinin -2.5 MPa olduğunu açıklamışlardır. Moriana ve ark. (2003) Cordoba'da farklı kısıtlı sulama koşullarında 18 yaşlı zeytin ağaçlarında stoma iletkenliğini izledikleri çalışmada kontrol konusunda stoma iletkenliği değerlerinin $150-500 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değiştiğini ve yaz aylarında yükseldiğini bildirmiştir. Çalışmanın sonuçları bu çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Sulama sonrası stoma iletkenliği değerleri incelendiğinde K2 konusu dahil tüm konularda azalma eğilimi gözlenmektedir (Şekil 2). Her ne kadar stoma iletkenliği üzerinde toprak nem içeriğinin etkisi olmakla birlikte, osmotik düzenlemeler, ksilem hidrolik iletkenlik, buhar basıncı açığı, yaprak içi ve dışı faktörler arasındaki etkileşim gibi faktörlerin de stoma iletkenliği üzerinde etkisi bulunmaktadır (Fernández 2014).

Çalışmada tam sulama konusu (K2)' na ait stoma iletkenliği değerleri ile buhar basıncı açığı (VPD) arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda ($r = 0.65$) aralarında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Şekil 3). Buhar basıncı açığı arttıkça stoma iletkenliğinin de arttığı belirlenmiştir.

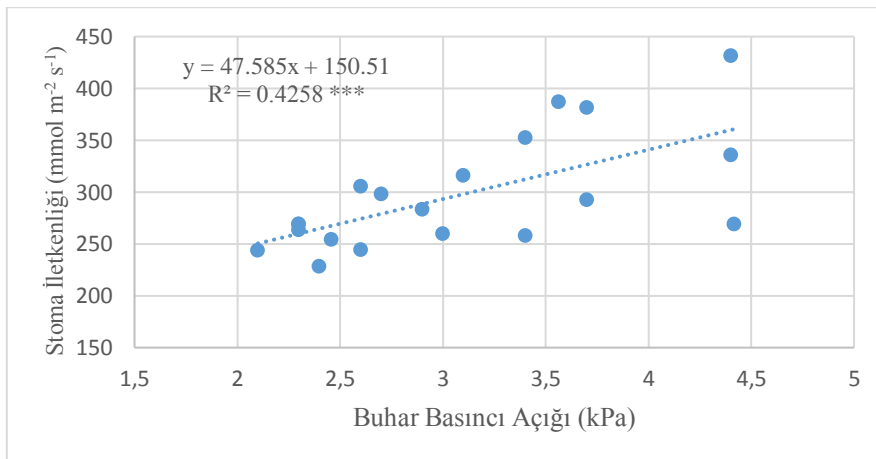


Figure 3. The Response of stomatal conductance ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) to VPD (kPa) for treatment K2.

Şekil 3. K2 konusuna ait stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) değerleri ve VPD (kPa) arasındaki ilişki.

Stoma iletkenliği (g_s)'nin gün içerisinde değişimi

Zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konusu için stoma iletkenliği değerlerinin 11 Temmuz 2018 tarihinde gün içerisindeki değişimi Şekil 4'te verilmiştir. K1 konusu stoma iletkenliği değerleri $183.55- 291.97 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında ortalama stoma iletkenliği değeri $238.80 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri $178.15- 320.61 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında ve ortalama stoma iletkenliği değeri $243.41 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Her iki konuda da stoma iletkenliği sıcaklık artışına paralel olarak gün ortasına doğru yükselmiş daha sonra ise düşmüştür.

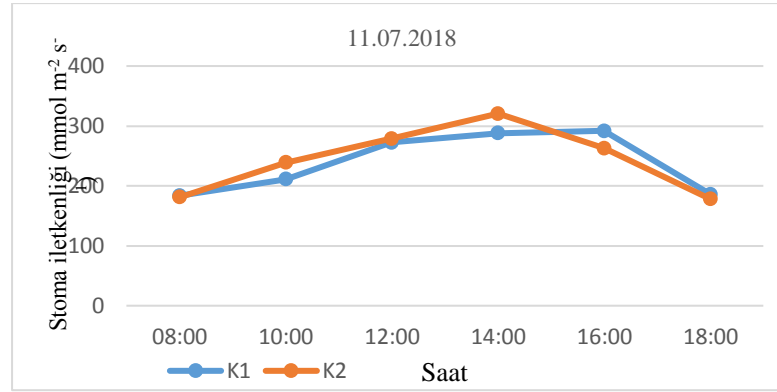


Figure 4. Diurnal variations of stomatal conductance (gs) for treatment K1 and K2 on 11.07.2018 ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Şekil 4. 11.07.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konusu için stoma iletkenliği değerlerinin 25 Temmuz 2018 tarihinde gün içi değişimi Şekil 5’de verilmiştir. K1 konusunda stoma iletkenliği değerleri 173.98-258.37 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama stoma iletkenliği değeri 221.71 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ bulunmuştur K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri 182.24-299.31 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ortalama stoma iletkenliği değeri 266.26 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Her iki konuda da en yüksek değerler saat 14:00 de en düşük değerler ise 18:00’da ölçülmüştür. Hava sıcaklığındaki artışla paralel transpirasyon artmış, sıcaklıktaki azalışla beraber transpirasyon azalmıştır.

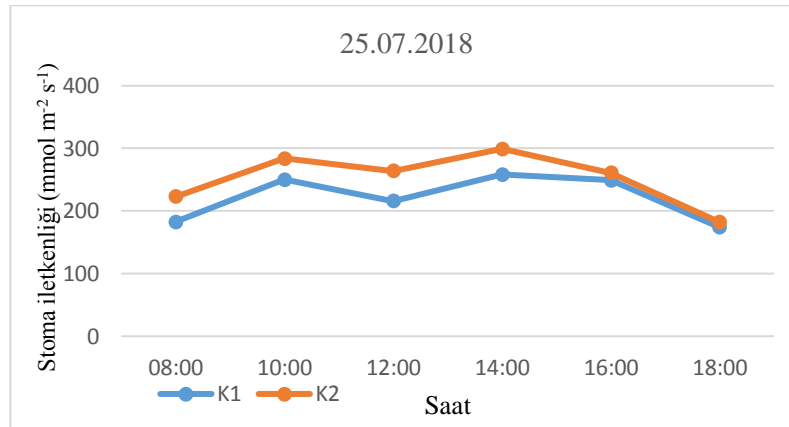


Figure 5. Diurnal variations of stomatal conductance (gs) for treatment K1 and K2 on 25.07.2018 ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Şekil 5. 25.07.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Zeytin ağaçlarında K1 ve K2 konusu için stoma iletkenliği değerlerinin 08 Ağustos 2018 tarihinde gün içi değişimi Şekil 6’da verilmiştir. K1 konusu stoma iletkenliği değerleri 168.43-275.47 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiş ortalama stoma iletkenliği değeri 205.94 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olmuştur. K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri 244.75-360.05 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama stoma iletkenliği değeri 304.23 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. K2 konusunda stoma iletkenliği gün içerisinde sıcaklık artışına paralel saat 14:00’a kadar artmış daha sonra düşmüştür. K1 konusunda ise gün ortasında stomaların kapanması nedeniyle en düşük değer ölçülmüştür, iki konu arasındaki fark en yüksek değere ulaşmıştır. Bu durumun temel nedeni, toprakta azalan neme karşılık bitkinin tepkisi ile açıklanabilir.

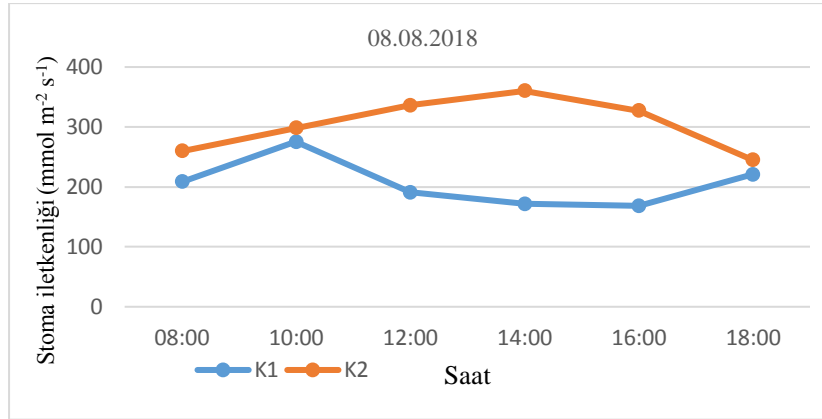


Figure 6. Diurnal variations of stomatal conductance (g_s) for treatment K1 and K2 on 08.08.2018 ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Şekil 6. 08.08.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

K1 ve K2 konularında için stoma iletkenliği değerlerinin 29 Ağustos 2018 tarihinde gün içi değişimi Şekil 7’de verilmiştir. K1 konusu stoma iletkenliği değerleri 54.45-184.74 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama stoma iletkenliği değeri 121.06 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olmuştur.

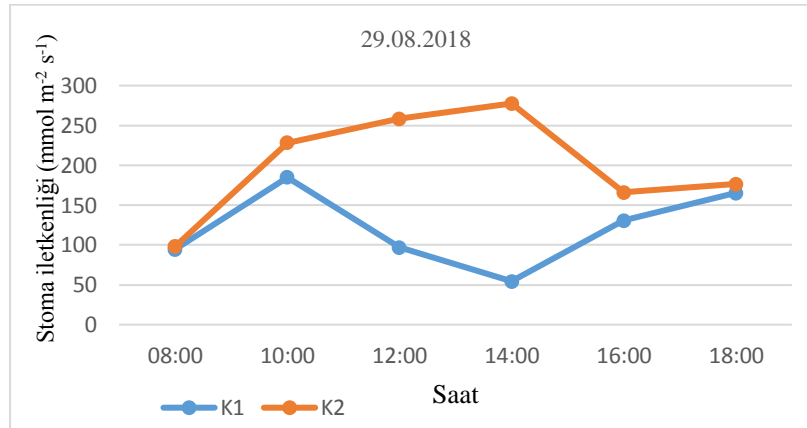


Figure 7. Diurnal variations of stomatal conductance (g_s) for treatment K1 and K2 on 29.08.2018 ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Şekil 7. 29.08.2018 tarihinde K1 ve K2 konularında gün içinde stoma iletkenliği (g_s) değişimi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

K2 konusunda ise stoma iletkenliği değerleri 98.2-277.63 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişmiş ortalama stoma iletkenliği değeri 200.74 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur. K2 konusunda stoma iletkenliği sıcaklığında en yüksek düzeye ulaştığı öğle saatlerinde maksimum seviyelere ulaşırken, K1 konusunda ise en düşük seviyelere düşmüştür. Bu ölçümde de bir önceki tam gün ölçümünde olduğu gibi iki konu arasındaki en büyük fark saat 14:00 ölçümünde gözlenmiştir. Buna göre Memecik zeytin ağaçlarında stresin en belirgin olarak gözlemlendiği gün içi saatlerin 14:00 civarı olduğu söylenebilir.

Lopriore ve ark. (2016), İtalya’da zeytin ağaçlarında farklı sulama uygulamalarında günlük stoma iletkenliği değişimini izlemek için dört farklı sulama konusunu ele aldıkları çalışmada, en yüksek stoma iletkenliği değerlerinin 09:00 ve 12:00 saatleri arasında ve en düşük stoma iletkenliği değerlerini saat 17:00’de olduğunu gözlemlemişlerdir. Gao ve Li (2015), Çin’de elma ağaçlarında stoma iletkenliğinin, mikro meteorolojik faktörlere ve günlük değişime verdiği tepkiyi gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar bulutlu günlerde stoma iletkenliği değerinin düşük olduğunu, en yüksek stoma iletkenliği değerlerinin saat 9:30 ve saat 15:00’de ölçüldüğünü ifade etmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Memecik zeytin ağaçlarında kısıtlı sulamaya bağlı olarak stoma iletkenliğinin sulama öncesi, sulama sonrası ve gün içerisindeki değişimi ortaya konulmuştur.

Su stresinin artışına bağlı olarak stoma iletkenliği verilerinin sulama öncesi sezon ortalamaları, K1, K2, K3 ve K4 konusunda sırasıyla 179.6, 275.6, 250.2 ve 242.4 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Sulama sonrası stoma iletkenliği sezon ortalamaları ise, K1, K2, K3 ve K4 konusunda sırasıyla 181.3, 330.7, 293.4 ve 242.7 mmol m⁻² s⁻¹ olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre, konular arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmiştir. Bu fark, zeytin ağaçlarında su stresinin saptanmasında stoma iletkenliğinin kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Stoma iletkenliğinin gün içerisinde değişimi izlendiğinde stoma iletkenliği değerleri toprak nemine bağlı olarak tam sulama konusunda gün içerisinde sıcaklık artışı ile paralel olarak artmakta, stres konusunda ise azalmaktadır. Gün içerisinde stresin en belirgin olarak gözlemlendiği saatler 14:00 civarındadır. Diğer bir ifadeyle gün içerisinde bu saatlerde yapılacak stoma iletkenliği ölçümlerinin stresi belirlemede daha başarılı olacağı söylenebilir.

