





ISSN: 2147–8384
e-ISSN: 2564–6826

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi

(COMU Journal of Agriculture Faculty)

Cilt (Volume): 11 Sayı (Issue): 1 Yıl/Year: 2023

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

Prof. 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, Zootečni

Prof. Dr. Muhamed BRKA, Zootečni

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 2023, 11(1):1–205

İçindekiler/Contents

- Somali Koşullarında Yetiştirilen Farklı Papaya Çeşitlerinin Fenolojik Özellikleri ve Verim Performansları.....1
Phenological Characteristics and Yield Performances of Different Papaya Varieties Cultivated in Somali
Hafid Elmi Ahmed, Hakan Engin
- Yenilebilir Peyzajlar: Meyvesi Yenilebilen Bitki Türlerinin Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanıma Uygunluğu.....11
Edible Landscapes: Suitability of the Use of Plant Species with Edible Fruits in Landscape Architectural Practices
Tutku Ak, Zehra Güneş
- Türkiye’de Uygulanmış Arazi Toplulaştırma Projelerinin Kırsal Kalkınmaya Etkisi Bakımından Değerlendirilmesi.....18
Evaluation of Land Consolidation Projects Implemented in Terms of Their Effects on Rural Development in Türkiye
Halil Burak Akdeniz, Şaban İnam, Tayfun Çay
- Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Salkım ve Tane Özellikleri ile Olgunluk Kriterlerinin Belirlenmesi.....31
Determination of Cluster and Berry Characteristics and Maturity Criteria of Some Table Grape Varieties
Çiğdem Altın Dünya, Alper Dardeniz
- Sofralık Domates Üretiminde Gelir, Verim ve Maliyet Faktörlerinin Farklılık Analizleri: Çanakkale İli Örneği.....46
Difference Analysis of Income, Yield and Cost Factors in Table Tomato Production: Çanakkale Province Example
Eylem Durmuş, Arif Semerci
- Gönen Ovası’nda Yetiştirilen ‘Hayward’ Kivi Çeşidinin (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) Kalite Kriterleri ve Muhafaza Performansı.....58
Quality Criteria and Storage Performance of ‘Hayward’ Kiwifruit (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) Cultivated in Gonen Plain
Neslihan Ekinci, Serpil Varlı Yunusoğlu, Murat Çelik



- Evaluation of Physiological and Yield Traits of Some Bread Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) Grown in Different Environments.....66
Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Fizyolojik ve Verim Özelliklerinin Değerlendirilmesi
Ali Erkul, Feride Öncan Sümerz, Aydın Ünay
- Molecular Identification of the Invasive Species, *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Lygaeidae) in Türkiye.....75
Türkiye’de İstalacı bir tür olan *Nysius cymoides* (Hemiptera: Lygaeidae)’in Moleküler Tanımlaması
Hanife Yandayan Genç, Ceren Saran
- Bazı DSİ Bölgelerindeki Sulama Oranları ve Sulanmayan Alanların Sulanmama Nedenleri.....87
Irrigation Rates in Some State Hydraulic Works Regions and the Reasons for Non-Irrigated Areas
Muhammet İkbâl Gümüş, Murat Tekiner
- Agricultural Land Use Classification Using Vegetation Indices, PCA, and Google Earth Engine: Case Study of Söke/Aydın.....96
Vejetasyon İndeksleri, Ana Bileşenler Analizi ve Google Earth Engine Kullanılarak Tarımsal Alan Kullanım Sınıflandırması: Söke/Aydın Örneği
Melis İnalpulat, Neslişah Civelek, Metin Uşaklı, Levent Genç
- Maş Fasulyesi Tohumlarında *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Erginlerinin Beslenme Miktarı ve Çimlenme Özelliklerine Etkileri.....105
Feeding Quantity of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Adults in Mung Bean Seeds and Effects on Germination Characteristics
Ruziye Karaman, Cengiz Türkay, Şeyma Yumak, Ali Kemal Birgücü
- Machine Learning in Water Resources Management: Paddy Rice Irrigation Case Study.....112
Su Kaynakları Yönetiminde Makine Öğrenmesi: Çeltik Sulaması Uygulama Örneği
Ünal Kızıl, Hakkı Fırat Altınbilek
- Çanakkale’de Limoni Servilerde Kanser Etmeni *Seiridium cardinale*’nin Yaygınlığının Saptanması, Morfolojik ve Patojenik Karakterizasyonu123
Prevalence, Morphological and Pathogenic Characterization of *Seiridium cardinale* Associated Canker in Goldcrest Cypress in Çanakkale
Arjin Öndeş, Figen Mert
- Gökçeada Zeytin Çeşidinin Pomolojik Özellikleri.....132
Pomological Characteristics of Gökçeada Olive Variety
Esra Rüveyda Özdemir, Mehmet Ali Gündoğdu, Murat Şeker
- Çanakkale İlinde Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae)’nin Kışlama Durumu ve Mevsimsel Uçuşu.....139

Overwintering and Seasonal Flight of Olive Fly (*Bactrocera oleae* Gmelin, Diptera: Tephritidae) in Çanakkale Province
Ali Özpınar, Talha Çam

Yarı Humid Ekolojik Koşullar Altında Toprak Erozyon Duyarlılık Çalışmalarında Fuzzy-Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı.....148
Fuzzy-Analitic Hierarchy Process Approach in Soil Erodibility Studies under Semi-Humid Ecological Conditions
Sena Pacci, Muhammet Emin Saflı, Orhan Dengiz

Bayramiç Beyazı Nektarinlerde Fungisit Kalıntılarının Belirlenmesi ve Tüketiciler İçin Risk Değerlendirmesi.....166
Determination of Fungicide Residues in Bayramiç Beyazı Nectarines and Risk Assessment for Consumers
Elif Betül Serbes, Osman Tiryaki

Rhizobium tropici Bakterisi ile Enfekte Edilen Fasulye Bitkisinin Azot Kısıtlanan Perlit Kültürü Koşullarındaki Gelişimi.....177
Development of Bean Plant Infected with *Rhizobium tropici* in Nitrogen-Restricted Perlite Culture Conditions
Onur Sinan Türkmen, Seçkin Kaya

Determining the Irrigation Performance of Solar Panels Operating with a Sun Tracking System.....182
Güneş Takip Sistemli Solar Panellerinin Sulamadaki Performansının Belirlenmesi
Muzaffer Yücel, Murat Yıldırım, Umut Mucan

Çanakkale Yöresinde Oluşmuş İki Toprak Profilinin Genesisi ve Bazı Özellikleri.....194
Genesis and Some Characteristics of the Two Soil Profiles Formed in the Çanakkale Region
Aykut Yüksel, Uğur Tunç, Hüseyin Ekinci

Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Farklı Dönemlerde Toplanan Salamura Amaçlı Yaprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi.....206
Determination of Some Physical and Chemical Properties of Leaves Used for Pickling in Different Periods of Sultana Seedless Grape Varieties
Harun Çoban



Araştırma Makalesi/Research Article

Somali Koşullarında Yetiştirilen Farklı Papaya Çeşitlerinin Fenolojik Özellikleri ve Verim Performansları

Hafid Elmi Ahmed¹ 

Hakan Engin^{1*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100/Çanakkale.

* Sorumlu yazar: hakanengin@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.04.2022

Kabul Tarihi: 28.09.2022

Öz

Çalışma, 2019-2020 arasında Somali'nin Shabelle bölgesindeki Afgoye şehrinden 10 km uzakta açık alanda yürütülmüştür. Araştırmada, Somali koşullarında farklı papaya çeşitlerinin fenolojik özellikleri ve verim açısından gösterdikleri performansları belirleyerek, üreticiye uygun çeşit önermek amaçlanmıştır. Denemede materyal olarak dişi ve erkek ağaç oranının dengelenmesine ihtiyaç duymaksızın, üreticilerin yetiştirebilecekleri, ihracatta tercih edilen ve hermafrodit çeşit olan 'Eksotika II' ve yerel bir çeşit olan 'Somali Papaya' kullanılmıştır. Hermafrodit çeşit 'Eksotika II' Malezya Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'den (MARDI) temin edilmiştir. 'Eksotika II' ve 'Somali Papaya' tohumları maxpeat torf içeren 7x9'luk viyollerde çimlendirilerek gelişmeleri sağlanmıştır. Boyları 50 cm'e ulaşan papaya fidanları 3x3 metre olacak şekilde bahçeye dikilerek yetiştirilmiştir. 'Eksotika II' papaya ağaçları ve 'Somali Papaya' yerel çeşidinin dişi ağaçlarında ağaç yüksekliği (cm), gövde kalınlığı (cm), ağaç başına yaprak sayısı (adet), dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün), çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre (gün), ağaç başına meyve ağırlığı (kg) ve meyve tutumu (adet/ağaç), değerleri araştırılmıştır. *In vivo* ortamda, 'Eksotika II' ve 'Somali Papaya' çeşidinin tohumları 15 gün içerisinde çeşide bağlı olarak % 58 (Eksotika II) ile % 67 (Somali Papaya) arasında çimlenme göstermişlerdir. Ağaç yüksekliği, dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre, çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre, ağaç başına meyve ağırlığı ve meyve tutumu değerleri 'Eksotika II' ve 'Somali Papaya' çeşidinin dişi ağaçlarında birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Gövde kalınlığı ve ağaç başına yaprak sayısı bakımından 'Eksotika II' çeşidi yerel çeşide göre daha yüksek değerlere sahiptir. Ağaç başına meyve ağırlığı en yüksek çeşit 41.17 kg ile 'Eksotika II' papaya' çeşididir. 'Somali Papaya' yerel çeşidi (dioik) papaya ağaçlarından verim alınabilmesi için gerekli olan dişi ve erkek ağaç oranı yaklaşık 93 gün (dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre) sonra belirlenebilmektedir. Çiçek yapılarına göre dişi veya erkek olduğu belirlenen ağaçlar arasından dişi ağaçlar ile verimsiz erkek ağaçların %25'ini bırakılarak diğerlerinin teklendiği 'Somali Papaya' sı gibi dioik çeşitlerin yerine, 'Eksotika II' çeşidi papaya yetiştiricilere önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eksotika II, Hermafrodit, Papaya, Somali.

Phenological Characteristics and Yield Performances of Different Papaya Varieties Cultivated in Somali

Abstract

The study was carried out in an open field 10 km away from Afgoye city in Shabelle region of Somalia between 2019 and 2020. In this study, it was aimed to propose a suitable variety to the producer by determining the performance of different papaya varieties in terms of phenological properties and yield under Somalia conditions. In the experiment, without the need to balance the ratio of male and female trees and hermaphrodite variety 'Exotica II' and a local variety 'Somali Papaya' were used, which producers can grow and preferred for export. Hermaphrodite cultivar 'Exotica II' was obtained from Malaysia Agricultural Research and Development Institute (MARDI). The seeds of 'Exotica II' and 'Somali Papaya' were germinated in 7x9 viols containing maxpeat peat and their development was ensured. Papaya seedlings reaching 50 cm in length were grown by planting in the garden as 3x3 meters. Tree height (cm), trunk thickness (cm), number of leaves per tree, time from planting to first bloom (days), time from first bloom to harvest (day), fruit weight per tree (kg) and fruit set (number/tree) values were investigated in 'Exotica II' papaya trees and female trees of 'Somali Papaya' local

variety. *In vivo*, the seeds of the 'Exotica II' and 'Somali Papaya' cultivars germinated between 58% (Exotica II) and 67% (Somali Papaya) depending on the variety within 15 days. Tree height, time from planting to first flowering, time from blooming to harvest, fruit weight per tree and fruit set values were similar to each other in female trees of 'Somali Papaya' and 'Eksotika II'. In terms of trunk thickness and number of leaves per tree, it was determined that the 'Eksotika II' cultivar had higher values than the local cultivar. The cultivar with the highest fruit weight per tree is 'Exotica II' papaya' with 41.17 kg. The ratio of male and female trees required for yielding the 'Somali Papaya' local variety (dioic) papaya trees can be determined after 93 days (the time from planting to the first flowering). Among the trees that are determined to be male or female according to their flower structures, the 'Exotica II' variety is recommended to papaya growers instead of dioic varieties such as 'Somali Papaya' that are left the female and 25% of unproductive male trees.

Keywords: Eksotika II, Hermaphrodite, Papaya, Somalia.

Giriş

Papaya (*Carica papaya* L.), tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilen en önemli meyve türlerinden biridir. Caricaceae familyasına ait olan papayanın, *Carica*, *Jacaratia*, *Jarilla* ve *Cylicomorpha* olmak üzere dört farklı cinsi bulunmaktadır. Somatik kromozom sayısı 18 olan dikotiledon bir bitkidir (Nakasone ve Paull, 1998). Papaw, pawpaw (Avustralya'da) ve Mamao (Brezilya'da) olarak da bilinen papaya, tropik meyve türleri arasında muz, mango ve ananastan sonra dünyada en çok tüketilen meyvedir (Ahmed ve Engin, 2021). Amerika'da *C.papaya*'nın kökeninin farklı olduğu düşünülse de *C. papaya*'nın doğu ve orta Amerika, Meksika ve Panama'ya kadar uzanan dağlık bölgelerden yayıldığı tahmin edilmektedir (Borokini, 2011). XI. yüzyılda İspanyol keşifleri sırasında Karayip adaları ve Güneydoğu Asya'ya, oradan da Afrika ve Pasifik'e kadar yayılım göstermiştir (Villegas ve Adelson, 2000). XIII. yüzyılın başlarında Hawai'de tüketilmeye başlanmış ve 1948 yılında ihraç edilen bir meyve türü olmuştur (Fitch, 2005).

Papaya meyvesinin besin değerinin çok yüksek olduğu ve yaygın olarak tüketilen 35 meyve arasında antioksidan vitaminler (A, C ve E), tiamin, folat, riboflavin, niasin, potasyum, demir, kalsiyum ve lif için önerilen günlük alım yüzdesine göre ilk sırada yer aldığı bildirilmektedir (Chandrika ve ark., 2003; Ming ve ark., 2008). Papaya meyvesi genellikle taze olarak tüketilmekle birlikte içeceklerde de kullanılmaktadır. Gıda sanayinde sakız üretimi ve sütün pıhtılaşması için gıda işlemede yaygın olarak kullanılan papain (EC: 3.4.22.2) adlı bir proteolitik enzim üretir. Papain ayrıca sindirime yardımcı olmak, şişliği azaltmak, ateş ve ülser tedavisi gibi çok çeşitli tıbbi uygulamalarda kullanılabilir. Ayrıca kimya ve ilaç endüstrilerinde sabun, şampuan, losyon, cilt bakım ürünleri ve diş macunlarının yapımında da kullanılmaktadır (Aravind ve ark., 2013).

Günümüzde tropik ve subtropik iklime sahip yaklaşık 50 farklı ülkede papaya yetiştiriciliği yapılmaktadır (McGuire, 2013; Williams ve ark., 2013). Türkiye'nin başta Akdeniz Bölgesi olmak üzere subtropik bölgeleri papaya yetiştiriciliği açısından potansiyele sahip görülmektedir. Papayanın hızlı gelişebilmesi, yüksek adaptasyon yeteneği, kolay yetiştirilebilmesi ve çok kısa sürede ekonomik getirisinin olması bu meyve türünün yetiştiriciliğinin Türkiye'nin subtropik bölgelerinde yaygınlaşmasını sağlayabilir. Papaya tropik bir meyve türü olmasına rağmen, subtropik iklim koşullarında da ekonomik bir şekilde yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Allan, 2005).

Papaya yetiştiriciliğinde sıcaklık ve nem en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Gelişme dönemi boyunca aylık yağışın 100 mm'nin ve oransal nemin % 65'in üzerinde olması yetiştiricilik açısından önem taşımaktadır (Storey, 1969). Papaya, gelişme döneminde özellikle de dikim ve sonrası, çiçeklenme ve meyve tutumundan sonra düzenli bir sulamaya ihtiyaç duymaktadır. Toprağın sürekli nemli olmaması, çiçek ve meyve dökümlerine neden olmaktadır (Kumar ve Kumar, 2016). Tavsiye edilen sulama yöntemleri damla ve yağmurlama sulamadır. Hızlı gelişen ve büyüyen bir meyve olan papayadan, kaliteli iyi verim alınabilmesi, gelişme dönemlere göre gübre verilmesine bağlıdır (Villegas, 1997). Papaya dikimi öncesi çiftlik gübresi uygulanmalı, toprağın fiziksel yapısı düzenlenmeli ve su tutma kapasitesi artırılmalıdır (Allan ve Carlson, 2007). Papaya yetiştiriciliğinde diğer meyve türlerinde olduğu gibi bir budama uygulaması yapılmamaktadır. Gelişim periyodu boyunca sadece, kurumuş ve yaşlanmış yapraklar kesilerek çıkarılmaktadır (Mulyoutami ve ark., 2009). Papaya meyveleri hasattan sonra olgunlaşabilmektedir. Bir başka ifade ile klimakterik özellik göstermektedir. Bu nedenle hasadın erken yapılması meyve kalite özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır. Hasat zamanının belirlenmesinde meyve eti sertliği, kuru madde miktarı ve meyve kabuk rengi en önemli kriterleri oluşturmaktadır (Carvalho ve ark., 2014).

Papaya üretiminin yapıldığı bölgelerde yüzlerce farklı tip ve çeşit bulunmasına rağmen, yetiştiriciliği yapılan çeşit sayısının oldukça az olduğu ve ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan papaya çeşitlerinin, 'Solo', 'Sunrise Solo', 'Tainung' ve 'Red Lady' olduğu ifade edilmektedir (Villiers, 1999). Papaya, çok yıllık, yarı odunsu tek bir gövdeye sahip ve 8m dikine büyüyeabilen bir meyve türüdür (Morton, 1987). Papaya çiçeklerinin özelliklerine göre farklı cinsiyet durumları ortaya çıkmaktadır. Erselik, erkek ve dişi çiçekler ayrı bitkilerde (trioecism) bulunmaktadır. Başka bir ifade ile erselik çiçekli bitkiler, erkek bitkiler ve dişi bitkiler olmak üzere cinsiyet bakımından farklı üç ayrı grup bitki bulunmaktadır (trioecious). Dallanmış şekilde çok fazla çiçek taşıyan ve her çiçekde bir tane anter bulunan fakat dişi organı bulunmayan erkek papaya ağaçları verimsizdir. Erkek papaya ağaçlarında bulunan çiçeklerin erkek organları fonksiyonel olduğundan tozlanmayı sağlar. Yapışkan kümeler halinde üretilen çiçek tozu, böcekler tarafından dişi çiçeklere taşınır (Chan, 1995). Dişi papaya ağaçları, kısa sapları üzerinde her biri tamamen gelişmiş bir pistile sahip dişi çiçekleri taşır. Dişi ağaçlar üzerinde bulunan çiçekler, tozlanma ve döllemeden sonra gelişerek papaya meyvesini oluşturur. Nadir sayıda papaya ağacı ise erselik (biseksüel) çiçeklere sahiptir. Günümüz yetiştiriciliğinde iyi bir verim alabilmek için biseksüel çiçeklere sahip papaya ağaçları, erkek ve dişi ağaçların yerini almaktadır. Erselik papaya ağaçlarının çoğu fonksiyonel dişi ve erkek organlara sahiptir. Çiçek açılmazsa bile anterler açılıp çiçek tozları stigma üzerine dağılır ve meyve tutumu olur (Ahmed ve Engin, 2021). İlk olarak, Hawaii Araştırma Merkezinde, 'Solo' papaya ağaçlarının biseksüel çiçeklere sahip olduğu araştırmacıların dikkatini çekmiştir. 'Solo' dişi papaya ağaçlarında meyveler yuvarlak, biseksüel ağaçlarda ise armut şeklindedir (Villiers, 1999). Hawaii'de ıslah yoluyla geliştirilen biseksüel papaya meyvesine "Solo" adı verilmiştir. Daha sonrasında biseksüel 'Solo' standart papaya çeşidi haline gelmiş ve bunu günümüzde biseksüel papaya 'Eksotika' ve 'Eksotika II' çeşitleri takip etmiştir.

Ticari papaya yetiştiriciliği için biseksüel çeşitler tercih edilmelidir. Erkek papaya ağaçlarının meyve vermedikleri için ekonomik açıdan faydaları yoktur. Üretim maliyetini artıran bu tip ağaçların bahçeden uzaklaştırılmaları gerekmektedir. Fakat papaya ağaçlarının cinsiyeti fenotipik olarak çiçeklenme öncesinde belirlenemez. Papaya, Somali'de muzdan sonra en çok üretilen meyve türü olmasına rağmen, anket çalışmaları haricinde bugüne kadar Somali'de Papaya ile ilgili kayıtlı bilimsel bir çalışma yapılmamıştır. Papaya üreticileri yerel bir çeşit olan 'Somali Papaya'sı yetiştirmektedirler. 'Somali Papaya'sında erkek ve dişi çiçekler ayrı ağaçlar üzerinde bulunmaktadır (dioecious). 'Somali Papaya'sının erkek (male) ağaçlarında, erkek çiçekler meydana gelmesine rağmen, nadiren de olsa erkek çiçekte iz halinde bulunan yumurtalığın gelişmesiyle ekonomik değeri olmayan küçük meyveler oluşmaktadır (Ahmed ve Engin, 2021). Dişi (female) ağaçlar ise sadece dişi çiçekleri meydana getirmektedir. Verim alınabilmesi için dişi ve erkek ağaç oranının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ağaçların cinsiyetleri ilk çiçekler meydana gelince belli olmaktadır. Dişi ve erkek ağaç oranı sağlamak için her çukura iki veya üç bitki dikmek ve tozlanma tamamladıktan sonra verimsiz erkek ağaçların %25'ini bırakmak suretiyle teklemeye (erkek ağaçların kesilerek bahçeden uzaklaştırılması) uygulaması yapılmaktadır. Bu çalışmada, papaya yetiştiriciliğinin en büyük sorunlardan biri olan cinsiyet belirlenmesi ve 'Eksotika II' (biseksüel çeşit) ile yerel 'Somali Papaya'sının (dioik çeşit) bazı fenolojik özellikleri ile verim açısından gösterdikleri performansları ortaya koymak hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali

Çalışma 2019-2020 arasında Somali'nin Shabelle bölgesindeki Afgoye şehrinde papaya (*Carica papaya* L.) çeşitlerinde yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü bölgede ortalama sıcaklık 27°C ve nem oranı %70 ile %80 arasında değişim göstermektedir. Araştırmada biri yerel (Somali Papaya) olmak üzere iki farklı papaya çeşidi kullanılmıştır. İkinci çeşit (Eksotika II) Malezya Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'den getirilmiştir. Eksotika II (Şekil 1A) ve Somali Papaya (Şekil 1B) tohumları açık ortamda, maxpeat torf içeren 7x9'luk viyollere ekilmiş (Şekil 1C) ve çimlendirilmiştir (Şekil 1D). Yaklaşık 50 cm'e ulaşan papaya fidanları (Şekil 1E) 3x3 metre olacak şekilde bahçeye dikilerek yetiştirilmiştir (Şekil 1F).

'Somali Papaya' yerel çeşidi, bodur olduğu için hasadı daha kolay olan çeşittir. Yetiştiriciliği, Somali'de küçük toprak sahipleri ve orta ölçekli çiftlikler arasında oldukça yaygındır. Tohumların çimlenmesinden 7 ay sonra meyve vermeye başlayan ağaçlar yaklaşık 3 yıl boyunca meyve vermeye

devam eder. Ağaçlar sürekli meyve verdiği için yıl boyunca hasat devam etmektedir (Ahmed ve Engin, 2021).