Teşekkür: Makale Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yürütülen Ongun UÇKAY'ın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiş 16-ZRF-058 no lu bilimsel araştırma projesinin alt projesi olarak yürütülmüştür. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğüne ve çalışmanın yürütüldüğü Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkürlerimizi sunarız.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ahumada-Orellana, L., Ortega-Farías, S., Poblete-Echeverría, C., Searles, P. S., 2019. Estimation of stomatal conductance and stem water potential threshold values for water stress in olive trees (cv. Arbequina). *Irrigation Science*. 37(4): 461-467.
- Asik, S., Kaya, U., Camoglu, G., Akkuzu, E., Olmez, H. A., Avci, M., 2014. Effect of different irrigation levels on the yield and traits of Memecik olive trees (*Olea europaea* L.) in the Aegean Coastal Region of Turkey. *J. Irrig. Drain. Eng.-ASCE*. 140(8): 04014025.
- Ben-gal, A., Agam, N., Alchanatis, V., Cohen, Y., Yermiyahu, U., Zipori, I., Presnov, E., Sprintsin, M., Dag, A., 2009. Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery. *Irrigation Science*. 27(5):367-376.
- Blum, A., 2011. *Plant breeding for water-limited environments*. Springer, New York.
- Breda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer, E., 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science*, Springer Verlag (Germany). 63 (6):625-644.
- Canözer, Ö., 1991. Standart zeytin çeşitleri kataloğu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı, Mesleki Yayınlar, Seri:16, No:334, Ankara.
- Çakır, T., 2015. Farklı kısıtlı sulama koşullarındaki zeytin ağaçlarında (cv. Memecik) bitki su potansiyeli ve stoma iletkenliğinin zamansal değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 49s.
- Ertem, E., 2018. Kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında özsü akışı ve stoma iletkenliğindeki değişimin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 54s.
- Fernández J.E., 2014. Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environ Exp Bot*. 103:158-179.
- Fernández J.E., 2017. Plant-based methods for irrigation scheduling of woody crops. *Horticulturae*. 3(2):2-37
- Fernández, J.E., Cuevas, M., 2010. Irrigation scheduling from stem diameter variations: A review. *Agricultural and Forest Meteorology*. 150(2): 135-151.
- Gao, Z., Li, Z., 2015. Dynamic simulation of conductance in apple tree canopy. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 8(2): 146-149.
- Giorio, P., Sorrentino, G., d'Andria, R., 1999. Stomatal behaviour, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit. *Environmental and Experimental Botany*. (42): 95-104.
- James, L. 1988. *Principles of farm irrigation system design*. John Wiley and Sons Limited. New York
- Lopriore, G., Gatta, G., Scelsa, D., Storto, M. L., Abatantuono, I., Pati, S., 2016. Water stress, yield and oil characteristics of partial rootzone drying and deficit irrigated very-high density olive orchard (*Olea europaea* L. 'Arbequina'). *Acta horticulturae*. (1112): 87-94.
- Masmoudi, C. C., Ayachi, M.M., Gouia, M., Laabidi, E. F., Reguaya, S., Amor, A.Q., Bousnina, M., 2010. Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes. *Scientia Horticulturae*. 125: 573-578.
- MGM, 2018. İzmir iline ait iklim elemanlarının uzun yıllık ortalama değerleri. *Meteoroloji Gen. Müd. Ankara*.

- Pouyafard, N., Akkuzu, E., Kaya, Ü., 2016. Kıyı Ege koşullarında yetiştirilen Ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi.13(1): 88-98.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki fizyolojisi (Edit. Prof. Dr. İsmail Türkan). Palme Yayıncılık. Ankara.
- Yurtsever, N.,1984. Deneysel İstatistik Metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.



Araştırma Makalesi/Research Article

Portakal Yağının Predatör Akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'e Karşı Toksik Etkisinin Belirlenmesi

İpek Yaşar^{1*}  Sevilay Barut¹  Nazan Behcan¹  Şahin Kök²  İsmail Kasap¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, Çanakkale, Türkiye.

*Sorumlu yazar: ipek.yasar@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.01.2022

Kabul Tarihi: 09.11.2022

Öz

Günümüzde birçok kültür bitkisinde ekonomik zararlara sebep olan İki noktalı kırmızıörümcek [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)]'in mücadelesinde bitkisel ekstraktların kullanımı önemli bir yer almaktadır. Ayrıca bu zararlımın mücadelesinde doğada mevcut faydalı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) aktif olarak kullanılmaktadır. Özellikle tarımsal alanlarda faydalı akarlar ve bitkisel ekstraktların bir arada kullanımı zararlı mücadelesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak bitkisel ekstraktların zararlılar üzerinde olduğu kadar faydalılar üzerindeki etkilerinin araştırılması mücadelenin başarısına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmada akarlar üzerine ruhsatlı olmayan portakal yağının ticari formülasyonunun farklı dozlarda (0.2, 0.4, 0.5 ve 0.6 ml 100 ml⁻¹ su) avcı akar *P. persimilis* ergin dişi bireyleri üzerindeki toksik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma laboratuvar koşullarında, pleksiglass levhalar kullanılarak, fasulye [*Phaseolus vulgaris* (Fabaceae)] yaprakları üzerine yerleştirilen dişi bireylere spreyleme yöntemi uygulanarak 5 tekrarlı olacak şekilde yürütülmüştür. Uygulamadan sonra ölü ve canlı sayımları 1., 24., 48., 72. ve 96. saatlerde yapılmıştır. Çalışma sonucunda *P. persimilis* için en yüksek ölüm oranı 0.6 ml 100 ml⁻¹ su uygulama dozunda %52 ölüm oranıyla 96. saatteki sayımlarda belirlenmiştir. Sonuç olarak uygulanan portakal yağının farklı konsantrasyonlarının avcı akar *P. persimilis* bireyleri üzerinde farklı oranlarda toksik etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Portakal yağı, *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, Toksik etki

Determination of Toxic Effects of Orange Oil against Predator Mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)

Abstract

These days, the use of plant extracts plays an important role in the control of the two-spotted spider mite [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)], which causes economic damage to many cultivated plants. In addition, the beneficial mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) present in nature is actively used in the control of this pest. It is thought that the use of beneficial mites and plant extracts together, especially in agricultural areas, may be effective in pest control. However, investigating the effects of plant extracts on beneficial as well as pests will contribute to the success of the struggle. In this study, it was aimed to determine the toxic effects of commercial formulation of unlicensed orange oil on mites at different doses (0.2, 0.4, 0.5, and 0.6 ml 100 ml⁻¹ water) on adult females of the predatory mite *P. persimilis*. The study was established in laboratory conditions, using plexiglass plates, and spraying on female individuals placed on bean [*Phaseolus vulgaris* (Fabaceae)] leaves, with 5 replications. After the application, dead and live counts were made at the 1st, 24th, 48th, 72nd, and 96th hours. As a result of the study the highest mortality rate for *P. persimilis* was determined in the 96th hour counts with a 52% mortality rate at 0.6 ml 100 ml⁻¹ water application dose. As a result, it was determined that different concentrations of applied orange oil had toxic effects on predator mite *P. persimilis* individuals at different rates.

Keywords: Orange oil, *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, Toxic effect

Giriş

İki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), birçok kültür bitkisinde zarar oluşturan oldukça geniş bir coğrafik alana yayılmış polifag bir türdür (Jeppson ve ark., 1975; Helle ve Sabelis, 1985). *T. urticae*'nin ekonomik açıdan oldukça önemli 150'den fazla konukçu bitkide zarar oluşturduğu bilinmektedir (Reddy ve Dolma, 2017). Bitkide; yaprak, sap ve meyvelerden emgi yaparak, sararma ve renk bozulmasına neden olurken yapraklar üzerinde oluşturduğu yoğun ağ tabakası ile yaprakların kurumasına ve dökülmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise bitkinin fotosentez yapabilme kapasitesini önemli ölçüde azaltmakta ve bitkiyi zayıflatarak meyve oluşumu ve bitki gelişimini engellemektedir (Gorman ve ark., 2001; Zhang, 2003; Reddy ve Kumar, 2006).

İki noktalı kırmızı örümceklerle mücadelede kullanılan alternatif yöntemlerden biri avcı akarların kullanımudur. Özellikle Phytoseiidae familyası içerisinde yer alan predatör akarlar zararlı akarların kontrolünde etkili olmaktadır (Şekeroğlu, 1984; Akyazı ve Ecevit, 2006; Kasap, 2020). Faydalı akarların başında gelen *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) sıklıkla doğada faaliyet göstermekte ve zararlılarla mücadelede aktif bir rol oynamaktadır. Ülkemizde de mevcut olan faydalı akar *P. persimilis*, seralarda *T. urticae*'nin kontrolünde etkili bir biyolojik mücadele ajanıdır ve dünya çapında sera yetiştiricileri tarafından kullanılmaktadır (Lenteren, 2000).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kırmızı örümceklerle mücadelede ilk akla gelen çözüm kimyasal kullanımudur. Ancak akarların yüksek üreme gücü, kısa yaşam süreleri ve sahip oldukları detoksifikasyon yetenekleri ile kimyasallara karşı oldukça kısa sürede direnç geliştirebilmektedirler (Stumpf ve Nauen, 2001; Van Leeuwen ve ark., 2006). Kimyasalların fazla miktarlarda ve uygun olmayan zaman ve dozlarda kullanımı ekolojik dengesizliğe, çevre kirliliğine, insan sağlığına olumsuz etkilere, kalıntı problemlerine ve ekolojik denge için büyük öneme sahip faydalı organizmalar üzerinde de yan etkilere neden olmaktadır (Stumpf ve Nauen, 2002; Kim ve ark., 2004). Zararlılara karşı yoğun ve bilinçsiz olarak kullanılan pestisitler aynı zamanda doğada mevcut birçok faydalı üzerinde de zararlı olmaktadır. Özellikle *T. urticae*'nin önemli avcısı olan *P. persimilis* türlerinin de ölümüne yol açmaktadır (Jeppson ve ark., 1975).

Kırmızı örümceklere karşı; çevreye, doğal düşmanlara ve insan sağlığına zararlı olmayan, türe spesifik olarak kolay üretilip uygulanabilen alternatif savaşım yöntemlerinden biri de bitkisel ekstraktların kullanımudur (Kasap ve Kök, 2019). Bitkisel ekstraktlar zararlı üzerinde fizyolojik etki göstermesi sonucu ölümüne neden olmaktadır (Erdoğan ve Toros, 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalarda bitkisel ekstraktların kullanımları ve tarımsal zararlılar üzerindeki etki çalışmaları sürmektedir (Kasap ve Kök, 2019). Günümüzde 2400 farklı bitkinin zararlılar üzerinde insektisit etki gösterdiği saptanmıştır. Kırmızı örümcekler ile savaşımında ise bu bitkilerden yaklaşık 100 adet türün etkili olduğu ifade edilmektedir (Yang ve ark., 2007). Bitkisel ekstraktlar içerdikleri yağ asitleri ile zararlılar üzerinde hücre duvarlarına hasar vermektedir. Zararlının hücre duvarını örter ve stigmaların kapanmasına neden olur. Bu durumda, zararlının solunumunu engellemekte ve ölümüne sebep olmaktadır (Rechciğl ve Rechciğl 1998; Pehlevan, 2018).

Bitki ekstraktları içerisinde yer alan Portakal yağı, portakal kabuklarının soğuk preslenmesi ile oluşan, ana bileşeninde %90 ve üzeri d-Limonen olan bir biyopestisittir. Bahsi edilen biyopestisitte %5-6 oranında aktif bileşen olarak portakal yağı bulunmaktadır (Isman, 2019). Zararlıların kütikularını kurutan fiziksel bir etki mekanizmasına sahip olan bu biyopestisit; hıyar, patlıcan, domates ve biberde zararlı beyazsineklere (*Bemisia tabaci* (Genn.) ve *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Hemiptera: Aleyrodidae) karşı ruhsatlandırılmıştır (Anonim, 2021).

Bu çalışmada laboratuvar koşullarında, ana bileşeni portakal yağı olan ticari bir insektisit (PREV-AM) farklı konsantrasyonlarının *T. urticae*'nin önemli bir avcısı olan *P. persimilis* üzerine toksik etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Tetranychus urticae üretimi

Phytoseiulus persimilis'in beslenmesi ve üretiminin yapılabilmesi için *T. urticae* bireyleri tarım alanlarından toplandıktan sonra Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Akaroloji ve Sistematik Laboratuvarına ait iklim odasında 25±2°C sıcaklık, %65±10 nem ve 16A:8K ışıklandırma koşullarında yetiştirilen fasulye bitkileri üzerinde yetiştirilmiştir.

Avcı akar, *Phytoseiulus persimilis* üretimi

Çanakkale ilinde patlıcan, biber, fasulye ve domates bitkileri üzerinden toplanan *P. persimilis* popülasyonu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Akaroloji Laboratuvarında *T. urticae* ile bulaştırılmış fasulye ve patlıcan bitkileri üzerinde, 25±2°C sıcaklık, %65±10 nem ve 16A:8K ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında kitle üretimleri yapılmıştır.

Hücrelerin hazırlanması

Denemede kullanılan hücreler; şeffaf renkli, 60 x 45 mm boyutlarında, 3 mm yüksekliğindeki levha üzerine pamuk ve aynı ebatlardaki kurutma kâğıdı yerleştirilmiş ve üzerlerine temiz fasulye [*Phaseolus vulgaris* (Fabaceae)] yaprakları konulmuştur. Ortasında 25 mm çapında açıklık bulunan bir başka pleksiglass levha yerleştirilerek üstüne de zararlının kaçmasını engellemek için üzerinde küçük deliklerin bulunduğu asetat kapatılmıştır. Hazırlanan bu hücreler içerisine, 5 adet avcı akar *P. persimilis* ergin dişi bireyleri ince uçlu bir fırça yardımı ile yapraklar üzerine yerleştirilmiştir. Hazırlanan hücreler içerisinde avcı akar *P. persimilis*'in canlı kalabilmesi ve beslenebilmesi için hücrelerin içerisine *T. urticae*'nin bütün dönemleri bir fırça yardımı ile yapraklar üzerine yerleştirilmiştir.