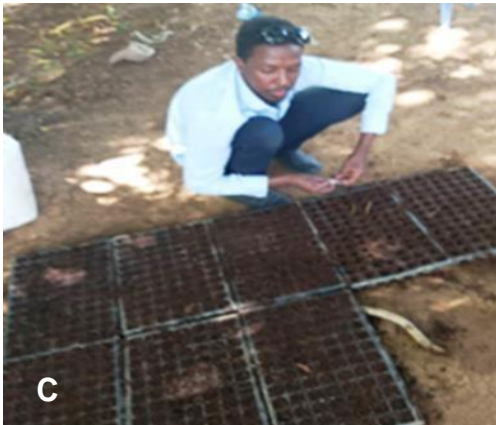
'Eksotika II' çeşidi, yeni bir Malezya papaya çeşididir. 'Eksotika', 'Sunrise Solo' ve 'Subang 6' çeşidinin bir melezidir ve hat 20 olarak da adlandırılmaktadır. Malezya Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (MARDI) tarafından 7 yıllık ıslah ve seleksiyondan sonra geliştirilmiştir. Malezya'nın ekonomik açıdan en önemli meyvelerinden biri olan 'Eksotika II', sadece Malezya iç ticareti için üretilmekle kalmamakta, aynı zamanda papaya ana ithalatçıları olan Singapur ve Hongkong'a da ihraç edilmektedir (Ali., 2011). Erselik çiçek yapısına sahip olan 'Eksotika II' papaya ağaçları fonksiyonel dişi ve erkek organlara sahiptir.

Papaya Çiçek/Ağaç Yapısı ve Tekleme Uygulaması

Papaya fidanları cinsiyet durumlarına göre üç farklı (erkek, dişi ve biseksüel) ağaç meydana getirmektedirler. Araştırmamızda kullanılan 'Somali Papaya' yerel çeşidinin erkek ağaçlar (Şekil 2A), sadece çiçek tozu üreten erkek çiçekleri (Şekil 3A) meydana getirir ve meyve vermezler. Papaya yetiştiriciliğinin belirli bir aşamasında bu verimsiz erkek ağaçlar, büyük bıçaklar yardımıyla gövdenin toprağa yakın bölgesinden kesilerek tekeme uygulaması yapılmaktadır (Şekil 2D).

'Somali Papaya'sının dişi ağaçları (Şekil 2B) sadece dişi çiçekleri (Şekil 3B) meydana getirirler ve tozlanma gerçekleşmediğinde yenilmeyen küçük meyveleri oluştururlar.

Çalışmamızda yer alan ikinci çeşit olan 'Eksotika II' papaya ağaçları fonksiyonel dişi ve erkek organlara sahiptir. Bu çeşidin biseksüel ağaçları (Şekil 2C) hem erkek organları hem de dişi organı ve yumurtalıkları bulunan çiçekleri (Şekil 3C) meydana getirirler.





Şekil 1. 'Somali Papaya' ve 'Exotika II' papaya çeşitlerinin gelişim dönemleri. A) . 'Exotika II' tohumları. B) 'Somali Papaya' tohumları. C) Maxpeat torf içeren 7x9'luk viyollere ekimi yapılmış papaya tohumları. D) Çimlenmiş papaya tohumları. E) Yaklaşık 50 cm'lik papaya fidanı. F) 3x3 m aralıklarla yetiştirilmiş papaya ağaçları.

Figure 1. Developmental periods of 'Somali Papaya' and 'Exotika II' papaya cultivars. A) . 'Exotika II' seeds. B) 'Somali Papaya' seeds. C) Papaya seeds sown in 7x9 viols containing Maxpeat peat. D) Germinated papaya seeds. E) Papaya seedlings of about 50 cm. F) Papaya trees grown in 3x3 m spacings.

'Exotika II' papaya ağaçların çiçekleri kendi kendine tozlanabilir ve kaliteli meyveler elde edilebilir. Çalışmamızda 'Somali Papaya' çeşidinin erkek ve dişi orantısını kurmak için her çukura üç tane fidan dikimi yapılmış ve çiçeklenme döneminde tekleme yaparak her çukurda tek bir bitki bırakılmıştır (Şekil 2D).





Şekil 2. 'Somali Papaya' ve 'Eksotika II' papaya çeşitlerinin ağaçları. A) 'Somali Papaya'sının erkek (male) ağaçları. B) 'Somali Papaya'sının dişi (female) ağaçları. C) 'Eksotika II' papaya ağaçları. D) 'Somali Papaya'sının erkek (male) ağaçlarına yapılan tekleme uygulaması.

Figure 2. Trees of 'Somali Papaya' and 'Exotika II' papaya cultivars. A) Male trees of the 'Somali Papaya'. B) Female trees of the 'Somali Papaya'. C) 'Exotika II' papaya trees. D) Cutting off two trunk to male trees of 'Somali Papaya'.

Ölçümler

'Eksotika II' ve 'Somali Papaya' yerel çeşidine ait tohumların çimlenme oranı, *In vivo* ortamda 15 günlük bir zaman dilimi sonunda çimlenen tohumların % olarak orandır. Deneme alanına her iki papaya çeşidinden 60 adet fidan dikilmiş ve tekleme uygulaması tamamlandıktan sonra her iki papaya çeşidinde de 15'er ağaç üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. 'Somali Papaya' ve 'Eksotika II' papaya çeşitlerinde görülen farklı çiçek tipleri. A) 'Somali Papaya'sının erkek çiçekleri. B) 'Somali Papaya'sının dişi çiçekleri. C) 'Eksotika II' papaya hermafrodit çiçek.

Figure 3. Different flower types seen in 'Somali Papaya' and 'Exotika II' papaya cultivars. A) Male flowers of 'Somali Papaya'. B) Female flowers of 'Somali Papaya'. C) 'Exotika II' papaya hermaphrodite flower.

Ağaç yüksekliği, toprak yüzeyinden tepe noktasına kadar olan boyları cm olarak ölçülmüştür (Şekil 4A). Gövde kalınlığı, toprak yüzeyinin 1 m üstünden gövde çevresi (cm) ölçülerek belirlenmiştir. Yaprak sayıları, ağaçlar üzerindeki tüm yapraklar sayılarak adet olarak belirlenmiştir. Dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün), çiçeklenmeden hasada (Şekil 4B) kadar geçen süre (gün), ağaç başına meyve ağırlığı (kg) ve meyve tutumu (adet/ağaç), değerleri hesaplanmıştır.

Ölçümler, ‘Somali Papaya’ yerel çeşidinin dişi ağaçları ve ‘Eksotika II’ papaya ağaçları üzerinde yapılmıştır.



Şekil 4. Papaya ağaçlarında ölçüm ve hasad. A) Ağaç yüksekliği ölçümü (Eksotika II). B) ‘Somali Papaya’ sının olgunlaşmış meyveleri.

Figure 4. Measurement and harvesting of papaya trees. A) Tree height measurement (Exotika II). B) Ripe fruits of ‘Somali Papaya’.

İstatistiksel analizler

Deneme tesadüf bloklar deneme tertibine göre yapılmıştır. Elde edilen veriler SAS® istatistik programı yardımıyla varyans analizine tabi tutularak “Asgari Önemli Farklılık” (LSD) çoklu karşılaştırma testiyle %5 düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı papaya (*Carica papaya* L.) çeşitlerine ait tohumlarının çimlenme oranının *in vivo* şartlarda % 3,3 ile % 70,7 *in vitro* şartlarda ise % 70,3 ile % 74 arasında değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir (Bhattacharya ve Khuspe, 2001). *In vivo* ortamda, maxpeat torf içeren viyollere ekilen ‘Eksotika II’ ve ‘Somali Papaya’ çeşidinin tohumları yaklaşık 2 hafta içerisinde çimlenmişlerdir. Bu süre zarfında çeşide bağlı olarak % 58 (Eksotika II) ile % 67 (Somali Papaya) arasında çimlenme gözlemlenmiştir.

‘Eksotika II’ ve ‘Somali Papaya’ çeşidinin dişi ağaçlarında ağaç boyu, dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre, çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre, ağaç başına meyve ağırlığı ve meyve tutumu değerleri birbirine benzer sonuçlar vermiştir ($p < 0,05$). Gövde çevresi ve ağaç başına yaprak sayısı değerlerinin istatistiksel anlamda önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. ‘Eksotika II’ papaya ağaçları ve ‘Somali Papaya’ yerel çeşidinin dişi ağaçlarında ağaç boyu (cm), gövde çevresi (cm), ağaç başına yaprak sayısı (adet), dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün), çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre (gün), ağaç başına meyve ağırlığı (kg) ve ağaç başına meyve sayısı (adet/ağaç) değerleri çizelge 1’de verilmiştir. Gövde çevresi ve ağaç başına yaprak sayısı bakımından ‘Eksotika II’ çeşidi, yerel çeşide göre daha yüksek değerlere sahiptir (Çizelge 1).

Table 1. Tree height (cm), stem thickness (cm), number of leaves per tree (pieces), time from planting to first flowering (days), time from flowering to harvest (days), fruit weight per tree (kg) and fruit number per tree (pieces/tree) of Eksotika II’ and ‘Somali Papaya’ cultivars.

Çizelge 1. Eksotika II' ve 'Somali Papaya' çeşidinin ağaç yüksekliği (cm), gövde kalınlığı (cm), ağaç başına yaprak sayısı (adet), dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün), çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre (gün), ağaç başına meyve ağırlığı (kg) ve ağaç başına meyve sayısı (adet/ağaç) değerleri.

Ölçümler	Çeşitler		
	Eksotika II	Somali Papaya	LSD
Ağaç boyu (cm)	224.33	205.80	39.64 Ns
Gövde çevresi (cm)	46.67	39.67	5.73**
Ağaç başına yaprak sayısı (adet)	40.0	28.0	5.7**
Çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün),	109.00	93.30	28.27 Ns
Çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre (gün)	157	148.33	32.12 Ns
Ağaç başına meyve ağırlığı (kg)	41.177	40.53	27.37 Ns
Ağaç başına meyve sayısı (adet/ağaç)	43.33	42.67	11.93 Ns

* Önemli, ** Çok Önemli, Ns (Önemsiz) LSD (En Az Anlamlı Fark)

Araştırma kapsamında, 'Eksotika II' ve 'Somali Papaya' çeşidinin dişi ağaçlarında ağaç yüksekliği (cm) farklılıklarının önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. En uzun ağaçlar ortalama 224 cm ile 'Eksotika II' papaya çeşidinde tespit edilirken, en kısa boylu ağaçlar 205 cm ile 'Somali Papaya' çeşidinin dişi ağaçlarında belirlenmiştir (Çizelge 1). Papaya ağaçlarının boy gelişimi üzerine 2014 yılında yapılan bir araştırmada ağaç yüksekliğinin iklime göre değişiklik gösterebileceği ifade edilmekle birlikte, çeşit faktörünün ana etken olduğu bildirilmektedir. 'Sunrise Solo' papaya çeşidinde ortalama 237 cm ölçülen ağaç boyu, bodur gelişim gösteren 'Pusa' çeşidinde yaklaşık yarısı kadardır (Das ve Dinesh, 2014).

Gövde çevresi karşılaştırıldığı zaman her iki papaya çeşidine ait ortalamalar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Gövde çevresi en fazla olan çeşit 'Eksotika II' (46,6 cm) ve en az olan çeşit 'Somali Papaya' (39,6) yerel çeşididir. Papaya yetiştiriciliğinde kalın gövdeye sahip olan çeşitlerin daha büyük meyvelere sahip oldukları ifade edilmektedir (Tulasigeri ve ark., 2017).

'Eksotika II' çeşidi ağaçlarında ortalama 40 yaprak tespit edilirken, bu sayı 'Somali Papaya' çeşidinde ortalama 28 adettir. Her iki çeşit arasında ağaç başına yaprak sayısı değerlerine ait ortalamalar istatistiksel anlamda önemlidir ($p < 0,05$). Papaya ağaçları üzerinde bulunan yaprak sayılarının iklime ve çeşide göre değişiklik gösterebileceği ve bu sayının ortalama 30 (ağaç/yaprak) ifade edilmektedir (Tyagi ve ark., 2015).

İlk çiçeklenmeye kadar geçen süre 'Eksotika II' çeşidinde 109 gün ve 'Somali Papaya' çeşidinde yaklaşık 93 gündür. Her iki çeşitte de ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre arasında önemli bir farklılık yoktur. Bu sürenin farklı papaya (*Carica papaya* L.) çeşitlerinde 3 ile 4 aylık bir zaman dilimi içerisinde olduğu bildirilmektedir (Tyagi ve ark., 2015). Papaya yetiştiriciliğinde ağaçlar üzerinde ilk çiçeklerin görüldüğü zaman oldukça büyük önem taşımaktadır. Bunun nedeni ise tohum kaynağına bağlı olarak şekillenen biseksüel, erkek ve dişi ağaç ayrımının yapılabildiği dönemdir. Bu dönemde papaya ağaçlarına tekleme olarak adlandırılan her 4 verimsiz erkek ağacın 3'ünün kesilerek çıkarıldığı bir uygulama yapılmıştır. Bunun nedeni hem birim alana düşen verimsiz erkek ağaç sayısının azaltılması, hem de tozlanma için gerekli olan erkek ağaç oranının oluşturulmasıdır. Dikiminden yaklaşık 3 ay sonra 'Somali Papaya'sının dişi ağaçlarında ilk çiçekler belirlenmiştir. Bu süre, üzerinde çalışılan farklı tip ve çeşit papaya ağaçları arasında belirlenen en kısa değere çok yakındır. Çok sayıda papaya çeşit ve tiplerinin kullanılarak yapılan bir çalışmada en erken çiçek oluşumunun 87 günle Selection-1(GJP-1)'de tespit edilmiştir (Varu, 2020).

Çiçeklenme başlangıcından ilk meyvelerin hasadına kadar geçen gün değerlerinde, çeşitler arasında istatistiksel anlamında önemli bir fark yoktur. Her iki çeşitte de bu süre yaklaşık olarak 5 aydır. İlk çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre 'Eksotika II' çeşidinde 157 ve 'Somali Papaya' çeşidinde yaklaşık olarak 148 gündür. Bu sonuçlar Varu (2020)'nin bulgularıyla farklılık göstermektedir. Bunun nedeni genetik özellikler, ekoloji veya yetiştirme koşulları olabilir. İlk çiçeklerin görülmesinden, ilk meyvelerin olgunlaşması arasında geçen sürenin incelenen 9 farklı papaya tip ve çeşidinde 232 ile 253 gün aralığında değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Bu süre en kısa 232 günle 'Selection-4' (GJP-4)'de belirlenirken, en uzun 253 günle 'Pusa Dwarf' papaya çeşidinde saptanmıştır.

Ağaç başına meyve ağırlığı ve ağaç başına meyve sayısı değerleri, incelenen her iki çeşit arasında istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). Ağaç başına en yüksek meyve ağırlığı (41,18 kg) 'Eksotika II' çeşidinde kaydedilmiştir. 'Somali Papaya' çeşidinde bu değer, 40,5

kilogramdır. Meyve sayısı, 'Eksotika II' çeşidinde ağaç başına ortalama 43 adettir. Bu sayı, 'Somali Papaya' çeşidinde 42 adet olarak saptanmıştır. Papaya yetiştiriciliğinde fazla sayıda bulunan verimsiz tip ve çeşit varlığı göz önünde bulundurulduğunda meyve verimi en önemli yetiştiricilik kriterlerinden biridir (Meena ve ark., 2012). Bu durumda çeşit, verimi etkileyen en önemli faktördür. Varu (2020) bir ağaç üzerinde bulunan toplam meyve sayısının 22 ile 37 arasında değişim gösterdiğini ifade etmektedir. Araştırmada yer alan her iki papaya çeşidinde de ağaç başına düşen meyve sayısı 40'ın üzerindedir. Verim ve verim özelliklerindeki farklılıklar, genetik yapılarına göre farklı kaynaklardan gelen papaya ağaçlarından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca fotosentez ve solunuma etki eden çeşitli fizyolojik olaylar nedeniyle de olabilir. Bu bulgular, Anh ve ark. (2011), Kumar ve ark. (2015) ve Tyagi ve ark. (2015) papaya ağaçlarında verim üzerine yaptıkları çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışma ve gözlemlere dayanarak, dişi ve erkek oranını belirlemek için her çukura iki veya üç fidan dikmek ve çiçeklendiğinde verimsiz erkek bitkileri %75'ini teklemek yerine, dişi ve erkek oranının ayarlanmasına ihtiyaç duymaksızın, rahatlıkla yetiştirilebilecek hermafrodit olan 'Eksotika II' papaya çeşidi yetiştiriciler için tavsiye edilebilir niteliktedir. 'Eksotika II' papaya çeşidinin kullanımı, cinsiyet belirlenme sorunu ortadan kaldırarak, standart meyve üretimine olanak sağlayacaktır. Ayrıca 'Eksotika II' ve 'Somali Papaya' yerel çeşidin fenolojik ve verim değerlerin bilinmesi, homojen bahçelerin kurulmasına ve papaya meyvelerinin kolaylıkla pazarlara ulaşmasını sağlayacaktır. 'Eksotika II' gibi hermafrodit papaya çeşitlerinin üreticiler tarafından kabul edilebilmesi için yayın yapılması önemlidir. Bu durum, farklı irilik ve şekillerde meyvelerin olduğu yerel tip ve çeşit yetiştiriciliğini azaltacaktır.

Çalışmanın yapıldığı Somali'de ve ülkemizde papaya yetiştiriciliği konusunda çok az sayıda bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma, Somali'de ve ülkemizin başta Akdeniz Bölgesi olmak üzere subtropik bölgelerinde hızlı büyüyen ve pazar değeri yüksek bir meyve olan papaya konusunda üreticilere önemli katkılar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimini tamamlayan Hafid Elmi Ahmed'in tezinden özetlenmiştir.

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

- Ahmed, H.E., Engin, H., 2021. Phenological characteristics and yields of Eksotika-2 and Somali local papaya cultivars under Somali conditions. Usbık 2021 Online international congress on natural sciences E-Book 26-28.
- Ali, A., Muhammad, M., Sijam, K., Siddiqui, Y., 2011. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. Food chemistry, 124(2): 620-626.
- Allan, P., 2005. Phenology and production of carica papaya 'Honey Gold' under cool subtropical conditions. I International symposium on papaya. 740: 217-223.
- Allan, P., Carlson, C., 2007. Progress and problems in rooting clonal carica papaya cuttings. South african journal of plant and soil, 24(1): 22-25.
- Anh NT, Trang PN, Hong NTB, Hoan NG., 2011. Evaluating agronomic characteristics of twelve local papaya (*Carica papaya* L.) varieties in Viet Nam. Bull. Inst. Trop. Agr. 34: 15-22.
- Aravind G., Bhowmik D., Duraivel S., Harish G., 2013. Traditional and medicinal uses of carica papaya. Journal of medicinal plants studies. 1: 7-15.
- Bedoya G.C., Nunez V., 2007. A SCAR marker for the sex types determination in Colombian genotypes of *Carica papaya*. Euphytica. 153: 215-220.
- Bhattacharya, J., Khuspe, S., 2001. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. Scientia horticulturae. 91: 39-49.

- Borokini, T. I., 2011. Ethnomedicinal significance, mineral composition and phytochemical constituents of carica papaya in Oyo state, Nigeria. *International journal of current research*. 4 (03): 043-048.
- Carvalho, C. P., Velasquez, M. A., Rooyen, Z., 2014. Determination of the minimum dry matter index for the optimum harvest of 'Hass' fruits in Colombia. *Agronomía Colombiana*. 32(3): 399-406.
- Chan, Y. K., 1995. Development of F1 hybrids of papaya (*Carica papaya* L.) seed production and performance of F1 hybrids. Chan Ying Kwok (Doctoral dissertation, University of Malaya).
- Chandrika U.G., Jansz E.R., Wickramasinghe S.M.D.N., Warnasuriya N.D., 2003, Carotenoids in yellow and red fleshed papaya (*Carica papaya* L), *J Sci Food Agric*. 83:1279-1282.
- Das, S. C., Dinesh, M. R., 2014. Studies on fruit set and germination in some papaya cultivars. *Acta Hort*. 1022: 87- 90.
- Fitch, M. M., 2005. *Carica papaya*. General editor. Gabrielle j. persley. The Doyle foundation, Glasgow, Scotland. 174.
- Kumar M, Prasad Y, Kumar M, Prakash S, Kumar S., 2015. Evaluation of genetic variability, genetic advance, heritability and character association for yield and its contributing traits in papaya. *Society plant research*. 28(2): 99-102.
- Kumar, R., Kumar, V., 2016. Physiological disorders in perennial woody tropical and subtropical fruit crops- review.
- McGuire, S., 2013. World food programme and international fund for agricultural development. The state of food insecurity in the world 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Rome, FAO. *Advances in nutrition*. 4(1): 126-127.
- Meena, B.S., Varma, L.R., Mehta, R.S., 2012. Evaluation of papaya varieties under North Gujarat conditions. *Indian J. Hort*. 69(1): 114-116.
- Ming R., Hou S., Feng Y., Yu Q., Dionne-Laporte A., Saw J.H., Senin P., Wang W., Ly BV., Lewis K.L., 2008. The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus), *Nature*. 452: 991-996.
- Morton, J., 1987. *Carica papaya* L. In. *Fruits of warm climates*, 336-346.
- Mulyoutami, E., Rismawan, R., Joshi, L. 2009. Local knowledge and management of simpukng (forest gardens) among the dayak people in East Kalimantan, Indonesia. *Forest ecology and management*. 257(10): 2054-2061.
- Nakasone, H. Y., Paull, R. E., 1998. *Tropical fruits*. Oxon: CAB International.
- Storey, W.B., 1969. *Papaya (Carica papaya) F.P. Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Ferwerda and F. Wit (eds.). Wageningen Netherlands. 1: 389-407.
- Tulasigeri, G., Prakash, D. P., Sagar, B. S., Beerappa, J., 2017. Evaluation of papaya varieties for yield and quality parameters under northern dry zone of Karnataka, India. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 6(10): 2516-2523.
- Tyagi, M., Singh, H., Jawandha, S. K., 2015. Performance of papaya cultivars grown under protected conditions. *Indian J. Hort*. 72 (3): 334-337.
- Varu, D.K., 2020. Evaluation of various selections on growth, flowering, yield and quality in papaya. *International journal of chemical studies*. 8(1): 1105-1111.
- Villegas V.N., 1997. *Carica papaya* L. In: EWM verheij, RE coronel, eds. *Plant resources of Southeast Asia 2: Edible fruits and nuts*. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia.
- Villegas, M. F., Adelson, N., 2000. Civil society participation in world bank and inter-american development bank programs. The Case of Mexico. *Global Governance*. 6: 473.
- Villiers, E. A., 1999. *The Cultivation of papaya book*. Institute for tropical and subtropical crops, ISBN 0-0620-23282- X. pp. 98.
- Williams, D., Pun, S., Chaliha, M., Scheelings, P., Hare, T., 2013. An unusual combination in papaya (*Carica papaya*). The good (glucosinolates) and the bad (cyanogenic glycosides). *Journal of food composition and analysis*. 29(1): 82-86.