Biyopestisit dozlarının hazırlanması ve uygulanması

Portakal yağının toksik etkisinin belirlenmesi amacıyla avcı akar *P. persimilis*'in ergin dişi bireyleri üzerine uygulama yapılmıştır. Hazırlanan ekstrakt dozları (0.2, 0.4, 0.5 ve 0.6 ml 100 ml⁻¹ su) saf su ile seyreltilmiş ve fasulye yaprakları üzerindeki bireylere bir el spreyi yardımı ile 30 cm uzaklıktan homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Kontrol hücrelerine ise sadece saf su püskürtülmüştür. Yaprakların canlı kalabilmesi için levhalara yerleştirilen pamuklar saf su ile sürekli ıslak tutulmuştur. Denemeler, kontrol grubu dahil olmak üzere her konsantrasyon için 5 tekerrür olarak yürütülmüştür. Hazırlanan hücreler 25±2 °C sıcaklık, 16:8 fotoperiyot ve %65±10 oransal nem koşullarındaki iklim kabini içerisine yerleştirilmiştir. Uygulamadan sonra canlı ve ölü sayımları 1., 24., 48., 72. ve 96. saatlerde yapılmıştır.

İstatistik analizler

Bu çalışmadan elde edilen tüm veriler Minitab 17 programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Yüzde etki oranları Abbott formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Bu formüle göre Yüzde Ölüm Oranı= [(A-B) / A] (A: Kontrolde canlı birey sayısı, B: Uygulama dozundaki canlı birey sayısı) olacak şekilde kontrolde ortaya çıkan ölüm sayıları ile düzeltilmiştir.

Elde edilen yüzde etki değerlerine tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığı belirlemek amacıyla Tukey Testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, portakal yağının avcı akar *P. persimilis* üzerindeki toksik etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (P<0.05). Analizlerde doz grupları gözlem yapılan her saat dilimi içerisinde kendi aralarında, saat dilimleri de her doz için kendi aralarında ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Buna göre portakal yağının *P. persimilis* üzerindeki toksik etkinin belirlenmesi için denemeye alınan ve 5 farklı zaman diliminde değerlendirilen portakal yağının dört farklı konsantrasyonun (0.2, 0.4, 0.5 ve 0.6 ml 100 ml⁻¹ su) etkileri istatistiksel olarak incelendiğinde, portakal yağının hem dozlar hem de saatler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre denemeye alınan karakterler arasında, portakal yağının *P. persimilis* üzerine en yüksek akarisit etkisinin %52.00 ile 96. saatte %0.6'lık konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca analizlerden elde edilen sonuçlara göre 1. saatte hiçbir ölümün gerçekleşmediği ilk ölümlerin 24. saatte başladığı gözlenmiştir. Çalışmada ele alınan portakal yağı aktif maddeli PREV-AM preparatının *P. persimilis* üzerinde akarisit etkisini araştırmak üzere belirlenen doz ve saat faktörlerine göre istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Table 1. Effect of different concentrations of orange oil on *Phytoseiulus persimilis*
Çizelge 1. Portakal yağının farklı konsantrasyonlarının *Phytoseiulus persimilis* üzerine etkisi

Uygulama Kons.	1. saat Etki (Abbott)	24. saat Etki (Abbott)	48. saat Etki (Abbott)	72. saat Etki (Abbott)	96. saat Etki (Abbott)
0,2 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00 b*A**	16.00 ± 7.48 abA	28.00 ± 8.00 abAB	28.00 ± 8.00 abA	32.00 ± 8.00 aA
0,4 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00 bA	16.00 ± 4.00 abA	32.00 ± 4.90 aA	32.00 ± 4.90 aA	32.00 ± 4.90 aA
0,5 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00 bA	24.00 ± 14.70 abA	36.00 ± 11.70 abA	44.00 ± 9.80 aA	48.00 ± 8.00 aA
0,6 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00 cA	28.00 ± 8.00 bA	36.00 ± 4.00 abA	40.00 ± 0.00 abA	52.00 ± 8.00 aA

(*) Zaman dilimleri arasındaki istatistiksel farklar küçük harf ile gösterilmiştir.

(**) Dozlar arasındaki istatistiksel farklar büyük harfler ile gösterilmiştir.

Yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde genel olarak portakal yağının *T. urticae* üzerine akarisit, repellent ve fümigasyon etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada ise portakal yağının akarisidal etkisi sadece zararlı akar *T. urticae* üzerinde değil, *T. urticae*'nin en önemli doğal düşmanlarından biri olan avcı akar *P. persimilis* üzerinde de akarisidal etkisi araştırılmıştır. Kanouh ve Naser (2018) yaptıkları çalışmada laboratuvar koşullarında lavanta (*Lavandula angustifolia* Miller), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve valensiya portakalı (*Citrus sinensis*) uçucu yağlarını zararlı akar *T. urticae* ve avcı akar *P. persimilis* üzerinde fumigant toksisitesini değerlendirmişlerdir. Deneme sonucunda lavanta, biberiye ve portakal uçucu yağlarının *T. urticae* dişi bireyleri üzerinde lavanta yağının en fazla, portakal yağının ise en az etki gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Lavanta, biberiye ve portakal uçucu yağlarının *P. persimilis*'e karşı LC₅₀ değerleri ise sırasıyla 4.613, 6.049 ve 8.315 µl /L olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar *P. persimilis*'in test edilen tüm uçucu yağlara karşı *T. urticae* 'den daha az duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise Elhalawany ve Dewidar (2017) limon otu (*Cymopogon citratus*), nane (*Mentha viridis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), mercanköşk (*Origanum majorana* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), kişniş (*Coriandrum sativum* L) ve papatya (*Matricaria recutita* L.) olmak üzere 7 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağları *T. urticae*'nin yumurta, ergin ve iki önemli avcısı, *P. persimilis*, *Neoseiulus californicus* (McGregor) ergin bireylerine karşı toksisitesini araştırmışlardır. Her uçucu yağın %0.5, 1, 2, 3 ve 4 olmak üzere 5 konsantrasyonunu kullanmışlardır. Uçucu yağlar arasından papatya, kişniş, nane ve biberiye yağlarının *T. urticae*'nin yumurta ve ergin bireyleri üzerinde en etkili sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Öte yandan 48 saat sonunda *P. persimilis* ve *N. californicus* için uçucu yağlar arasında önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan uçucu yağların *P. persimilis* için LC₅₀ değerleri %7.09 ile %9.63 arasında ve *N. californicus* için %4.94 ile %9.63 arasında olduğunu ve uçucu yağların zararlıya karşı daha fazla toksisite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışma sonucunda 7 uçucu yağın avcı akar *P. persimilis* ve *N. californicus*'a karşı seçici olduğunu ve *T. urticae* kontrolünde kullanılma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır. Öte yandan Choi ve ark. (2004) 53 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağları zararlı akar *T. urticae*'nin yumurta, ergin ve önemli predatörlerinden olan *P. persimilis* erginlerine karşı fumigant toksisitesini test etmişlerdir. Test edilen uçucu yağlardan kimyon tohumu, limon otu, limon okalıptusu, pennyroyal ve nane yağlarının *T. urticae* erginlerine karşı %90 ölüm gösterirken adaçayı %82 ve kuzu nanesi %81 oranında ölüm göstermiştir. Test edilen bitkiler arasından adaçayı yağı hariç altı bitkisel yağın *P. persimilis* erginlerine havadaki 7.1×10⁻²µl/ml yoğunlukta %90'nın üzerinde ölümlere neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptıkları bu çalışma sonucunda ele alınan uçucu yağların *T. urticae* üzerinde fumigant toksisite gösterdiğini fakat entegre mücadeleye uyumlu olmadığını, *P. persimilis* üzerinde ise denenen 7 yağın yüksek toksisite gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde tarımsal zararlılarla mücadelede uygulanabilirliğin kolaylığı, çabuk erişilebilmesi ve etkisinin hemen görülmesi açısından ilk akla gelen mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. Ancak tek yönlü ve bilinçsiz kimyasal uygulamalar sıklıkla, çevre kirliliğine, direnç oluşumuna, kalıntı problemlerine, insan sağlığındaki olumsuzluklar gibi birçok soruna neden olmaktadır. Bunun yanı sıra doğada mevcut birçok faydalı üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kimyasal kullanımının azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerden biri de bitkisel ekstraktların kullanımınıdır. Yapılan bu çalışmada portakal yağının avcı akar *P. persimilis* ergin dişileri üzerinde konsantrasyonlara bağlı olarak toksik etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Sentetik pestisitlere alternatif olarak kullanılan önemli mücadele yöntemleri arasında yer alan bitki ekstraktlarının kullanımının hem zararlı popülasyonları üzerinde hem de faydalı türler üzerindeki etkilerinin araştırılması, doğada mevcut doğal düşmanlarla birlikte kullanımının sinerjik etkisinin olup olmadığının belirlenmesine yönelik çalışmaların artması özellikle biyolojik mücadele çalışmalarının başarısına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bitki ekstraktlarının zararlı akarlar üzerinde kadar faydalı (predatör-parazitoid) canlılara da toksik etkisi belirlenip mücadele yönteminde kullanılması önerilen preparatların fayda zarar optimizasyonunun yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca bitkisel ekstraktın hem zararlı hem de faydalı organizmalar göz önüne alınarak entegre mücadele (IPM) kapsamında kullanılabilmesi fakat kullanım şekli ve dozunun belirlenebilmesi için ayrıntılı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Not: Bu makale 24 - 28 Ağustos 2021 tarihlerinde gerçekleşen 8. Uluslararası Katılımlı Bitki Koruma Kongresi'nde poster sunumu olarak sunulmuş ve bildiri kitapçığında özet bildiri olarak yer almıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan

Yazarların tümü yapılmış olan bu çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında hiç bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Abbot, W.S.A., 1925. Method of comparing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265–267.
- Akyazı, R., Ecevit, O. 2006. Seralarda kırmızı örümcekler [*Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae)] ile mücadelede predatör akarların kullanımı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 21 (1): 122-131.
- Anonim, 2021. Prev-am ® . Oro Agri Avrupa Sss. <https://www.oroagri.eu/tr/faq/prev-am-faq/>. (05.03.2022)
- Choi, W. Il, Lee, S. G., Park, H. M., Ahn, Y. J. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*. 97(2): 553–558.
- Elhalawany, A. S., Dewidar, A. A., 2017. Efficiency of some plant essential oils against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch and the two predatory mites *Phytoseiulus persimilis* (A.-H.), and *Neoseiulus californicus* (McGregor). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences A. Entomology*. 10(7): 135–147.
- Erdoğan, P., Toros, S., 2005. *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ekstraktlarının patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)] larvalarının gelişimi üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*. 45 (1-4): 99-118.
- Gorman, K., Hewitt, F., Denholm, I., Devine, G.J., 2001. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Mang Sci*. 58:123–30.
- Helle, W., Sabelis, M.W., 1985. Spider mites. Their biology, natural enemies and control. *World Crop Pests*. 1B. Elsevier, Amsterdam, New York. 458.
- Isman, M. B., 2019. Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. *Phytochemistry Reviews*. 19(2): 235–241.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W., 1975. Mites injurious to economic plants. *University of California Pres. Berkeley*. 614.

- Kanouh, M., Naser, Z., 2018. Fumigation toxicity of some essential oils against the two- spotted spider mite, *Tetranychus urticae* and predatory mite *Phytoseiulus persimilis* under laboratory conditions. The Arab Journal for Arid Environments. 5: 20–26.
- Kasap, İ., 2020. Çanakkale ili sebze alanlarında görülen akar türleri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi. 11 (2): 245-251.
- Kasap, İ., Kök, Ş., 2019. Bazı bitki ekstraktlarının iki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch üzerine insektisit etkisinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2019(1): 137–144.
- Kim, Y.J., Lee, S.H., Lee, S.W., Ahn, Y.J., 2004. Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanisms. Pest Management Science. 60(10): 1001-1006.
- Lenteren, J. C. van, 2000. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? Crop protection. 19: 375-384.
- Pehlevan, B., 2018. Bazı bitkisel yağların laboratuvar ve arazi koşullarında *Cacopsylla pyricola* (Förster) (Hemiptera: Psyllidae) üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 87.
- Rechcigl, J.E., Rechcigl, N.A., 1998. Biological and biotechnological control of insect pests. CRC Press. Boca Raton. FL. USA. 374.
- Reddy, S.G.E., Kumar, N.K.K., 2006. Integrated management of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) on tomato grown under polyhouse. Pesticide Res J. 18:162–5.
- Reddy, S.G.E., Dolma, S.K., 2017. Acaricidal activities of essential oils against two spotted spider mite. *Tetranychus urticae* Koch. Toxin Rev. 37(1):62–66.
- Stumpf, N., Nauen, R., 2001. Cross-resistance, inheritance and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitör-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology. 94(6): 1577-1583.
- Stumpf, N., Nauen, R., 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology. 72: 111-121.
- Şekeroğlu, E., 1984. Phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) of Southern Anatolia, their biology and effectiveness as a biological agents on strawberry plant. Doğa. 8: 320-336.
- Van Leeuwen, T.V., Tirry, L., Nauen, R., 2006. Complete maternal inheritance of bfenazate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and its implications in mode of action considerations. Insect Biochemistry and Molecular Biology. 36: 869-877.
- Yang, H.Z., Li, Q., Lei, H.D., 2007. Research and application of botanical acaricides. Pesticide. 46: 81–85.
- Zhang, Z., 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. Wallingford: CABI Publishing.