Araştırma Makalesi/Research Article

Yenilebilir Peyzajlar: Meyvesi Yenilebilen Bitki Türlerinin Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanıma Uygunluğu

Tutku Ak¹ 

Zehra Güneş¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale
*Sorumlu yazar: tak@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.11.2022

Kabul Tarihi: 01.03.2023

Öz

Geleneksel peyzaj düzenlemelerinde çoğu kez meyvesi yenilebilen bitkilere yer verilirken, peyzaj mimarlarının yaptığı modern uygulamalarda daha çok süs bitkileri tercih edilmektedir. Yenilebilir peyzaj alanları her iki uygulama tipini birleştirebilen bir kavramdır. Bu araştırmanın amacı, yenilebilir peyzajlar kavramını tanıtarak, peyzaj mimarlarının yaptıkları düzenlemelerde meyvesi yenilen bitki türlerine yer verebilmeleri için önerilerde bulunmaktır. Bu amaç doğrultusunda, bu çalışmada meyvesi yenilebilen bitkilerin estetik ve fonksiyonel işlevleri değerlendirilerek, peyzaj mimarlığında kullanılabilirliği konunun uzmanlarınca belirlenmeye çalışılmıştır. Uzmanların gerçekleştirdiği anket çalışmasında Türkiye’de sıkça kullanılan 54 meyveli türe yer verilmiş, bu türlerin estetik ve fonksiyonel açıdan peyzaj mimarlığında kullanımlarının uygunluğunu değerlendirilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda meyvesi yenilebilen bazı bitki türlerinin estetik anlamda peyzaj mimarlığında kullanıma ‘çok uygun’ ve fonksiyonel anlamda peyzaj mimarlığında kullanıma ‘uygun’ olduğu bulunmuştur. Bu bitkilerden hem estetik hem de fonksiyonel olarak peyzaj mimarlığında kullanıma en ‘uygun’ olanların başında ise *Elaeagnus orientalis* (İğde), *Citrus sinensis* (Portakal) ve *Arbutus unedo* (Kocayemiş) geldiği araştırma sonucunda belirlenmiştir. Ancak, bu bitkilerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanıma uygunluğu bölgenin ekolojik koşullarına göre değişiklik göstereceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: estetik uygunluk, fonksiyonel uygunluk, meyveli bitkiler

Edible Landscapes: Suitability of the Use of Plant Species with Edible Fruits in Landscape Architectural Practices

Abstract

While edible plants are often used in traditional landscape practices, ornamental plants are a more preferred option by landscape architects. Edible landscapes are a concept that can combine both type of practices. The aim of this research is to introduce the concept of edible landscapes and to provide suggestions for landscape architects when including edible plant species in their practices. For this purpose, in this study, the aesthetic and functional features of edible plants were evaluated and their usability in landscape architecture was tried to be determined using expert opinions. In the survey evaluating expert opinions, 54 frequently used fruit species in Turkey were included and the suitability of these species for use in landscape architecture in terms of aesthetics and functionality were tried to be determined. As a result of the research, it was found that some plant species that have edible fruits are ‘very suitable’ for use in landscape architecture in aesthetic means and only ‘suitable’ for use in functional means. Those plants that are most suitable for use in landscape architectural practices, both aesthetically and functionally, were determined to be as *Elaeagnus orientalis* (Trebizond Date), *Citrus sinensis* (Sweet Orange) and *Arbutus unedo* (Strawberry Tree) a result of the research. It should be taken into account, however, that the suitability of these plants for use in landscape architectural practices will show variation according to the ecological environment of the region.

Keywords: aesthetic suitability, functional suitability, fruit plants

Giriş

Yenilebilir bitkiler; insanlar tarafından güvenle yenilebilen ve/veya yenilebilir kısımlar üreten bitkilerdir (Pancake, 1994). Bu bitkilerin yaprakları, kökleri, yumruları, gövdeleri, tohumları,

tomurcukları, meyveleri veya çiçekleri bazen çiğ, bazen ise pişirilerek yenilebilmektedir (Pancake, 1994; Demirci ve Aktepe, 2020). Yenilebilir bitkiler; tarla bitkileri, meyve ve sebze gibi bahçe bitkileri, yenilebilir organlara sahip ağaç, ağaççık ve yerörtücü bitkileri kapsamaktadırlar (Güneroğlu ve Pektaş, 2022).

Yenilebilir peyzaj düzenlemesi ise, gıda üreten bitki ve ağaçların peyzaj tasarımlarına entegre edilmesidir (Fichtner, 2011). Yenilebilir bitkilerin, satış amacı olmadan, peyzaj alanlarında hem estetik değeri, hem de tüketim değeri dikkate alınarak tasarım özellikleri ile birlikte kullanımı yenilebilir peyzaj düzenlemesi olarak tanımlanmaktadır (Çelik, 2016).

Yenilebilir peyzaj düzenlemelerinin genel amacı doğa ile birlikte tasarlamak, kendimizin ve çevremizdeki yaban hayatının ihtiyacı olan besinleri üreten bitkiler yetiştirmektedir. Yenilebilir peyzaj alanları oluşturarak frambuaz, üzüm, kiraz, elma, kuş üzümü, çilek ve diğer çeşitli otsu bitkilerden fayda sağlanabilmektedir (Ivanko ve Kivirist, 2009).

Bunun yanı sıra, yenilebilir peyzajlar yalnızca gıda üretimi ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda toprağı da organik tarım ve kompost kullanımı sayesinde iyileştirirler (Girard ve ark., 2010). Yenilebilir peyzaj alanlarının sunduğı diğer faydalar arasında kentsel boşluk alanlarından faydalanma, herbisit ve pestisit kullanımını kontrol altında tutma, mahsullerin nakliyesine olan talebi azaltma, değişik varyeteler yetiştirme ve uzun dönemde maddi tasarruf sağlama gibi hususlar da bulunmaktadır (Thai, 2009).

Yenilebilir peyzaj düzenlemeleri, biraz su, gübre ve zaman karşılığında üretim sağlayan çok fonksiyonlu peyzaj alanlarından oluşmaktadır. Yenilebilir peyzaj alanları, burada kullanılan bitkilerin renkli meyve ve yaprak özellikleri açısından herhangi bir geleneksel peyzaj alanı kadar çekicidir (Brown ve Worden, 2013). Ayrıca, Birçok meyve ve sebze yılın farklı zamanlarında olgunlaşmakta ve dolayısıyla bu bitkilerden yıl boyunca faydalanılabilmektedir (Ivanko ve Kivirist, 2009).

Dünyada bazı ülkelerde yenilebilir peyzaj alanlarının oluşturulması teşvik edilerek, bu alanlara kentlerin imar yasalarında yer verilmiştir. Örneğin, Kanada'nın Vancouver kentindeki özel mülkiyet alanlarında yapılacak kentsel tarım uygulamaları için bir rehber oluşturulmuştur. Hazırlanan rehber aracılığıyla yenilebilir peyzaj alanlarının nerelerde kurulabileceğı ve hangi bitkilerin kullanılabileceğı ortaya konulmuştur. Rehberde yer alan bitkilerin fonksiyonel ve estetik özellikleri tanımlanarak hangi amaçla kullanılabileceğı belirtilmiştir (Morris ve Tapp, 2008).

Yenilebilir peyzaj alanlarının oluşturulmasına yönelik benzer rehber çalışmalara bazı yabancı kaynaklarda yer verilmektedir. Örneğin, Tepe (2013), farklı sezonların dikkate alındığı ve peyzaj alanlarında kullanılabilecek bitkilerin önerildiğı bir çalışma yapmıştır. Ancak, bu çalışmada daha çok Kuzey'de yer alan peyzaj alanlarına yönelik bitki önerileri sunulmuştur. Benzer şekilde, Nardozzi (2015) Amerika Birleşik Devletleri'nin iklim koşullarını uygun yenilebilir bitkilerin önerildiğı ve yaratıcı bir şekilde peyzaj alanlarının oluşturulabileceğı bir uygulama kitabına yer vermiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalar arasında ise Trabzon ekolojik koşullarında yer alan kent parklarında yenilebilir bitki taleplerini etkileyen kullanıcı özelliklerinin belirlendiğı (Yalçınalp ve Demirci, 2018), yenilebilir meyve özelliğı olan odunsu bitkilerin özelliklerinin ve peyzaj mimarlığında kullanım olanaklarının Trabzon'da KTÜ Kanuni Kampüsü örneğinde incelendiğı (Güneroğlu ve Pektaş, 2022) ve Erzurum kenti açık yeşil alanlarında meyve ağaçları, ağaççık ve çalıların kullanımının belirlendiğı (Dikmen ve Yılmaz, 2021) çalışmalara rastlanmaktadır.

Bu çalışmaların dışında, Yeşil ve ark. (2006) Tokat kenti açık-yeşil alanlarında kullanılan üzümü meyveli bitkilerin kent peyzajına etkilerini, Özer ve ark. (2009) *Prunus spinosa* L. (Çakal Eriğı)'nin peyzaj mimarlığında kullanım olanaklarını ve Cakir ve ark. (2017) bir üzüm çeşidinin dikey bahçe örneğinde kullanıma uygunluğunu araştırmışlardır. Ayrıca, Bekci ve ark. (2010) Trabzon ve yöresinde doğal olarak bulunan bazı meyveli bitkilerin yetiştirme tekniklerini ve bu türlerin estetik ve işlevsel özellikleri bakımından peyzaj mimarlığında kullanım olanaklarını değerlendirmişlerdir. Dünyada ve ülkemizde yenilebilir bitkilerin peyzaj alanlarında kullanımının önemine yönelik bir takım çalışmalar bulunsun da, bu araştırmalar genellikle lokal veya bölgesel ölçekte sınırlı kalmışlardır. Ayrıca, meyvesi yenilebilir bitki türlerinin, hem estetik, hem de fonksiyonel özelliklerinin dikkate alınarak yenilebilir peyzaj alanlarında kullanıma uygunluğunun belirlendiğı çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Kısıtlı olan bu çalışmalar nedeniyle, bu araştırmayla Türkiye'de yetişebilen meyve türlerinin peyzaj mimarlığında kullanıma uygunlukları uzman görüşleri alınarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalleri arasında yurtiçi ve yurtdışı makaleler, tezler, kitap ve internet dokümanları bulunmaktadır. Bunların yanı sıra, uzmanların görüşlerini değerlendirmek amacıyla bir anket çalışması hazırlanmıştır.

Araştırma için belirlenen yöntem (1) teorik bilgilerin değerlendirilmesi, (2) uzman görüşlerinin alınması ve (3) değerlendirme aşaması olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır.

1. Teorik bilgilerin değerlendirilmesi:

Peyzaj mimarlığında kullanıma uygun yenilebilir türleri tespit etmek amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Bu amaçla, Türkiye’de yetişebilen meyveli türlerin tespiti için kitap ve internet kaynaklarından yararlanılmıştır. Son olarak, Türkiye’de yetişebilen meyveli türler, internet kaynaklarından faydalanılarak bir tablo halinde derlenmiştir.

2. Uzman görüşlerinin alınması:

Türkiye’de peyzaj değeri olan meyveli ağaçların listesi oluşturulduktan sonra, bu bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanım olanakları uzman görüşleri alınarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye katılan uzmanlar Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi’nin peyzaj mimarlığı ve biyoloji bölümlerinde çalışan 5 akademik personelden (1 profesör, 1 doçent, 2 yardımcı doçent ve 1 uzman) oluşmakta olup, değerlendirme formu 54 yenilebilir meyveli tür üzerinden estetik ve fonksiyonel kullanımlarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan 5’er sorudan oluşmuştur. Bitkilerin estetik açıdan uygunluğunu belirlemek için çiçek, yaprak ve meyvelerinin görsel etkisi ile birlikte bitkilerin koku ve form etkisi değerlendirilmiştir. Fonksiyonel açıdan bitkilerin kullanımları değerlendirilirken rüzgar kırma, kötü görüntü maskeleyme, gölgeleme etkisi, kuşatma ve sınır oluşturma ile yaban hayatına katkı sağlama yönleri dikkate alınmıştır.

3. Değerlendirme:

Değerlendirmede ‘ikili (binary)’ ölçeği kullanılmış, uzmanlardan değerlendirme tablosu üzerindeki bitkiler tarafından sağlanan kriterlere ‘1’, sağlanmayan kriterlere ise ‘0’ vermesi istenmiştir. Bu değerler her bir bitki için toplanarak o bitkilerin estetik ve fonksiyonel kullanıma uygunlukları belirlenmiştir. Elde edilen toplam puanların ortalaması alınmış ve hangi uygunluk kategorisine denk geldiği tespit edilmiştir. Kategori grupları peyzajda kullanıma ‘çok uygun’ (5.00-3.76), ‘uygun’ (3.75-2.51), ‘az uygun’ (2.50-1.26) ve ‘uygun değil’ (1.25-0.00) şeklinde belirlenmiştir. Estetik ve fonksiyonel kullanımların ortalamaları alınarak bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanımına uygunlukları (PMKU) tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, Türkiye’de yetişebilen meyveli türlerin yer verildiği tablonun hazırlanmasının ardından, uzman görüşlerinin alınabileceği bir anket formu hazırlanmıştır. Uzman görüşlerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Araştırmada, estetik kullanıma uygunluk sütunundan çıkan sonuca göre *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Citrus paradisi* (Greyfurt), *Citrus nobilis* (Mandalina), *Citrus sinensis* (Portakal), *Elaeagnus orientalis* (İğde) ve *Oputia ficus-indica* (Kaktüs İnciri) değerlendirmede ‘çok uygun’ kategorisine girerken; *Actinidia chinensis* (Kivi), *Armeniaca vulgaris* (Kayısı), *Castanea sativa* (Kestane), *Cerasus avium* (Kiraz), *Cerasus vulgaris* (Vişne), *Citrus limon* (Limon), *Cornus mas* (Kızılcık), *Crataegus orientalis* (Alıç), *Crataegus oxyacantha-rosea* (Pembe Çiçekli Geyik Dikeni), *Cydonia oblonga* (Ayva), *Eriobotrya japonica* (Malta Eriği), *Laurocerasus officinalis* (Karayemiş), *Malus floribunda* (Elma), *Mespilus germanica* (Muşmula), *Musa paradisiaca* (Muz), *Myrtus communis* (Yaban Mersini), *Passiflora edulis* (Çarkifelek), *Persica vulgaris* (Şeftali), *Phoenix dactylifera* (Hurma), *Pinus pinea* (Çam Fıstığı), *Prunus cerasifera* (Süs Eriği), *Prunus domestica* (Erik), *Punica granatum* (Nar), *Pyracantha coccinea* (Ateş Dikeni), *Rosa canina* (Kuşburnu) ve *Vitis vinifera* (Üzüm) bitkilerinin de peyzaj mimarlığında estetik olarak kullanıma ‘uygun’ olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fonksiyonel kullanıma uygunluk sütunundan ise *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Carya illionensis* (Sivri Amerikan Cevizi), *Castanea sativa* (Kestane), *Celtis australis* (Çitlembik), *Ceratonia siliqua* (Keçiboynuzu), *Citrus sinensis* (Portakal), *Crataegus oxyacantha-rosea* (Pembe Çiçekli Geyik Dikeni), *Cydonia oblonga* (Ayva), *Elaeagnus orientalis* (İğde), *Eriobotrya japonica* (Malta Eriği), *Ficus carica* (İncir), *Juglans regia* (Ceviz), *Laurocerasus officinalis* (Karayemiş), *Myrtus communis* (Yaban Mersini), *Pinus pinea* (Çam Fıstığı), *Prunus cerasifera* (Süs Eriği), *Prunus domestica* (Erik),

Pyracantha coccinea (Ateş Dikeni), *Rosa canina* (Kuşburnu), *Vitis vinifera* (Üzüm) ve *Zizyphus jujuba* (Hünnap) bitkilerinin 'uygun' kategorisine girdiği tespit edilmiştir.

Estetik ve fonksiyonel kullanıma uygunlukların ortalamaları alınarak belirlenen peyzaj mimarlığında kullanıma uygunluk (PMKU) sütununda ise *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Carya illionensis* (Sivri Amerikan Cevizi), *Castanea sativa* (Kestane), *Cerasus avium* (Kiraz), *Citrus limon* (Limon), *Citrus paradisi* (Greyfurt), *Citrus sinensis* (Portakal), *Citrus nobilis* (Mandalina), *Cornus mas* (Kızılcık), *Crataegus orientalis* (Alıç), *Crataegus oxyacantha-rosea* (Pembe Çiçekli Geyik Dikeni), *Cydonia oblonga* (Ayva), *Elaeagnus orientalis* (İğde), *Eriobotrya japonica* (Malta Eriği), *Juglans regia* (Ceviz), *Laurcerasus officinalis* (Karayemiş), *Musa paradisia* (Muz), *Myrtus communis* (Yaban Mersini), *Opuntia ficus-indica* (Kaktüs İnciri), *Passiflora edulis* (Çarkifelek), *Phoenix dactylifera* (Hurma), *Pinus pinea* (Çam Fıstığı), *Prunus cerasifera* (Süs Eriği), *Prunus domestica* (Erik), *Punica granatum* (Nar), *Pyracantha coccinea* (Ateş Dikeni), *Rosa canina* (Kuşburnu) ve *Vitis vinifera* (Üzüm) bitkilerinin 'uygun' olduğu sonucu çıkmıştır.

Table 1. Results from expert opinions
Çizelge 1. Uzman görüşlerinin sonuçları

Latince Adı	Türkçe Adı	Estetik Kullanıma Uygunluk	Fonksiyonel Kullanıma Uygunluk	Peyzaj Mimarlığında Kullanıma Uygunluk
<i>Actinidia chinensis</i>	Kivi	2.67	2.00	2.34
<i>Amygdalus communis</i>	Badem	2.20	2.00	2.10
<i>Arbutus unedo</i>	Kocayemiş	3.80	2.80	3.30
<i>Armeniaca vulgaris</i>	Kayısı	2.75	2.25	2.50
<i>Carya illionensis</i>	Sivri Amerikan Cevizi	2.25	3.50	2.88
<i>Castanea sativa</i>	Kestane	2.60	2.80	2.70
<i>Celtis australis</i>	Çitlembik	1.80	2.60	2.20
<i>Cerasus avium</i>	Kiraz	3.00	2.20	2.60
<i>Cerasus vulgaris</i>	Vişne	3.00	2.00	2.50
<i>Ceratonia siliqua</i>	Keçiboynuzu	2.00	2.60	2.30
<i>Citrus limon</i>	Limon	3.60	2.40	3.00
<i>Citrus paradisi</i>	Greyfurt	4.00	2.40	3.20
<i>Citrus sinensis</i>	Portakal	4.00	2.80	3.40
<i>Citrus nobilis</i>	Mandalina	3.80	2.40	3.10
<i>Cornus mas</i>	Kızılcık	3.20	2.40	2.80
<i>Corylus avellana</i>	Fındık	1.80	2.20	2.00
<i>Crataegus orientalis</i>	Alıç	3.00	2.40	2.70
<i>Crataegus oxyacantha-rosea</i>	Pembe Çiçekli Geyik Dikeni	3.20	3.00	3.10
<i>Cydonia oblonga</i>	Ayva	3.00	2.80	2.90
<i>Diospyros kaki</i>	Trabzon Hurması (büyük)	2.00	2.20	2.10
<i>Diospyros lotus</i>	Trabzon Hurması (küçük)	2.00	2.20	2.10
<i>Elaeagnus orientalis</i>	İğde	4.20	3.00	3.60
<i>Eriobotrya japonica</i>	Malta Eriği	2.75	2.75	2.75
<i>Ficus carica</i>	İncir	2.40	2.60	2.50
<i>Juglans regia</i>	Ceviz	2.20	3.00	2.60
<i>Laurcerasus officinalis</i>	Karayemiş	3.00	2.80	2.90
<i>Malus domestica</i>	Elma	2.80	2.20	2.50
<i>Mespilus germanica</i>	Muşmula	2.50	2.25	2.38
<i>Morus alba</i>	Dut	2.00	2.00	2.00
<i>Morus nigra 'pendula'</i>	Ters Dut	2.40	1.60	2.00
<i>Musa paradisiaca</i>	Muz	3.60	1.80	2.70
<i>Myrtus communis</i>	Yaban Mersini	3.40	2.60	3.00
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Kaktüs İnciri	3.80	2.00	2.90
<i>Persea americana</i>	Avokado	2.20	2.25	2.23
<i>Passiflora edulis</i>	Çarkifelek	3.20	2.40	2.80
<i>Persica vulgaris</i>	Şeftali	3.20	1.80	2.50
<i>Phoenix dactylifera</i>	Hurma	3.00	2.60	2.80
<i>Pinus pinea</i>	Çam Fıstığı	2.60	2.80	2.70

Table 1. Results from expert opinions (Continue)
Çizelge 1. Uzman görüşlerinin sonuçları (Devam)

<i>Pistacia vera</i>	Antep Fıstığı	1.80	1.60	1.70
<i>Prunus cerasifera</i>	Süs Eriği	3.20	3.00	3.10
<i>Prunus domestica</i>	Erik	3.00	2.60	2.80
<i>Punica granatum</i>	Nar	3.40	2.20	2.80
<i>Pyracantha coccinea</i>	Ateş Dikeni	3.20	3.00	3.10
<i>Pyrus domestica</i>	Armut	2.20	2.00	2.10
<i>Ribes rubrum</i>	Frenk Üzümü (kırmızı)	2.20	1.60	1.90
<i>Ribes uva-crispa</i>	Bektaş Üzümü	2.50	1.40	1.95
<i>Rosa canina</i>	Kuşburnu	3.20	2.60	2.90
<i>Rubus fruticosus</i>	Böğürtlen	2.20	2.00	2.10
<i>Rubus idaeus</i>	Ahududu	2.20	2.40	2.30
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Mavi Meyveli Ayı Üzümü	2.25	1.60	1.93
<i>Vitis vinifera</i>	Üzüm	2.80	3.20	3.00
<i>Zizyphus jujuba</i>	Hünnap	2.00	2.80	2.40

LEJANT

0.00 - 1.25		1.26 - 2.50		2.51 - 3.75		3.76 - 5.00	
--------------------	--	--------------------	--	--------------------	--	--------------------	--

Yenilebilir odunsu taksonların peyzaj mimarlığındaki önemini Trabzon KTÜ Kanuni Kampüsü örneğinde inceleyen Güneroğlu ve Pektaş (2022) ile bu araştırma arasında benzerlikler bulunmuştur. Güneroğlu ve Pektaş (2022)'a göre peyzaj mimarlığında kullanım açısından en yüksek puanı alan bitkiler arasında sırasıyla *Laurocerasus officinalis* Roem. (Karayemiş), *Crataegus monogyna* Jacq. (Beyaz Diken), *Crataegus oxycantha* L. (Geyik Dikeni), *Cerantonia siliqua* L. (Keçi Boynuzu), *Arbutus unedo* L. (Kocayemiş), *Cotoneaster salicifolius* Franch. (Söğüt Yapraklı Dağ Muşmulası), *Elaeagnus pungens* Thunb. (Süs İğdesi), *Sorbus aria* L. Crantz. (Beyaz Üvez), *Olea europaea* L. (Zeytin) ve *Sorbus aucuparia* L. (Kuş Üvezi) bulunmaktadır.

Benzer şekilde bu çalışmada da peyzaj mimarlığında kullanıma en uygun meyvesi yenebilen bitki türleri arasında *Elaeagnus orientalis* (İğde) (PMKU=3,60), *Arbutus unedo* (Kocayemiş) (PMKU=3,30), *Crataegus oxycantha-rosea* (Geyik dikeni) (PMKU=3,10), *Laurocerasus officinalis* (Karayemiş) (PMKU=2,90) bulunmaktadır. Ancak bu çalışmada, *Cerantonia siliqua* L. (Keçi boynuzu) (PMKU=2,30) bitkisinin peyzaj mimarlığında kullanımı çok uygun bulunmamış ve yüksek puan alan diğer bazı bitkiler bu çalışmada araştırmaya dahil edilmemiştir.

Sonuçlar

Toplumlar, geçmişten bu yana kullandıkları bitkileri estetik açıdan düşünüp fonksiyonel özellikleri ile kurgulayarak çevrelerini güzelleştirmişlerdir. Geçmişten günümüze birçok farklı türün aşılması ve kültüre alınması nedeniyle peyzaj mimarlığında bitki kullanımları oldukça çeşitlenmiştir. Eski zamanlarda doğaya hâkim olma fikrinden dolayı düzenli alanlar aranırken, günümüzde doğallığı yansıtan alanlar tercih edilmektedir. Bu alanlar oluşturulurken farklı yöntem ve kavramlardan faydalanılmaktadır. Bunlardan gün geçtikçe artan öneme ve ilgiye sahip olmaya başlayan kavramlardan biri ise yenilebilir peyzajlardır.

Yenilebilir peyzajlar, peyzajda kullanılan bitkilerin estetik ve fonksiyonel özelliklerine yenilebilirliği de eklemektedir. Bu alanlar kullanıcılarına sağlıklı besin kaynağı oluşturmakta ve kullanıcıların meyvelere doğrudan ve sağlıklı bir şekilde ulaşmasını sağlamaktadır. Bu besini sunarken de bunu ücretsiz bir şekilde bütün kullanıcılara ulaştırmayı hedeflemektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de yetişebilen 54 adet meyvesi yenilebilen bitki türünün peyzajda mimarlığında kullanıma uygunluğu uzman görüşleri alınarak belirlenmiştir. Bitkilerden yalnızca 6 adet bitki türü estetik anlamda peyzaj mimarlığında kullanıma 'çok uygun' iken, fonksiyonel anlamda peyzaj mimarlığında kullanıma 'çok uygun' hiç bir bitki olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak bunun nedeninin, bitkilerin farklı formları itibarıyla tüm fonksiyonel değerlendirme kriterlerini aynı anda yerine getirmesinin mümkün olmadığı sonucunda olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmayla, gelecekte yapılacak çalışmaların bu hususu göz önünde bulundurarak yürütülmesi önerilmektedir.