Araştırma Makalesi

Arbutus andrachne'nin Çiçek Tomurcuklarının Farklılaşması ve Çiçek Organ Taslaklarının Oluşumu

Hakan Engin^{1*} 

Zeliha Gökbayrak¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100/Çanakkale.

* Sorumlu yazar: hakanengin@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 29.01.2022

Kabul Tarihi: 24.05.2022

Öz

Araştırmada sandal (*Arbutus andrachne* L.) ağaçlarında çiçek organ taslaklarının gelişim dönemlerini belirlemek ve büyüme konisindeki şekilsel değişimlerin ayrıntılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Sandal ağaçlarında çiçek organ taslaklarının oluşumu ve gelişimi stereo mikroskopta incelenmiştir. Çiçek tomurcukları, ocak ayı sonundan nisan ayı ortalarına kadar 10-15'ar gün arayla alınarak, FAA (formalin, etil alkol, asetik asit) (10:50:5) ortamında muhafaza edilmiştir. Sandal ağaçlarının tomurcuklarında morfolojik ayırım, 10 Şubat tarihinde meydana gelmiştir. Çiçek taslakları, şubat ayının sonlarında şekillenmiştir. Çanak ve taç yaprak taslakları mart ayı başında oluşmuştur. Erkek organların ve dişi organ taslağının farklılaşması nisan ayında tamamlanmıştır. Dişi organ taslağının son halini alarak farklılaşması nisan ayı başındaki gelişme aşamasından sonra olmuştur. Çiçek organ taslakları yaklaşık dört haftalık bir zaman diliminde şekillenmiştir. Organ taslakları sırasıyla çanak ve taç yaprak taslakları, erkek ve dişi organ taslağı olarak farklılaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çiçek oluşumu, çiçek organ taslağı, çiçek biyolojisi, sandal ağacı

Examinations of Floral Initiation and Developmental Stages in *Arbutus Andrachne* L.

Abstract

The objective was to determine the timing of floral developmental stages and to achieve a better understanding of the morphological changes during flower formation at the buds of Greek strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.). Flower initiation and development in this tree were examined using stereo microscopy. Bud samples were taken every 10-15 days from the end of January to the middle of April and stored in formalin, 70% ethanol, and acetic acid solution (10:50:5, by volume). In *Arbutus andrachne* L., on February 10, a swelling of the apex signified the initial change from the vegetative to the reproductive stage. Flower primordia differentiated on the end of February. Sepal and petal primordia were evident in the beginning of March. Stamen and pistil primordia differentiated by the end of April. Parts of flower primordia differentiated after growth in the beginning of April. Differentiation of all flower organs occurs in a short period of approximately four weeks. Differentiations of flower organs sequentially form sepal, petal, stamen and pistil primordia.

Keywords: Flower formation, flower primordia, flower characteristics, Greek strawberry tree

Giriş

Çanakkale ili eski bir meyvecilik kültürüne sahiptir. Bu bölgede kültür çeşitleriyle birlikte birçok yabani meyve türü de yetişmektedir. Doğal yetiştirme alanında bulunan bu türlerden biri, sandal ağacı olarak adlandırılan *Ericaceae* familyasında bulunan *Arbutus andrachne* L' dir. Bu yabani tür, meyve ve süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. *Arbutus* cinsinin Akdeniz Bölgesinde, Kuzey Batı ve Orta Amerika'da yayılış gösteren 12 türü bulunmaktadır. Bu 12 tür dışında farklı bölgelerde dağılım gösteren pek çok tür ve melezleri vardır (Karadeniz ve ark., 1996). Ancak *Arbutus* cinsinin en önemli türleri *Arbutus andrachne* L. ve *Arbutus unedo* L.' dir. Sandal ağacının tarihçesi hakkında kesin bir bilgi olmamakla birlikte, kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)'nin ilk kayıtlarının İngiltere'de 1597 yılına dayandığı, varsayımlara göre eski buz çağından önce var olduğu bildirilmektedir. Bazı Atlantik bölgelerinde ve İrlanda'da Romalılar zamanında insanlar tarafından değerli bulunduğu ve diyet meyvesi olarak tüketildiği, yaprakları ve çiçeklerinin 17. yüzyılda zehirlere ve vebaya karşı ilaç olarak

kullanıldığı belirtilmektedir (Sakaldaş, 2012). Çanakkale ilinin ormanlık alanlarında yabani formları yetişen *Arbutus andrachne* L. türünün meyveleri genellikle köylüler tarafından toplanarak, yerel pazarlarda tüketicilere sunulmakta ve taze olarak tüketilmektedir. Bunun yanında pasta, jöle ve süslemede değerlendirilmektedir. Amerika ve Avrupada şarap ve likör yapımında kullanılmaktadır. Meyveleri vitamin, mineral ve fenolik madde kaynağı olması nedeniyle dikkatleri üzerine çeken bir meyvedir. Söz konusu özellikleri dolayısıyla sağlık açısından değer taşımaktadır.

Yeterince tanınmayan ve sınırlı miktarlarda tüketilen bu meyve türü üzerinde yapılan araştırma sayısı sınırlıdır. 2-3 m ye kadar boylanabilen ağaçlık veya çalı formunda bitkiler oluşturmaktadır. Bitkiler yağış almayan bölgelerde ve fakir topraklarda yetişebilmektedir. Ülkemiz koşullarında genellikle Mart - Nisan aylarında çiçeklenmekte ve meyveleri Eylül – Ekim aylarında doğadan toplanabilmektedir. 10-20 mm boyutlarında ve 5-15 g ağırlığında meyvelere sahiptir. Meyveleri çekici ve kırmızı renkli, bir dış görünüme sahiptir. *Arbutus* meyveleri işlenmiş ürün olarak tüketilir, ancak taze meyve olarak tüketilirse iyi bir antioksidan kaynağı olabilir. Flavonoidler, C vitamini, E vitamini ve karotenoidler *Arbutus* ağacının meyvelerinde bulunan antioksidan bileşenleridir. Meyveler, yüksek flavonoid içeriğine sahiptir (32.37 mg/100 g yenilebilir kısım). Antioksidan bileşikler grubunda proantosiyanidinlerin en bol olduğu belirlenmiştir. Bu meyvede bulunan diğer antioksidanlar elajik asit ve diglukosid türevidir (Pallaufa ve ark., 2008). *Arbutus* meyvelerinin kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve oksidatif stres aracılı diğer hastalıkların riskini azalttığı ifade edilmektedir (Juzwiak ve ark., 2005).

Yabani formları yetişen *Arbutus andrachne* L. türünün kültüre alınarak yetiştirilebilmesi için bu türün çiçek biyolojisinin ortaya konulması gerekmektedir. Bunun ilk adımı da çiçek tomurcuğu farklılaşması ve çiçek organ taslaklarının oluşumunun belirlenmesidir. Çiçek tomurcuğu oluşumunu bilmek yetiştiriciler ve bu konuyu araştıran bilim adamları açısından büyük önem taşımaktadır. Çiçek tomurcuğu oluşumunun, yapılacak kültürel uygulamalarla değiştirilebileceği birçok araştırmacı tarafından dünyada ve ülkemizde ortaya koyulmuştur (Shen ve ark. 1999; Beppu ve Kataoka, 2000; Engin ve Ünal, 2007; Engin ve ark. 2010). Çiçek tomurcuğu oluşumu ve farklılaşmasının, yapılacak kültürel uygulamalarla değiştirilebileceği ispatlandıktan sonra, çiçek tomurcuğu farklılaşması ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmaların büyük bir çoğunluğu, çiçek tomurcuğu farklılaşma zamanlarını belirlemek amacıyla yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Engin ve Ünal (2007) çiçek tomurcuğu oluşumunu şu şekilde açıklamıştır; çiçek tomurcuğu oluşumu çiçek farklılaşması ile başlar. Meyve ağaçlarında, ilkbaharda sürgün gelişiminin başlaması ile yaprak koltuklarında yeni tomurcuklar oluşur. Bu tomurcukların ucunda, bir başka ifadeyle büyüme konisinde gelişmenin ilk aylarında yalnız yaprak ve sürgün meydana getiren meristematik hücreler bulunur. Meyve tür ve çeşidine bağlı olarak, belli zamanlarda, yeni meydana gelen bu tomurcuklardan bazılarının büyüme konilerindeki hücrelerde, çiçek tomurcuğu oluşumu yönünden farklılaşmalar meydana gelir. Bu tomurcuklar meyve tür ve çeşidine, çevre koşullarına ve kültürel önlemlere bağlı olarak, belli bir zaman sonra çiçek tomurcuğu şekline dönüşür. Bu farklılaşmada önce büyüme konisi genişler, uzar ve üstü düzleşerek silindirik şeklini alır. Sonra düzleşen büyüme konisinin en dışından itibaren önce çanak yaprak taslakları, sonra iki çanak yaprağı arasında fakat iç kısımda taç yaprak taslakları oluşur. Bu oluşumu, yine bir önce oluşan organların birleştiği yerde fakat daha içerde olmak üzere birinci, ikinci ve üçüncü sıra erkek organ taslaklarının oluşması izler. Bu organların oluşmasından sonra en içte ve büyüme konisinin ortasında dişi organ taslağı oluşmaya başlar. Dişi organ önce bir yaprakçık şeklinde görülür. Ancak gelişme ilerledikçe, yaprakçığın her iki kanadı birbirine doğru daire çizerek kıvrılıp birleşerek normal şeklini alır. Çiçek tomurcuğu oluşumu ve farklılaşmasının meyve yetiştiriciliğindeki önemi ortaya koyan çalışmalar yapılmaktadır. Engin ve Ünal (2007) verimlilik üzerine etki etmek için alınacak önlemlerin, morfolojik ayırım zamanından önce, tam bu kritik safha esnasında etki edebilecek şekilde düzenlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Meyve ağaçlarının o devredeki beslenme durumları, çiçeklenmeyi teşvik edecek halde ise, bazı sürgün tomurcuklarının, çiçek tomurcuğu haline dönüşmeye başladığını, değilse sürgün tomurcuğu olarak gelişmeye devam ettiğini belirtmiştir. Bu nedenle, çiçek tomurcuklarının morfolojik ayırım zamanlarının tür ve çeşitlere göre, çeşitli bölgelerde kesin olarak bilinmesinin gerektiğini ifade etmektedir. Salisbury ve Ross (1992) gelişim sürecinin çevresel uyarılar ile kontrol edildiğine ilişkin en tipik örneğin, sürgün ucunun çiçeklenmeye geçişi olduğunu ifade etmişlerdir. Vegetatif formdan generatif forma geçiş ile apikal meristem değişime uğramakta ve bu dönüşüm ile ilgili fizyolojik değişimler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca meyve ağaçlarında doğru kültürel uygulamaları (budama,

sulama vd.) yapabilmek ve istenilen sonucu alabilmek için meyve ağaçlarının verimlilik esaslarını tanımak gerekir. Bir başka ifade ile bu durum, meyve tür ve çeşitlerindeki çiçek tomurcuğu farklılaşmasının ortaya koyulması ile mümkündür. Bu araştırma, *Arbutus andrachne* L. türünde çiçek tomurcuğu farklılaşma zamanlarını ve morfolojisini belirlemek amacıyla yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali

Araştırma, Çanakkale merkeze bağlı Atikhisar Barajı etrafında doğal olarak yetişen *Arbutus andrachne* L. türünde yürütülmüştür. Söz konusu bölgeden (40°07'04.23''K 26°30'53.84''D, Yükseklik: 130 m) proje kapsamında belirli periyotlarda örnekler alınmıştır. Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Fizyoloji ve Mikroskopi laboratuvar olanaklarından faydalanarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin alımı ve muhafazası

Arbutus andrachne L. türüne ait tomurcuk örnekleri dallardan kesilerek alınmıştır. Örnek alımına, yaklaşık olarak, her 10 günde bir devam edilmiştir. Alınan tomurcuk örnekleri 50 ml'lik şişelerde FAA (Formalin %10, ethanol %50 ve glacial asetik asit %5) muhafaza edilmiştir. Alınan tomurcuk örnekleri FAA içerisinde en az 24 saat veya daha fazla bekletilmiştir.

Örneklerin mikroskopik ölçüm ve görüntüleme için hazırlanması

Mikroskopik ölçüm ve görüntüleme yapılacak örnekler, stereo mikroskop altında ok uçlu iğneler ve bisturi yardımıyla temizlenerek açılmıştır. Çiçek organ taslakları (dıştan itibaren çanak yaprak taslakları, taç yaprak taslakları ve erkek organ taslakları ve dişi organ taslağı) mikroskopik ölçüm ve görüntüleme için hazırlanmıştır. Erkek ve dişi organ taslaklarının mikroskopik incelemesi için farklı gelişme dönemlerinde alınan çiçek taslağının dıştan itibaren oluşan çanak yaprak taslakları ve taç yaprak taslakları ok uçlu iğneler yardımıyla kesilerek çıkarılmıştır. Bu işlemler sandal dokularından FAA'nın uzaklaşması esnasında meydana gelebilecek kurumaları önlemek için saf su içerisinde yapılmıştır.

Mikroskopik ölçüm ve görüntüleme

Çiçek ve çiçek organ taslaklarının incelenmesinde Olympus SZX7 mikroskopdan yararlanılmıştır. Mikroskopa bağlı Olympus LC20 dijital kamera ile örneklerin görüntülenmesi ve görüntülerin bilgisayara aktarılması sağlanmıştır. Bilgisayara aktarılan görüntüler üzerinde LCmicro yazılımı kullanılarak mikroskopik ölçümler yapılmıştır.

Çiçek organ taslaklarının gelişim safhalarının tespiti

Çiçek ve çiçek organ taslaklarının farklılaşmasının tespitinde Engin ve Ünal (2007)'in kiraz ve şeftalilerde, Vasconcelos ve ark., (2009)'in ve Gökbayrak ve Engin (2019)' in asmalarda kullandığı yöntemden yararlanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda *Arbutus andrachne* L. çiçek ve çiçek organ taslaklarının gelişme safhaları ayrıntılı olarak belirlenmiştir.

Bulgular

Sandal ağacı tomurcuklarının yapısal değişimleriyle ilgili mikroskopik gözlemlerde, incelenen örnekler arasında, gelişme safhalarının sayısı ve içeriği bakımından farklılık gözlenmemiştir. Bu nedenle, çiçek tomurcuğu gelişiminin safhalarına açıklamalı fotoğraflara yer verilmiştir.

Çiçek organ taslaklarının farklılaşması

Oluşumun başlangıç aşamasında büyüme konisi, tomurcuğun en içindeki yaprakları arasından kabarmış ve yükselmiştir (Şekil 1A). Bu aşama safha 1 olarak adlandırılmıştır. Daha sonra büyüme konisi genişleyerek silindirik şeklini almıştır (Şekil 1B). Büyüme konisi başlangıçta enine (Şekil 1C), daha sonra boyuna genişlemiştir (Şekil 1D).

Büyüme konisinin üzerinde çiçek taslakları farklı noktalardan belirmiş (Şekil 2A) ve şekillenen çiçek taslakları kabarak genişlemiştir (Şekil 2B). Bu aşama safha 2 olarak adlandırılmıştır. İlk oluşan çiçek taslakları gelişmesine devam ederken çiçek ekseninin de büyümesi devam etmekte ve yeni çiçek taslakları meydana gelmektedir. Çanak yaprak ve taç yaprak taslaklarıyla birlikte çiçek sapı şekillenmiştir (Şekil 2C). Bu aşama safha 3 olarak adlandırılmıştır. Gelişmesine devam eden taç yaprak taslakları birleşerek şekillenmiştir (Şekil 2D).

Çiçek taslakları gelişmesine devam ederken çiçek salkım taslağı da büyümesine devam etmektedir (Şekil 3A, B). Çanak yaprak taslaklarının sayısı 5'tir. Her bir çanak yaprak, birbiriyle

birleşiktir (synsepalous). Taç yaprak taslakları çiçek halkasının ikinci dairesi olarak şekillenmektedir. Taç yaprak taslakları çanak yaprak taslaklarının iç kısmında oluşmaktadır. 5 adet taç yaprak taslağı birleşerek synpetalous durumunu almaktadır. Gelişmenin ileri safhalarında birleşen taç yaprağı taslakları, önce genişlemekte ve yuvarlak bir şekil almaktadır. Daha sonra ise uç kısımlardan daralarak Amerikan futbol topu (beyzi) şeklini oluşturmaktadır (Şekil 3C, D). Bu aşama safha 4 olarak adlandırılmıştır.

Devam eden gelişme periyodunda çiçek organ taslaklarından sırasıyla erkek organ taslakları ve dişi organ taslağı şekillenmiştir. Gelişmesine devam eden dişi organ taslağı büyüyüp uzamış ve yumurtalık şekillenmiştir. Bu aşama safha 5 olarak adlandırılmıştır. Daha sonrasında taç yaprak loplari aşağıya doğru kıvrılarak, geniş karınlı çan şeklini almaktadır.

Gelişmenin ileri safhalarında çiçek taslağı aşağıya doğru kıvrılmaktadır. Her çiçek taslağında bir dişi organ ve 10 erkek organ taslağı oluşmaktadır. Dişi organ taslağı erkek organlardan daha uzundur (Şekil 4A). Erkek organların her bir anterinin ucunda iki boynuzcuk şekillenmektedir (Şekil 4A). Yumurtalık 5 karpelden oluşmakta ve her karpelin içinde tohum taslakları bulunmaktadır (Şekil 4B).

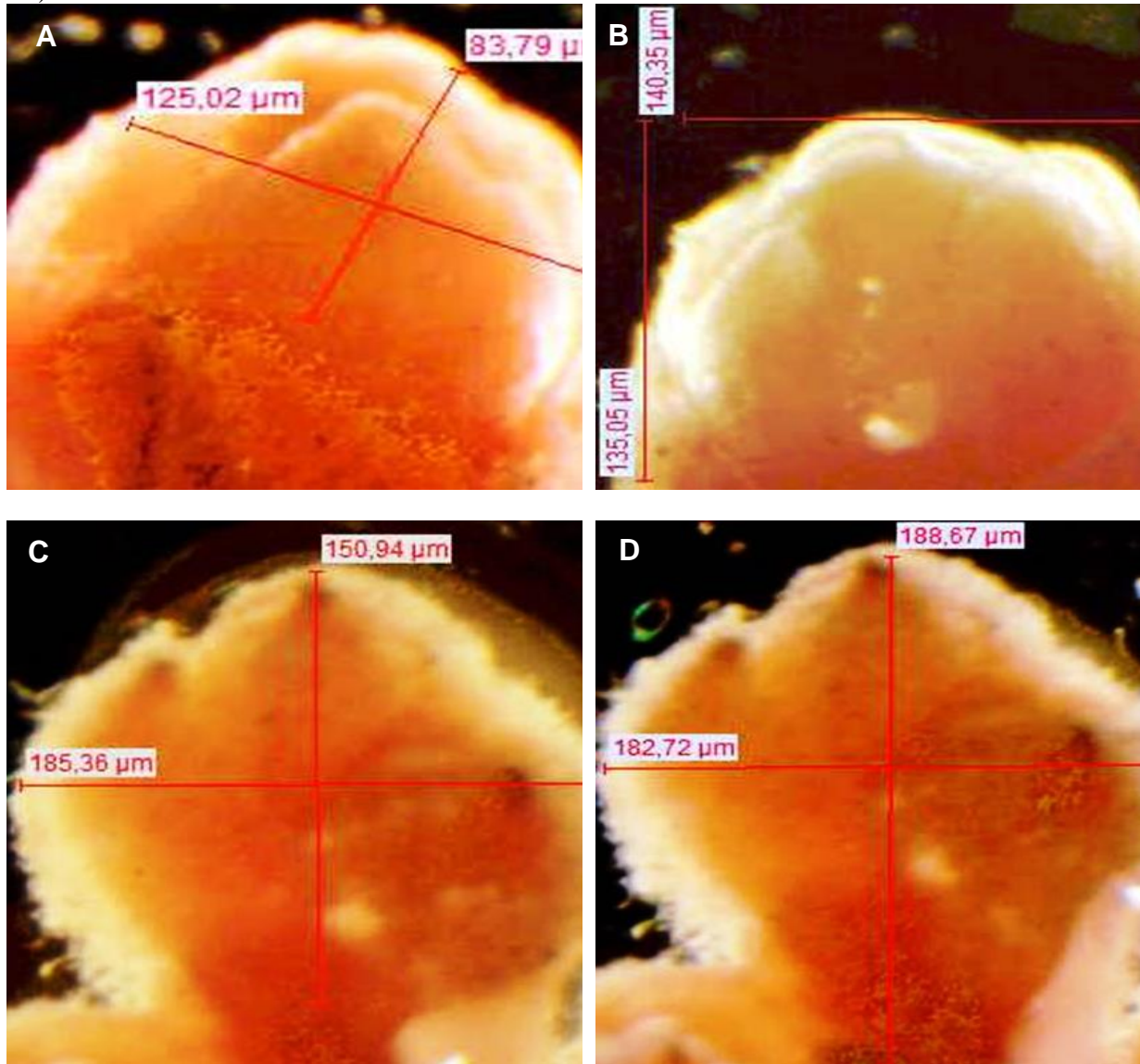


Figure 1. Formation of the growth cone. A) The growth cone swelled and rose through the innermost of the bud. B) The growth cone enlarged and took the shape of a cylinder. C) The growth cone is initially widened transversely. D) Growth cone has expanded in length.

Şekil 1. Büyüme konisinin şekillenmesi. A) Büyüme konisi, tomurcuğun en içindeki yaprakları arasından kabarmış ve yükselmiştir. B) Büyüme konisi genişleyerek silindirik şeklini almıştır. C) Büyüme konisi başlangıçta enine genişlemiştir. D) Büyüme konisi boyuna genişlemiştir.

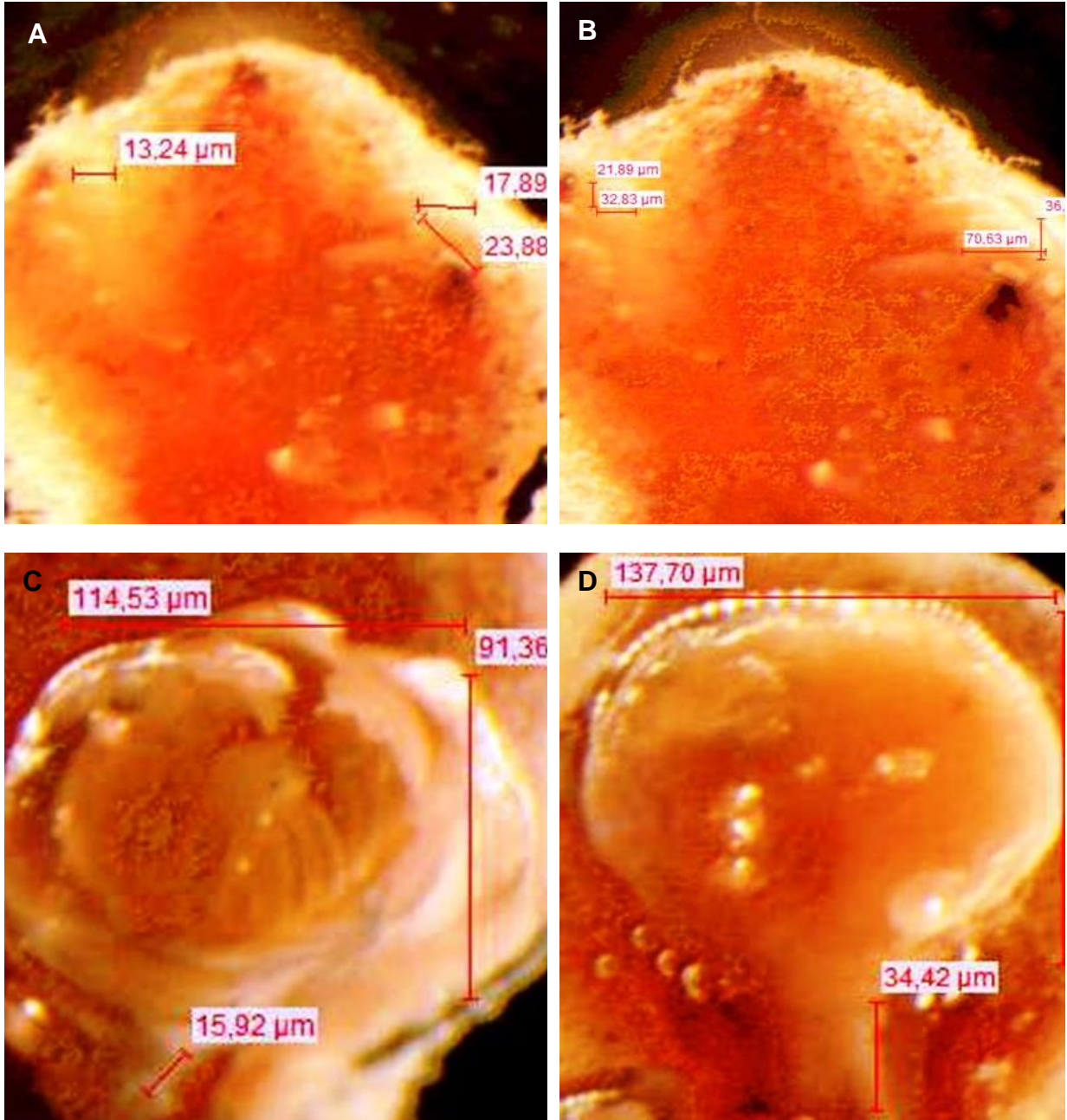


Figure 2. Formation of flower primordia on the growth cone. A) Primordia of flowers appeared from different points on the growth cone. B) Primordia of flowers shaped from different points on the growth cone have swelled and expanded. C) The flower stalk is formed with the sepals and petals. D) Petal leaf primordias are combined and shaped.

Şekil 2. Büyüme konisi üzerinde çiçek taslaklarının şekillenmesi. A) Büyüme konisinin üzerinde çiçek taslakları farklı noktalardan belirmiştir. B) Büyüme konisinin üzerinde farklı noktalardan şekillenen çiçek taslakları kabarak genişlemiştir. C) Çanak yaprak ve taç yaprak taslaklarıyla birlikte çiçek sapı şekillenmiştir. D) Taç yaprak taslakları birleşerek şekillenmiştir.