Estetik ve fonksiyonel kullanıma uygunluğun ortalaması alındığında ise, yine hiç bir bitkinin peyzaj mimarlığında kullanıma 'çok uygun' olmadığı sonucu elde edilmiştir. Ancak 28 adet bitki türünün peyzaj mimarlığında hem estetik hem de fonksiyonel kullanıma 'uygun' olduğu anlaşılmıştır.

Bunlar arasından ise *Elaeagnus orientalis* (İğde) (PMKU=3,60), *Citrus sinensis* (Portakal) (PMKU=3,40) ve *Arbutus unedo* (Kocayemiş) (PMKU=3,30) en yüksek peyzaj mimarlığında kullanıma uygunluk puanını almıştır.

Ancak, bu çalışmayla peyzaj mimarlığında kullanıma uygun olduğu belirlenen bazı bitkilerin, ekolojik isteklerinin de göz önünde bulundurulması ve uygunluk değerlerinin bölge iklim koşullarına göre değişebileceğinin dikkate alınması gerekmektedir. Bitkilerin fonksiyonel uygunluklarının da bu bitkilerin kullanım amacına göre değişiklik gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Son olarak, gelecekte yapılacak çalışmaların, araştırmanın geçerliliğini arttırmak amacıyla daha fazla uzman sayısına yer vermesi önerilmektedir.

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

- Bekci, B., Deryanur, D., Var, M., Yahyaoglu, Z., 2010. Trabzon ve yöresinde doğal olarak bulunan bazı meyveli bitkilerin yetiştirme teknikleri ve peyzaj mimarlığında değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt: IV, 1456-1466.
- Brown, S. P., Worden, E. C., 2013. Edible landscaping. Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension, Document ENH971, <http://edistt.ifas.ufl.edu/pdf/EP/EP14600.pdf>, (26.06.2015).
- Cakir, A., Yalcinalp, E., Dogan, E., Meral, A., 2017. Determination of the suitability of some American grapevine rootstocks as a new edible landscape component of vertical gardens. Sustainability. 9(7): 1275.
- Çelik, F., 2017. The importance of edible landscape in the cities. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 5(2): 118-124.
- Demirci, B., Aktepe, B., 2021. Türkiye’de yenilebilir bitkilerle ilgili yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi. Journal of Global Food Research. 2(1): 14-39.
- Dikmen, B. A., Yılmaz, H., 2021. Erzurum kentsel açık yeşil alanlarında meyve ağaçlarının kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 52(3): 262-272.
- Fichtner, M., 2011. Fruit tree proposal for the University of Canterbury. Report for the University of Canterbury Sustainability Office. http://www.sustain.canterbury.ac.nz/documents/Orchard_Proposal.pdf, (20.06.2015).
- Girard, M., Hartnett, M., Shapiro, A., Wear, J., 2010. Edible landscaping at Humboldt State University. ENVS 411 Sustainable Campus, 2010 Güz Dönemi Proje Raporu, http://www2.humboldt.edu/sustainability/sites/default/files/envs411_121010-18.pdf, (26.06.2015).
- Güneroğlu, N., Pektaş, S., 2022. Yenilebilir meyve özelliği olan odunsu bitki taksonlarının peyzaj mimarlığındaki önemi: KTÜ Kanuni Kampüsü örneği. Turkish Journal of Forestry. 23(1): 79-89.
- Ivanko, J., Kivirist, L., 2009. Rural Renaissance: Renewing the Quest for the Good Life. New Society Publishers, Gabriola Island, BC.
- Morris, V., Tapp, C., 2008. City of Vancouver. Policy Report, Development and Building, <http://vancouver.ca/files/cov/urban-agriculture-guidelines.pdf>, (26.06.2015).
- Nardozi, C., 2015. Foodscaping: Practical and Innovative Ways to Create an Edible Landscape. Cool Springs Press, ABD.
- Özer, S., Atabeyoğlu, Ö., Zengin, M., 2009. *Prunus spinosa* L. (Çakal Eriği)’nin peyzaj mimarlığı çalışma sahasında kullanım olanakları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 26(2): 1-7.
- Pancake, T. R., 1994. Using edible plants in landscape architecture. Undergraduate Research Thesis in Landscape Architecture, https://cardinalsolar.bsu.edu/bitstream/handle/handle/188700/P36_1994PancakeTimothyR.pdf?sequence=1&isAllowed=y, (20.01.2023).
- Tepe, E., 2013. The Edible Landscape: Creating a Beautiful and Bountiful Garden with Vegetables, Fruits and Flowers. Voyageur Press, ABD.
- Thai, S., 2009. The edible vegetative roof: A design for the plant and environmental sciences building at UC Davis. California-Davis Üniversitesi, Ziraat ve Çevre Bilimleri Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Lisans Tezi, California.
- Yalcinalp, E., Demirci, Ö., 2018. Kent parklarında yenilebilir bitki talebine etki eden kullanıcı özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 5(4): 666-675.

Yeşil, M., Yeşil, P., Yılmaz, H., 2006. Tokat kenti açık-yeşil alanlarında kullanılan üzüksü meyveler ve kent peyzajına katkıları. II. Ulusal Üzüksü Meyveler Sempozyumu. 14-16 Eylül, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat.

Araştırma Makalesi/Research Article

Türkiye’de Uygulanmış Arazi Toplulaştırma Projelerinin Kırsal Kalkınmaya Etkisi Bakımından Değerlendirilmesi

Halil Burak Akdeniz^{1*}  Şaban İnam¹  Tayfun Çay¹ 

¹Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar: hbakdeniz@ktun.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.01.2023

Kabul Tarihi: 31.05.2023

Öz

Dünya nüfusunun sürekli artmasına karşın, ekilebilir tarım toprakları giderek azalmaktadır. Yaşanan süreçte küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, gıda güvenliği, salgın hastalıklar gibi konular; kırsal kesimin ve kırsal gelişme politikalarının önemini daha da artırmaktadır. Tüm bu gelişmeler, gıda üretiminde verimliliği ve denetimini doğrudan etkileyen kırsal kalkınma politikalarının gerekliliğini gündemde tutacaktır. Kırsal kesimde yaşayan nüfusun refah düzeyinin artırılması ve teknolojik gelişmelerden faydalanabilmesi, kırsal alandaki tarım arazilerinin amaç dışı kullanımlarının önlenmesi, habitat alanlarının ve ekolojik dengenin korunarak geliştirilmesi; ancak sürdürülebilir arazi yönetimi ve kırsal kalkınma politikalarıyla (karar alma, planlama/projelendirme, uygulama) mümkün olacaktır. Bu sebeple, arazi toplulaştırma projeleri “ekili alanların miktarını ve kalitesini iyileştirmek, işletmeye ait arazileri birleştirerek parselin şekil ve mülkiyet yapısını düzenlemek, modern tarımsal kalkınmayı artırmak, kırsal çevreyi iyileştirmek, kırsal nüfusun sosyo-kültürel ve ekonomik açıdan yaşam kalitesini yükseltmek, kamu yatırımlarını kamulaştırmazsız gerçekleştirmek, kırsal kalkınma ve yoksulluğun azaltılmasını desteklemek” gibi unsurlara hizmet eden etkin bir kırsal kalkınma aracı haline getirilmelidir.

Bu çalışmada, arazi toplulaştırma projeleri ‘tarımsal üretimde verimliliğe ve kırsal kalkınmaya etki eden unsurlar’ bakımından analiz edilmiş; kırsal alan düzenlemesi çalışmalarının “havza planlaması esaslı, teknik-ekonomik-sosyolojik tabanlı ve çok amaçlı projeler eşliğinde sürdürülebilir kırsal kalkınma hedeflerine hizmet edecek şekilde yapılması gerektiği” yönünde öneri çıkarımlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arazi Toplulaştırma, Kırsal Alan, Kırsal Kalkınma

Evaluation of Land Consolidation Projects Implemented in Terms of Their Effects on Rural Development in Türkiye

Abstract

Although the world population is constantly increasing, arable land is decreasing gradually. Issues such as global warming and climate change, food security, epidemics ex., increase the importance of rural areas and rural development policies. All these developments will keep the necessity of rural development policies on the agenda, which directly affects the efficiency and control of food production. It will only be possible to increase the welfare level of the rural population and to benefit from technological developments, to prevent misuse of rural agriculture lands, and to develop habitat areas and ecological balance by protecting them with sustainable land management and rural development policies. Therefore, land consolidation projects should be converted an effective rural development tool that serves to "improve the quantity and quality of cultivated lands, arranging the shape and ownership structure of the parcel by amalgamation of lands belonging to enterprise, increase the socio-cultural and economic quality of life of the rural population, make public investments without expropriation and supporting rural development and poverty reduction".

Then, suggestions were made that rural area arrangement studies should be carried out in a way to serve sustainable rural development goals in the presence of watershed planning-based, technical-economic-sociological-based, and multi-purpose projects.

Keywords: Land Consolidation, Rural Area, Rural Development

Giriş

Toplumsal gelişim sürecinde sanayileşme her ne kadar daha önemli bir kriter olarak gösterilse de küresel ısınma, iklim değişimi, gıda güvenliği, küresel ölçekte yaşanan salgın hastalıklar gibi konular kırsal kesimin ve kırsal gelişme politikalarının önemini giderek arttırmaktadır (Akdeniz, 2009). Dünya nüfusunun reel olarak sürekli artmasına karşın ekilebilir tarım topraklarının giderek azalması, sınırlı bir doğal kaynak olan toprak, su ve habitat alanlarının önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu durumda, kırsal nüfus mevcut yerinde iskân ettirilirken, tarım topraklarından daha fazla verim alınmasını sağlayacak etkin bir arazi yönetim planlamasına ihtiyaç vardır (Boyras ve Üstündağ, 2008; Akdeniz ve Temizel, 2018). Tüm bu gelişmeler, gıda üretiminde verimliliği ve denetimini doğrudan etkileyen kırsal kalkınma politikalarının çalışılması gerekliliğini gündemde tutacaktır. Kırsal kesimde yaşayan nüfusun refah düzeyinin artırılması, tarımsal teknolojik gelişmelerden faydalanabilmesi ve kentsel ile kırsal alanlardaki sosyal tabakalaşmanın en aza indirgenmesi ancak kırsal kalkınma projelerinin hayata geçirilmesiyle mümkündür. Kırsal kalkınma esaslı projelerle birlikte tarımsal işletmelere ait mevcut kaynakların sürdürülebilir bir biçimde kullanılması sağlanmaktadır. Kırsal alandaki tarım arazilerinin amaç dışı kullanımlarının önlenmesi, habitat alanlarının ve ekolojik dengenin korunarak geliştirilmesi ancak sürdürülebilir bir arazi yönetimi ve kırsal kalkınma politikalarıyla (karar alma, planlama/projelendirme, uygulama) mümkün olacaktır. İdeal bir arazi yönetim sisteminin yapılması ancak arazi kullanımına ilişkin etkin bir planlamanın oluşturulmasıyla mümkündür (Çay ve Çevik, 2009).

Doğru ve sürdürülebilir bir kırsal kalkınmanın önemli ölçütlerinden birisi de tarım arazilerinin planlanan amacı doğrultusunda, verimli ve etkin kullanılmasıdır. Bu etkinlikler arasında ‘Arazi Topluşturma (AT) çalışmaları’ ön sıralarda yer alan bir araç olup, her zaman kırsal kalkınma için bir başlangıç noktası olarak kabul edilmelidir (Paşakarnis ve Maliene, 2010; Korthals-Altes ve Bong-Im, 2011). Yoğunlu (2013) tarafından “*tarımsal üretiminde verimliliğin ve etkinliğin artırılması amacıyla işletmelere ait küçük parseller halinde bölünmüş, değişik yerlere dağılmış veya elverişsiz biçimde şekillenmiş arazilerin modern tarım işletmeciliği esaslarına en uygun şekilde birleştirilmesi, şekillendirilmesi ve düzenlenmesi işlemi*” olarak tanımlanan AT, ekili alanların miktarını ve kalitesini iyileştirmek, arazi parçalanmasını azaltmak, arazi şekil ve mülkiyet yapısını düzenlemek, modern tarımsal kalkınma altyapısını geliştirmek, kırsal çevre ekolojisini iyileştirmek, kırsalda ikamet eden nüfusun sosyo-kültürel ve ekonomik açıdan yaşam standartlarını yükseltmek, kamu yatırımlarını kamulaştırmayı gerçekleştirmek, kırsal kalkınma ve yoksulluğun azaltılmasını desteklemek için kullanılan etkin bir araç haline getirilmelidir.