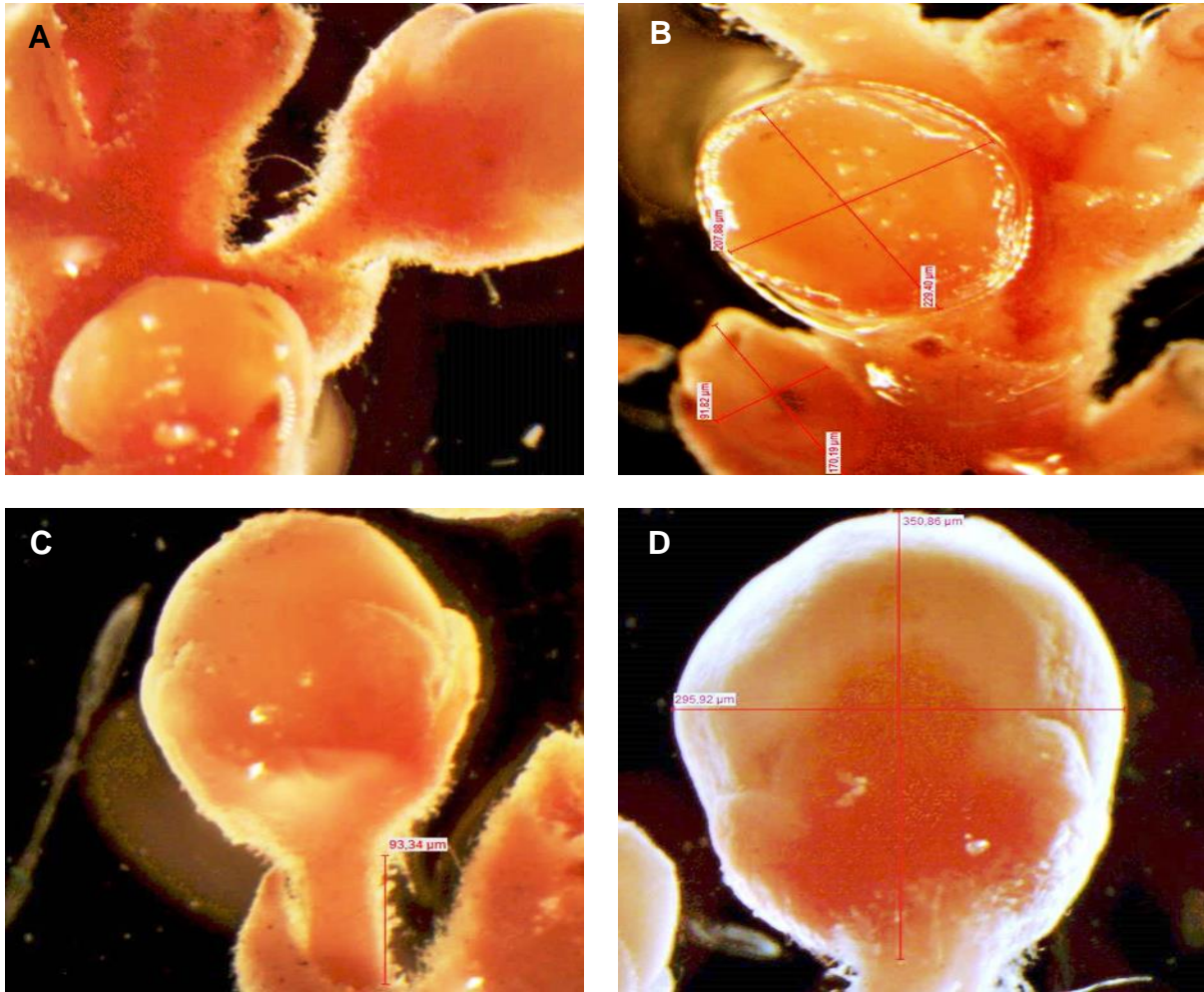


Figure 3. Development of flower primordia and inflorescence growth. A) Primordia of flowers formed on the inflorescence. B) The development of the cluster and the flower organ. C) Combined petals wrap around the outside of the flower. D) Petals converging in later stages of development.

Şekil 3. Çiçek organ taslaklarının gelişimi ve çiçek salkım taslağı büyümesi. A) Çiçek salkım taslağı üzerinde oluşan çiçek taslakları B) Salkım taslağı ve çiçek organ taslaklarının gelişimi. C) Birleşik taç yaprak taslakları çiçeğin dış kısmından sarmaktadır. D) Gelişimin ileri safhalarında birleşen taç yaprağı taslakları.

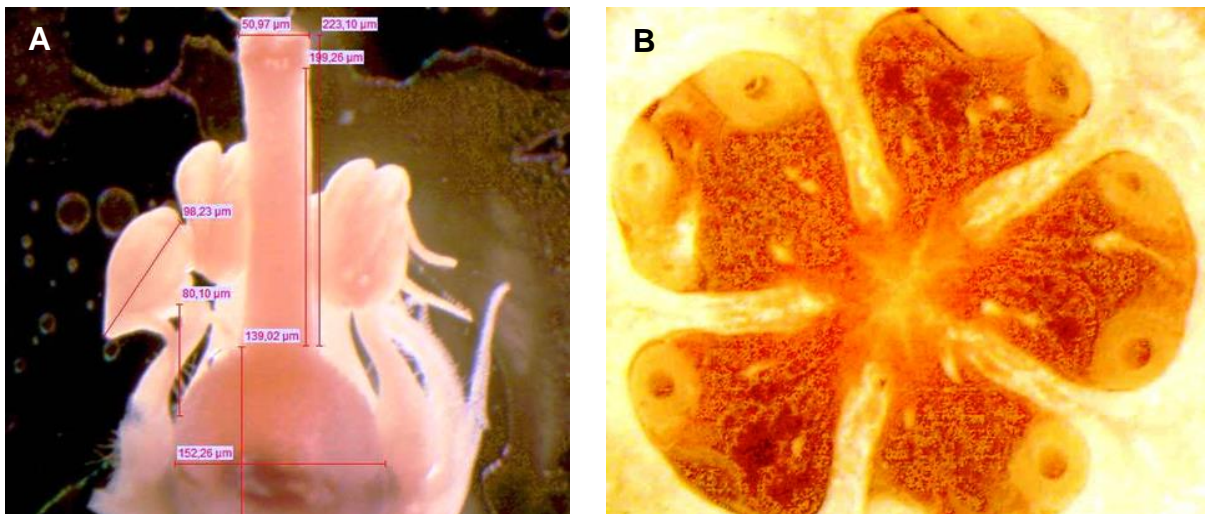


Figure 4. Primordia of male and female organs. A) The development of male and female organ outlines and the formation of two horns in the anther of the male organs. B) Formation of carpels in the ovary.

Şekil 4. Dişi ve erkek organ taslakları. A) Dişi ve erkek organ taslakları gelişimi ve erkek organların anterinde iki boynuzcuk şekillenmesi. B) Yumurtalık içerisinde karpel ve tohum taslaklarının şekillenmesi

Çiçek tomurcuğu ve çiçek organ taslaklarının gelişimi

Arbutus andrachne L. ağacının çiçek organ taslaklarının oluşum safhaları ve zamanları Şekil 5'de verilmiştir. *Arbutus andrachne* L. ağaçlarından, 10 Şubat tarihinde alınan tomurcuk örneklerinde morfolojik ayırım belirlenmiştir (Safha 1). Bu dönemdeki çiçek tomurcuklarında büyüme konisinin tomurcuğun en içteki yapraklar arasında şekillendiği görülmektedir. Morfolojik ayırımdan sonra çiçek tomurcukları hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu hızlı gelişme 20 Şubat tarihine kadar devam etmiştir. Gelişmesine devam eden tomurcukta çiçek taslakları meydana gelmiştir (Safha 2). Bu aşamadan sonra çiçek organ taslakları meydana gelmeye başlamıştır. Çiçek organ taslaklarından ilk olarak, çanak yaprak taslakları ve taç yaprak taslakları oluşmuştur (Safha 3). 20 Mart tarihine kadar hızlı bir gelişme göstererek 4. safhaya gelen çiçek tomurcukları devam eden gelişme periyodunda çiçek organ taslaklarından sırasıyla erkek organ taslakları ve dişi organ taslağı şekillenmiştir. Gelişmesine devam eden dişi organ taslağı büyüyüp uzamış ve yumurtalık şekillenmiştir (Safha 5).

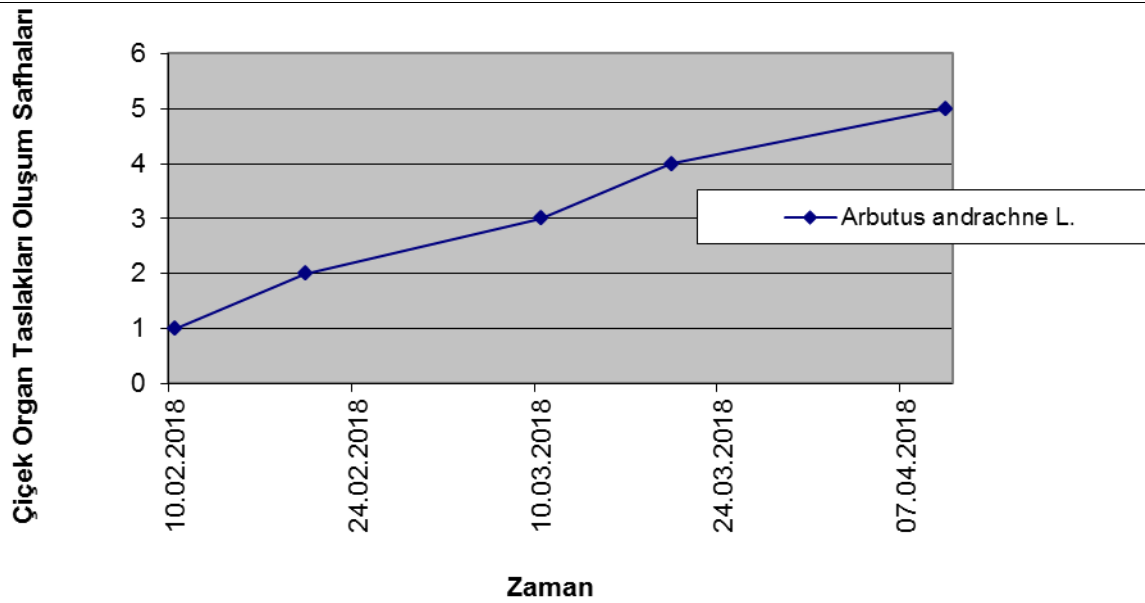


Figure 5. Formation stages and times of flower primordia

Şekil 5. Çiçek organ taslaklarının oluşum safhaları ve zamanları

Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) meyve türünde çiçek tomurcuğu oluşumu ve çiçek organ taslaklarının gelişimi özetlendiğinde, çiçek taslaklarının bir ana eksen ve bu ana eksene bağlı ikinci, üçüncü derece yan dallar üzerinde olduğu görülmektedir. Çiçek taslakları bu ana eksene çiçek saplarıyla bağlıdır. Ana eksen ve yan dallar bir çiçek taslağıyla son bulmaktadır. Ana eksen yan dallara göre baskın durumdadır ve yan dallardan uzundur. Gelişme devam ettikçe ana eksen uç kısmından uzamaya devam etmektedir.

Tartışma

Arbutus andrachne L. ağaçlarında, 10 Şubat tarihinde alınan örneklerinde morfolojik ayırım saptanmıştır. Bu dönem (Ünal, 1987)'e göre safha 1 olarak adlandırılan dönemdir. Söz konusu dönem, vegetatif olan bir tomurcuğun generatif aşamaya geçişinin görsel olarak başlangıcıdır (Engin ve Ünal 2007). Bazı meyve türlerinde bu ayırımın, Van kirazında, 2001 yılında 7 Temmuz, 2002 yılında 3 Temmuz tarihinde (Engin ve Ünal 2007), kayısılarda 18 Temmuz - 9 Ağustos (Gülcan, 1975), bademlerde 25 Temmuz - 4 Ağustos (Ünal, 1987), şeftali ağaçlarında 4-15 Temmuz (Hepaksoy, 1988) olduğu tespit edilmiştir. Meyve türlerinde morfolojik ayırım zamanlarının yıllara göre küçük değişiklikler gösterebileceği ifade edilmektedir. Bu farklılıklar çanak yaprak taslakları ve taç yaprak taslaklarının şekillenme aşamasında da ortaya çıkabilir. Bu durumda dişi organ taslağının farklılaşması 5-10 gün öne veya geriye alınabilir. Kiraz ağaçlarında yapılan bir araştırmada, dişi organ taslaklarının oluşumu arasında 3 günlük kısa bir fark meydana gelmiştir. Dişi organ taslaklarının oluşumu birinci yıl 23 Ağustos, ikinci yıl 20 Ağustos'tur (Engin ve Ünal 2007). Şeftalilerde yapılan bir araştırmada, Cardinal ve Dixired şeftali çeşitlerinde morfolojik ayırımın, Springtime ve Earlyred çeşitlerine göre

daha geç meydana geldiği ifade edilmektedir (Engin ve Ünal 2007). Cardinal ve Dixired şeftali çeşitlerinde 2001 yılında morfolojik ayırım 4 Temmuz tarihinde olmuştur. 2002 yılında Cardinal şeftali çeşidinde morfolojik ayırım, 26 Haziran tarihinde olmuştur. Dixired şeftali çeşidinde ise 27 Haziranda morfolojik farklılaşmanın başladığı Engin ve Ünal (2007), tarafından belirlenmiştir. Beppu ve Kataoka (2011), kiraz çiçek organ taslaklarının gelişiminin, yüksek sıcaklıklarda yavaşladığını saptamıştır. Engin ve Ünal (2007) şeftali çeşitlerinin de çiçek organ taslaklarının gelişimi üzerine yaptıkları araştırmada çiçek organ taslaklarının gelişiminin birinci yıl ikinci yıla göre daha geç olduğunu ifade etmektedirler. Söz konusu çalışmanın birinci yılında, çiçek organ taslaklarının gelişimi esnasındaki sıcaklıklar, ikinci yıla göre daha yüksektir. Bu sıcaklık farkı çiçek organ taslaklarının farklılaşmasını 3-4 gün yavaşlatmış olabileceği ifade edilmektedir. Voloshina (1972), sert çekirdekli meyve çeşitlerinin çiçek tomurcuklarının farklılaşması üzerine, yıllık iklim koşullarının çeşitten daha fazla etkili olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çiçek organ taslaklarının farklılaşması üzerine bazı kimyasal maddelerin de etki ettiği saptanmıştır. Bu konuda kiviler üzerine yapılan araştırmada Hydrogen Cyanamide uygulamasının floral morphogenesisi etkilediği saptanmıştır (Engin ve ark., 2010). Araştırmamızda yer alan *Arbutus andrachne* L. ağaçlarında çiçek tomurcuklarının yapısal değişimleriyle ilgili mikroskopik gözlemlerde, büyüme konisinin ve çiçek taslaklarının oluşumları benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik, özellikle safha 0 ile safha 1 döneminde daha belirgindir. Mikroskopik gözlemlerde, büyüme konisinin, çiçek ve yaprak gözlerinde birbirinden farksız ve henüz küçük olduğu dönem safha 0 ve büyüme konisinin, tomurcuğun en içindeki yaprakları arasından kabardığı dönem safha 1'dir. Bu aşamadan sonra büyüme konisinin kabarıp yükselerek genişlediği dönemde, tomurcuklardan, büyüme konisi üzerinde değişen çiçek taslakları oluşmaktadır. Bu dönemde sonra şekillenen çiçek taslaklarının üzerinde çiçek organ taslaklarının meydana gelişi (safha II, III, IV, V) diğer meyve türlerinden asmaya benzer aşamalardan oluşmaktadır. Gökbayrak ve Engin (2019)' e göre asma primer tomurcuklarında floral gelişme safhaları 11 ayrı aşamadan oluşmaktadır. Çiçek organ taslaklarının oluşumu safha 7'den sonradır. Bu aşama safha VIII olarak ifade edilmektedir. Bu aşamayı safha IX, çanak yaprak taslaklarının oluşması ve çiçeğin etrafında şekillenmesi takip etmektedir. Taç yaprakların halka şeklinde çepeçevre görüldüğü aşama ise safha X olarak ifade etmektedir. Erkek organların ve dişi organın oluştuğu safha ise XI olarak adlandırılmaktadır (Andreini ve ark., 2009). *Arbutus andrachne* L. ağaçlarında çiçek organlarının farklılaşması tomurcuklar sürdükten sonra şekillenmektedir. Tomurcukları sürmesini takip eden dönemde salkımlar üzerindeki çiçek primordiyalleri üzerinde çanak ve taç yaprak taslakları meydana gelmektedir. Salkımlar üzerinde çiçeklerdeki farklı çiçek organ taslaklarının oluşumu bir arada olmaktadır. Taç yaprakların şekillenmesinden sonra erkek organların ve dişi organın farklılaşması başlamaktadır. Erkek organlarda anterler boynuzlu bir şekil oluşumu alırken, dişi organ da farklılaşmasına devam etmektedir. Dişi organın farklılaşmasıyla beraber gelişimini hızla tamamlamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Meyve türlerinde çiçek tomurcuğu, çiçek ve çiçek organ taslaklarının oluşumunun bilinmesi, büyük önem taşımaktadır. Bir meyve türünün kültüre alınarak yetiştirilebilmesi için bu türün çiçek biyolojisinin ortaya konulması gerekmektedir. Bu çalışma ile bölgemiz ormanlık alanlarında yabani formları yetişen *Arbutus andrachne* L. (sandal ağacı) türünün kültüre alınarak yetiştirilebilmesi için ilk adım olan çiçek tomurcuğu farklılaşması ve çiçek organ taslaklarının oluşumu ortaya konulmuştur.

Sandal (*Arbutus andrachne* L.) ağaçlarının tomurcuklarında morfolojik ayırım, başka bir ifade ile vegetatif olan bir tomurcuğun generatif aşamaya geçişinin görsel olarak başlangıcı, 10 Şubat tarihinde meydana gelmiştir. Çiçek taslakları, Şubat ayının sonlarında şekillenmiştir. Çiçek taslakları ana eksene bağlı yan dallar üzerinde oluşmuştur. Çanak ve taç yaprak taslakları Mart ayı başında oluşmuştur. Erkek organların ve dişi organ taslağının farklılaşması Nisan ayında tamamlanmıştır. Dişi organ taslağının son halini alarak farklılaşması Nisan ayı başındaki gelişme aşamasından sonra olmuştur. Çiçek organ taslaklarının tamamı yaklaşık dört haftalık bir zaman diliminde şekillenmiştir.

İlk farklılaşmaya başlayan çiçek organ taslakları, çanak ve taç yaprak taslaklarıdır. Gelişen ilerleyen aşamalarında sırasıyla, erkek organ ve dişi organ taslağı farklılaşmıştır. Çiçek organ taslaklarının şekillenmesiyle çiçek taslağı son şeklini almıştır. Çiçek taslakları bir ana eksen ve bu ana eksene bağlı ikinci, üçüncü derece yan dallar üzerinde oluşmuştur. Çiçek taslakları eksene çiçek saplarıyla bağlıdır. Ana eksen ve lateral dallar çiçek taslağıyla sonlanmaktadır. Ana eksen lateral

dallara göre baskın durumdadır ve bu dallardan uzundur. Gelişmenin ileri aşamalarında ana eksen tepe kısmından uzamaya devam ederek şekillenmesini tamamlamaktadır.

Teşekkür

Bu proje Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FHD-2018-2523 numara ile desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Andreini, L., Viti, R., Scalabrelli, G., 2009. Study on the morphological evolution of bud break in *Vitis vinifera* L. *Vitis* 48: 153-158.
- Beppu, K., Kataoka, I., 2000. Artificial shading reduces the occurrence of double pistil in 'Satohisshiki' sweet cherry. *Scientia Hort.*, 83 : 241-247.
- Beppu, K., Kataoka, I., 2011. Studies on pistil doubling and fruit set on cherry. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 80 (1): 1-13.
- Engin, H., Gökbayrak, Z., Dardeniz, A., 2010. Effects of hydrogen cyanamide on the floral morphogenesis of kiwifruit buds. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (3): 503-509.
- Engin, H., Ünal, A., 2007. Examination of flower bud initiation and differentiation in sweet cherry and peach by using scanning electron microscope. *Turk.J. Agric. For.*, 31: 373-379.
- Gökbayrak, Z., Engin, H., 2019. Determination of floral development stages in 'Cabernet Sauvignon' (*Vitis Vinifera* L. cv.): highlighting the manifestation of stamens and pistil primordia with new intermediate stages linking the phenological stages. *Ciência Tec. Vitiv.* 34 (2): 84-90.
- Gülcan, R., 1975. Bazı kayısı çeşitlerinde kış dinlenmesi ve çiçek tomurcuğu teşekkülü üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Meyve-Bağ Yetiştirme ve Islahı Kürsüsü Bornova-İzmir.
- Hepaksoy, S., 1988. Sert çekirdekli meyve türlerinde ilkbaharda yaprak ve tomurcukların teşekkül zamanı ile bazı şeftali çeşitlerinde morfolojik ayırım zamanı tespiti. E.Ü. Fen Bil. Enst. Bah. Bit. Ana Bilim Dalı Yük. Lisans Tezi.
- Juzwiak, S., Wojcicki, J., Mokrzycki, K., Marchlewicz, M., Bialecka, M., Wenda R.L., 2005. Effect of quercetin on experimental hyperlipidemia and arteriosclerosis in rabbits. *Pharmacological Reports* 57: 604-609.
- Karadeniz T., Kurt H. ve Kalkışım Ö., 1996. Yomra (Trabzon) çevresinde yetişen kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) tiplerinin meyve özellikleri üzerinde çalışmalar. *YYÜZF Dergisi*, 6 (4): 65-70.
- Pallaufa, K., Gonzalo, J.C., Castilloc, M.D., Canob, M.P., Teresab, S. 2008. Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 21: 273-281.
- Sakaldaş, A. 2012. Çanakkale doğal florasında bulunan kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)'nin pomolojik, fenolojik ve biyokimyasal özelliklerinin aylık değişimlerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Çanakkale.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company.
- Shen, Y.Y., Guo, J.X., Liu, C.L., Jia, K.G., 1999. Effect of temperature on the development of peach flower organs. *Acta Horticulturae- Sinica*, 26 (1): 1-6.
- Ünal, A., 1987. Seçilmiş bazı badem klonlarında çiçek tomurcuklarında morfolojik ayırım zamanının saptanması ve çiçek organ taslaklarının gelişimi üzerinde araştırmalar. *Doğa Dergisi* 11 (2): 461-472.
- Voloshina, A.A., 1972. Morphogenesis of sweet and sour cherry flower buds and the role of temperature in their development under crimean conditions. *Hort. Abst.* 42 (1): 468-475.

“ÇOMÜ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ” YAYIN İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI

Yayın İlkeleri

“ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi” (ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg.), tarım alanında yapılmış ulusal ve uluslararası özgün araştırma makalelerinin yanı sıra bilimsel, teknolojik yenilik ve yöntemleri sunan derleme niteliğindeki çalışmaları yayımlar.

Dergi yılda iki defa çıkartılır. “Yayın Kurulu’nun” kararı doğrultusunda bu sayı değiştirilebilir. Makaleler öncelikle “Yayın Kurulu Başkanı” tarafından ön incelemeye tabi tutulur. “Yayın Kurulu”, dergide yayımlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri ret etme hakkına sahiptir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere biri dergi “Danışma Kurulu” üyesi olmak üzere, 2 hakeme gönderilir. Makalelerin yayına kabulü, hakem görüşleri doğrultusunda “Yayın Kurulu” tarafından karara bağlanır. Makalelerin dergideki yayın sırası, makalelerin dergiye geliş ve kabul tarihi dikkate alınarak “Yayın Kurulu” tarafından saptanır.

Dergide yayımlanacak makaleler “Türkçe” veya “İngilizce” yazılabilir, aynı dergide, bir yazarın ilk isim olarak en fazla 2 adet makalesi yayımlanabilir, yayımlanan makalelere telif ücreti ödenmez. Bütün makaleler dergi yazım kurallarına göre yazılmalıdır. Yazım kurallarına uygun olmayan makaleler, düzeltilmek üzere sorumlu yazara iade edilir. Sorumlu yazarın posta ve e-posta adresi makalenin ilk sayfası sonunda belirtilmelidir. Sorumlu yazar tarafından gönderilen makalenin ne tür bir çalışma olduğu açıklanmalıdır.

Sorumlu yazar, 2 nüsha makale çıktısı ile birlikte, çalışmalarının başka yerde yayımlanmadığını ve başka dergiye yayımlanmak üzere gönderilmediğini belirten imzalı bir belge sunmalıdır. Ayrıca yazarlar, yayın haklarını “ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi’ne” verdiklerine dair “Telif Hakları Formu’nu” imzalamalıdır. Yayımlanmak üzere dergiye gönderilecek makaleler ve makalede yer alan bütün şekil, resim ve çizelgeler derginin e-posta adresine (ziraatdergi@comu.edu.tr) gönderilmelidir.

Makaleler; ‘Lisans Bitirme Tezi’, ‘Yüksek Lisans Tezi’, ‘Doktora Tezi’ veya projeden üretilmiş ise makalede dip not olarak belirtilmelidir. Dergide yayımlanacak yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

Yazım Kuralları

Makaleler 8 sayfayı geçmeyecek ve sayfa kenarlıkları her yönden 2,5 cm olacak şekilde hazırlanmalıdır. Bununla birlikte yazarlar tarafından özellikle belirtildiğinde, “Yayın Kurulu’nun” izin vermesi durumunda sayfa sayısı arttırılabilir. Paragraflar ise 1,25 cm içeriden başlamalıdır.

Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen bir makale şu ana başlıklardan oluşmalıdır;

- Başlık,
- Yazar(lar) adı, soyadı,
- Özet ve Anahtar kelimeler,
- İngilizce başlık ve Anahtar kelimeler,
- Giriş,
- Materyal ve Yöntem,
- Bulgular ve Tartışma (ayrı ayrı da sunulabilir),
- Sonuç ve Öneriler,
- Kaynaklar.

Başlık: Koyu renkte ‘Times New Roman’ 14 punto ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde tek satır aralığı ile sayfaya ortalı olarak yazılmalı ve 15 kelimeyi geçmemelidir.

Yazar Adları: ‘Times New Roman’ 11 punto, koyu, tek satır aralığında, yazarların açık adları unvan belirtilmeden, ad ve soyadların ilk harf büyük olacak şekilde, sayfaya ortalı olarak yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine ve e-posta adresine atıfta bulunulmalıdır. Yazar adresleri ve sorumlu yazarın e-posta adresi yazar adlarının hemen altına dipnot olarak ‘Times New Roman’ 9 punto ve sola yaslanmış olarak yazılmalıdır.

Özet ve Anahtar Kelimeler: Türkçe ve İngilizce özetlerin her biri 200 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce özet başlığı 'Times New Roman' 12 punto ve tek satır aralığında ortalı olarak yazılmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet, 'Times New Roman' 10 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı şekilde hazırlanmalıdır. Türkçe yayınlarda geniş bir İngilizce, İngilizce yayınlarda ise geniş bir Türkçe özete yer verilmelidir. Özetlerden hemen sonra özetle aynı dilde ilk harfleri büyük olmak üzere küçük harflerle 6 kelimeyi geçmeyecek şekilde anahtar kelime sola dayalı olarak yazılmalıdır.

Giriş: Daha önce yapılmış temel araştırmalar ile çalışmanın önem, amaç ve konusunu belirten bir kompozisyon içermelidir. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmanın ileriki dönemlerde tekrarına imkân verecek düzeyde bilgi ve kaynak içerecek şekilde yazılmalı, makalede kullanılmış olan bütün yöntemler detaylı bir şekilde açıklanmalıdır. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölüm istenirse Bulgular ve Tartışma olarak iki kısımda da incelenebilir. Elde edilen bulgular verilmeli, gerekirse çizelge ve şekillerle desteklenerek açıklanmalıdır. Çizelgeler mümkün olduğunca istatistikî olarak ifade edilmelidir. Bulgular tartışılmalı, bulguların başka araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, nedenleri açıkça tartışılmalıdır. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Sonuç ve Öneriler: Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı önerilerle birlikte vurgulanmalıdır. Çalışma sonuçları net bir şekilde ifade edilmelidir. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Teşekkür: Gerekli ise mümkün olduğunca kısa olmalıdır. 'Times New Roman', 9 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Kaynaklar: Kaynaklar makale sonunda, yazarların soyadları esas alınarak alfabetik olarak ve orijinal dilinde 1,25 cm asılı olacak şekilde verilmelidir. 'Times New Roman', 10 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Kaynakların Veriliş Şekilleri

Makaleler

Kendirli, B., 2001. Harran ovası sulama birliklerinde antepfıstığının sulama planlaması. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi. 7: 114–120.

Wang, T.L., Domoney, C.L., Hedley, R., Grusak, M.A., 2003. Can we improve the nutritional quality of legume seeds. *Plant Physiol.* 131 (2): 886–891.

Dardeniz, A., Gökbayrak, Z., Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Beşer, K., 2008. Cane quality determination of 5BB and 140Ru grape rootstocks. *Europ. J. Hort. Sci.* 73 (6): 254–258.

Kitaplar

Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi: 1. 253 s. Ankara.

Kongre ve Sempozyumlar

Sabır, A., Özdemir, G., Bilir, H., Tangolar, S., 2005. Asma fidanı üretiminde iki farklı kaynaştırma ortamı ile bazı anaçların aşı başarısı ve fidan randımanına etkileri. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu. *Bildiriler Cilt: 2.* 440–445. 19–23 Eylül, Tekirdağ.

Tezler

Önder, M., 2012. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinde yıllık dal kalitesi ile kış gözü verimliliği arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 63 s.

İnternet

Eğer bir bilgi herhangi bir internet sayfasından alınmış ise (internetten alınan ve dergilerde yayınlanan makaleler hariç), kaynaklar bölümüne internet sitesinin ismi ve alım tarihi eksiksiz olarak yazılmalı, Türkçe olanlar "Anonim", İngilizce olanlar "Anonim" olarak isimlendirilmelidir.

Kaynakların Metin İçerisinde Veriliş Şekli

Tek yazarlı bir çalışma kaynak olarak verilecekse;

..... maddesi bitkilerde ölüme neden olmaktadır (Jansen, 2003).

Jansen (2003) tarafından, olarak bildirilmiştir.

İki yazarlı bir çalışma kaynak olarak verilecekse;

..... olarak bildirilmiştir (Jansen ve Danny, 2003).

Jansen ve Danny (2003)'ye göre,..... olarak bildirilmiştir.

Üç veya daha fazla yazar söz konusu ise;

..... olarak bildirilmiştir (Jansen ve ark., 2003).

Jansen ve ark. (2003)'na göre,..... olarak bildirilmiştir.

Metin içerisinde birden fazla kaynak gösterilecekse tarih sırasına göre verilmelidir;

..... olarak bildirilmiştir (Cochran, 1961; Landen, 2002).

Aynı yazarın aynı yılda birden fazla yayını metin içinde kaynak gösterilirse a ve b olarak ayrılmalıdır;

..... olarak bildirilmiştir (Jansen, 2003a; Jansen, 2003b).

Yazılan kaynak bir başka kaynaktan alınmış ise asıl kaynak cümle başına, alınan kaynak ise cümle sonuna yazılmalıdır.

Bakar (1952) tarafından bildirilmiştir (Gelir, 2003).

Şekil ve Çizelgeler

Çizelge dışında kalan fotoğraf, resim, çizim ve grafikler “Şekil” olarak verilmelidir. Şekiller net ve ofset baskı tekniğine uygun olmalı, resimler TIFF veya JPEG formatında olmalıdır. Her çizelge ve şekil, metin içinde atıf yapıldıktan sonra verilmelidir.

Tüm çizelge ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalıdır (Çizelge 1. ve Şekil 1.). Şekil ve çizelgeler yazım alanı dahilinde olmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde; şekil başlıkları ise şeklin altında, iki yana yaslı olmalı, çizelge ve şekil başlıkları ‘Times New Roman’, 10 punto olmalı koyu yazılmamalıdır. Çizelge ve şekillerdeki yazılar en fazla 8 puntoya kadar küçültülmelidir. Çizelge de açıklanmak istenen alt bilgiler 9 punto olarak verilmelidir.

Birimler ve Kısaltmalar

Kısaltma ve semboller metin içerisinde ilk kez kullanıldığında açıklanmalıdır. Kısaltmalar makalenin başlığında ve alt başlıklarında kullanılmamalıdır.

Formüller

Formüller sırasına göre numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak gösterilmelidir.

“COMU JOURNAL OF AGRICULTURE FACULTY” PUBLICATION ETHICS AND AUTHOR INSTRUCTIONS

Publication Ethics

“COMU Journal of Agriculture Faculty” publishes national and international original research articles in all areas of Agriculture as well as the scientific, technological modernity and the compilation method of works.

This journal is published twice in a year but this number can be changed in accordance with the decision of the “Editorial Board” of journal. Firstly, articles shall be subjected to prior review by the “Editor-in-Chief”. The “Editorial Board” is entitled to reject the article(s) not intended to be published in the journal. Articles have been taken into consideration are sent to the two potential reviewers of "Advisory Board" of the journal for peer-review. Acceptance of the articles for publication in accordance with the opinions of the reviewers is decided by the "Editorial Board". The publication order, received and accepted dates of article(s) taking into account are determined by the "Editorial Board" of journal.

Manuscript should be written in Turkish or English language. It must be clear and concise. A maximum of two articles with the same first name of an author will be published in the same journal. Copyright fees will not be paid to the published articles. All articles must be written according to the instructions of journal. Manuscripts that are not according to the writing rules and instructions of journal shall be returned to the corresponding author for revision. The postal and e-mail addresses of the corresponding author should be indicated at the end of the first page of the article. The nature of work of sending article should be explained by the corresponding author.

Corresponding author must submit two photo copies of article along with a signed certificate indicates that the work has not been published elsewhere and not sent for publication in another journal. The authors must also sign the "Copyright Form" which indicates that the “COMU Journal of Agriculture Faculty” has reserved all rights to publish their article(s). Manuscripts along with all the figures, photographs and tables must be sent through the email address of the journal for publication. If the article(s) are taken from the undergraduate, master, PhD theses or any project should be specified by a footnote at the end of article before the references. It is assumed that author(s) agree with the contents and form of the manuscript, and also responsible for the validity and originality of data contained therein.

Author Instructions

Articles should not exceed 8 pages and page margin should be prepared as 2.5 cm on each side. However, the number of pages can be increased in case of especially specified by the author(s) with the permission of 'Editorial Board' of journal. Paragraphs should be started with a space of 1.25 cm.

An article must consist of the following main headings submitted for publication in the journal;

- Title,
- Author (s) Information,
- Abstract,
- Keywords,
- Introduction,
- Materials and Methods,
- Results and Discussion (may also be submitted separately),
- Conclusions,
- Acknowledgments (if any),
- References,

Title: The first page should contain the full title in sentence case not exceeding 15 words. The first letter of each word in the title should be capitalized. The title must be written using ‘Times New Roman’ 14 font size, bold, single-spaced and center-justified on the page.

Author (s) Information: The full names of the authors (without specifying designation) should be written using ‘Times New Roman’, 11 font size, bold, single-spaced and center-justified on the page, and the first letter of author (s) first and last names should be capitalized. The mailing and email

addresses of the author (s) must be cited exponentially with the number on the end of the last character of the last names. Authors' addresses and the email address of the corresponding author should be written just below the names of author (s) as a footnote using 'Times New Roman', 9 font size and left-justified.

Abstract: Each of Turkish and English abstracts should not exceed 200 words. English abstract title should be written using 'Times New Roman', 12 font sizes and single-spaced as center-justified. Turkish and English abstracts should be prepared using 'Times New Roman', 10 font size and single-spaced as justified type. Article in Turkish should be included to a comprehensive abstract in English as to the article in English with a comprehensive abstract in Turkish.

Keywords: The first letters of each keyword should be capitalized following small letters written in the same language of abstract as left-justified. Keywords should not exceed 6 words.

Introduction: This section should provide information on importance of the problem and clear objective of the study. It must highlight background of the problem in the light of recent literature, hypothesis to be tested and objectives. All subsections and the text should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

Materials and methods: All procedures, analytical methods, experimental design and preliminary materials should be to the point and explicit. This part should also contain sufficient detail so that all procedures can be repeated. It can be divided into subsections if several methods are described, and all subsections and the text should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

Results and Discussion: This section may each be divided by subheadings or may be combined. The results from the experiment including their statistical detail should be presented graphically or in table form. In this section, results obtained should be recorded in text form and table data should not be repeated. Detailed discussion with relevant references preferably most recent citation should be included. Discussion should be logical and reflecting the originality of the contribution and findings discussed in the light of most recent literature. All subheadings and the text should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

Conclusions: This section should be brief and clearly explain the essence of the work highlighting its importance and relevance. It should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

Acknowledgments: If necessary, it should be as short as possible. All acknowledgments should be written using 'Times New Roman', 9 font size and single-spaced as justified type.

References: References should be provided at the end of the article alphabetically based on the authors' last names in its original language with a space of 1.25 cm. All references should be written using 'Times New Roman', 10 font size and single-spaced as justified type.

List of references should be arranged in the following style:

Journal articles

Tonguç, M., Erbaş, S., 2012. Evaluation of fatty acid compositions and seed characters of common wild plant species of Turkey. *Turk J Agric For* 36: 673–679.

Tuna, M., Vogel, K.P., Arumuganathan, K., Gill, K.S., 2001. DNA content and ploidy determination of bromegrass germplasm accessions by flow cytometry. *Crop Sci* 41: 1629–1634.

Dardeniz, A., Gökbayrak, Z., Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Beşer, K., 2008. Cane quality determination of 5BB and 140Ru grape rootstocks. *Europ. J. Hort. Sci.* 73 (6): 254–258.

Books

Shredin, J., White, E.B., 2009. *Application of Probiotics in Poultry Production*. 1st ed. McNamara, New York, USA.

Dole, J.M., Wilkins, H.F., 2005. *Floriculture: Principles and Species*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall.

Conference proceedings

Dobermann, A., 2007. Nutrient use efficiency–measurement and management. In: Krauss A, Isherwood K, Heffer P, editors. *Proceedings of the IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices*, 7–9 March 2007; Brussels, Belgium. Paris, France: International Fertilizer Industry Association, pp. 1–28.

Theses

Tefon, B.E., 2012. Towards whole cell immunoproteome and subproteomes of Bordetella pertussis. PhD, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

Internet

If information is taken from any web page on internet (except articles taken from internet and published in journals), the complete address of web site and acquisition date must be written in reference section, and it should be named as “Anonim”.

Figure and Tables

All illustrations (photographs, drawings, graphs, etc.), not including tables, must be labelled “Figure.” Figures must be neat, clear and according to the offset printing technique while the photographs must be in TIFF or JPEG format. Each table and figure should be cited after referring to the text.

All tables and figures should be cited in a consecutive order throughout the paper (Table 1., Figure 1.). Figures and tables must be located within the writing portion. Table titles should be justified on its upper side as to the figure captions just below the figures. The font used in table and figure headings should be ‘Times New Roman’, 10 font size but not written bold. Tables and figures, including caption, title, column heads, and footnotes should be no smaller than 8 font size. The tables and figures themselves should be given at the end of the text only, after the references, not in the running text.

Symbols and Abbreviations

Abbreviations and symbols used in the text first time should be described. Abbreviations must not be used in the title and subheadings of the article.

Formulas

Formulas should be in consecutive order and the number of formula should be shown beside itself as right-justified.