Kırsal alanlarda tarımsal üretimin baskın rolü nedeniyle ‘kırsal kalkınma’ ve ‘tarımsal kalkınma’ kavramları ve bunların belirlenmiş hedefleri iç içe geçmiş olmasından dolayı ulusal/makro planlamada “kırsal kalkınma, tarımsal kalkınma odaklı olmalıdır” tezi genel anlamda kabul görmesine karşın; günümüzde kırsal alan ‘tarımsal üretim alanı’ olmasının ötesine geçen çok amaçlı bir boyut kazanmıştır. Bu anlayış değişiminde “toplumda artan çevresel etki bilinci, etkileşimli kırsal altyapı projelerinin havza planlaması esaslı oluşturulması gerekliliği, temel ihtiyaçlarını kırsaldan karşılama isteği, vb. durumlar” kırsal alanın çok boyutlu mekânsal kullanımlara evrilmesine neden olmuştur. Bu sebeple, AT projelerinin sadece tarımsal üretimi arttırmaya yönelik değil, aynı zamanda kırsal alanın sosyo-ekonomik sorunlarına çözüm getirecek ve çok yönlü kullanımını sağlamayı gerçekleştirecek şekilde planlanması gerekmektedir. Günümüz Türkiye’inde kabul gören ve sadece tarımsal üretimin iyileştirilmesine yönelik bir uygulama aracı olan AT projeleri yerine, aynı zamanda kırsal yerleşimlerde yaşayan nüfusun yaşam standartlarını iyileştirecek ve köyden kente göç olaylarını en aza indirecek şekilde yerinde iskân edilmesini sağlayacak yerleşim yerleri planlamasını yapan; mevcutta âtıl/pasif durumda olup üretime konu edilmeyen tescil harici yerler, orman vasfını kaybetmiş yerler, meralar-yaylaklar gibi potansiyel kamu kaynaklarını kırsal kalkınma hedeflerine yönlendirerek ülke ekonomisine kazandıran; kırsal ekonomilerin ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabet gücünü artırabilmek için karşılaştırmalı iktisadi üstünlüklerin olduğu alanlarda sermaye gruplarına yer seçimi yapma imkanı sunan; proje sahalarındaki sulak alanlar, habitat alanları, ekolojik koridorlar, vb. ekosistem bileşenleri ile ‘yeşil yol’ sistemlerinin “havza planlaması esasında ve öncelikli/yönlendirici bir proje” olarak çalışan çok amaçlı ve iktisadi tabanlı projelerin üretilerek sahaya uygulanması sağlanmalıdır.

Bu çalışmada, ‘Balıkesir ili Manyas ilçesine bağlı Eskiçatal ve Kayaca mahalleleri’ ile ‘Eskişehir ili Mahmutiye ve Sivrihisar ilçelerine bağlı Fahriye ve Gerenli mahalleleri’ tarım

arazilerinde gerçekleştirilen “arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projelerinin kırsal kalkınmaya etkileri” incelenerek, geleceğe yönelik çıkarımlar yapılmış ve öneriler sunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Balıkesir ili Manyas ilçesi Eskiçatal ve Kayaca mahalleleri ile Türkiye'nin orta kesiminde yer alan Eskişehir ili Mahmudiye ve Sivrihisar ilçeleri Fahriye ve Gerenli mahalleleri çalışma alanlarını oluşturmaktadır (Şekil 1).

Balıkesir ili Manyas ilçesine bağlı Eskiçatal ve Kayaca mahalleleri Manyas ilçesine 5 km, Balıkesir il merkezine 80 km uzaklıkta olup, kuzeyinde Türkiye'nin en büyük yedinci gölü olan Manyas Gölü bulunmaktadır. 2021 yılı nüfus sayımı verilerine göre her iki mahallenin toplam nüfusu 600'dür. Yazların sıcak ve kurak, kışların serin ve yağışlı geçtiği Akdeniz iklim özelliklerine sahiptir. Ortalama yağış miktarı 700 mm/yıl'dır. Topraklarının çok verimli olması sebebiyle bölge halkının temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Sulu araziden yılda iki kez ürün alabilmek mümkündür. Tarımsal üretim yapılan alanlarda çoğunlukla buğday, çeltik, mısır, ayçiçeği, domates ve lahana yetiştirilmektedir. Süt ve süt ürünleri ile meşhur olan bölgede küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin de özel bir yeri vardır. Kayaca ve Eskiçatal mahallelerinde yapılan 'arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri' projeleri 2014 ve 2015 yıllarında tamamlanarak tapu sicilinde tescil ettirilmiştir.

Eskişehir ili Mahmudiye ilçesine bağlı Fahriye mahallesi; Mahmudiye ilçesine 12 km, Eskişehir il merkezine 39 km uzaklıktadır. 2021 yılı nüfus sayımı verilerine göre mahallenin toplam nüfusu 75'tir. Karasal iklim özelliklerine sahip bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve karlıdır. Mahalle halkı geçimini ağırlıklı olarak tarımdan sağlamaktadır. Bölgede çoğunlukla kuru yonca, buğday ve mısır ürünleri yetiştirilmektedir. Gerenli mahallesi, Eskişehir ilinin en büyük yüzölçümüne sahip ilçesi olan Sivrihisar sınırları içerisinde yer almaktadır. Mahalle, Eskişehir il merkezine 74 km, Sivrihisar ilçesine ise 24 km uzaklıktadır. Mahallenin, 2021 yılı nüfus sayımı verilerine göre toplam nüfusu 225 kişidir. Bölgede karasal iklim hakimdir. Ova üzerine kurulan mahallenin temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Tarımsal üretim yapılan alanlarda çoğunlukla buğday, çavdar, arpa ve şeker pancarı yetiştirilmektedir. Hayvancılık, koyun ve keçi yetiştiriciliği ile sürdürülmektedir. Fahriye ve Gerenli mahallelerinde 'arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri' projeleri 2020 ve 2021 yıllarında tamamlanarak tapu sicilinde tescil ettirilmiştir.

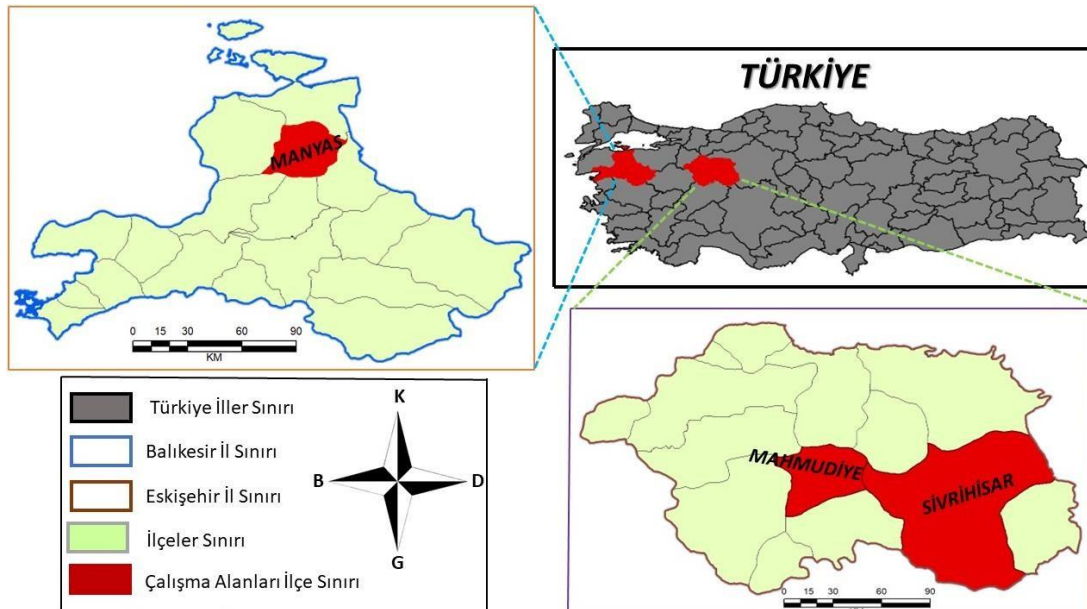


Figure 1. Location map of study areas

Şekil 1. Çalışma alanlarının lokasyon haritası

Materyal

Bu çalışmada, Devlet Su İşleri 3. (Eskişehir) ve 25. (Balıkesir) Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projelerine ait tescile esas sayısal ve öznitelik verilerinden yararlanılmıştır. Mekânsal analizler Netcad 8.5 yazılımından faydalanılarak yapılmış, tematik haritalar ArcMap 10.5 yazılımı ile oluşturulmuştur.

Yöntem

Çalışma sahalarını oluşturan Eskiçatal, Kayaca, Fahriye ve Gerenli mahallelerindeki tarım parsellerinin sadece arazi toplulaştırması odaklı yapımı gerçekleştirilen 'Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesi' verileri esas alınarak yapılan "tarımsal üretimde verimliliğe etki eden unsurların kırsal kalkınmaya etkisinin araştırılması" temalı bu makale çalışmasında; arazi toplulaştırma projelerinin,

- çok parçalı işletme parseli varlığının birleştirilmesiyle oluşturulan bütüncül arazi kullanımının tarımsal işletmenin üretim verimliliği ve kırsal kalkınmaya etkisi,
- proje uygulaması sonrası oluşan artı katma değer ve atıl/pasif olan kamu kaynaklarının üretime kazandırılmasının kamu maliyesine kırsal kalkınmaya etkisi,
- tarımsal üretim-işleme-pazarlama amaçlı faaliyet gösteren ulusal ve uluslararası sermaye gruplarının işletme yer seçimi tercihi bakımından kırsal kalkınmaya etkisi,
- proje sahasında çevresel etki, eko-sistemlerin korunması/geliştirilmesi ve ekolojik koridorlar oluşumu bakımından yaşanan değişimin kırsal kalkınmaya etkisi, değerlendirilmiştir.

Türkiye'de arazi toplulaştırma çalışmaları günümüzde; şekil ve şartlarını (tarla içi geliştirme hizmetleri, toprak reformu, köy yerleşim yerinin değiştirilmesi, vb.) belirlemek ve uygulamaya konu etmek amacıyla yasama tarafından kabul edilen "22.11.1984 tarih ve 3083 sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlenmesine Dair Tarım Reformu Kanunu ve bu kanun uygulamasına yön veren 07.02.2019 tarihli Arazi Toplulaştırması ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Uygulama Yönetmeliği" ile "03.07.2005 tarih ve 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve bu kanun uygulamasına yön veren 09.12.2017 tarihli Arazi Toplulaştırma Uygulama Yönetmeliği" mevzuat altyapısında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Bu çalışmada 'arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri' içerikli projelerin tarımsal işletmelerin üretim verimliliğine ve kırsal kalkınmaya etkileri; toplulaştırma oranı, AT öncesi ve sonrası ortalama parsel büyüklüğü ve işletme başına düşen ortalama parsel sayısı değişimi, AT öncesi ve sonrası ulaşım ve sulama sisteminden doğrudan faydalanan parsel sayısı ve oranı, AT öncesi ve sonrası parsel şekli ve büyüklüğü değişimi, parsel sınırına yaklaşılamamasından kaynaklanan alan kayıp miktarı ve AT projesi uygulanmadan altyapı ve üst yapı yatırımlarının yapılması durumunda kamu maliyesi tarafından kamulaştırılacak alan ve ödenecek kamulaştırma bedeli analiz edilmiştir.

Arazi toplulaştırma projesinde başarı göstergelerinden birisi de toplulaştırma oranının büyüklüğüdür. Toplulaştırma oranı büyüdükçe, işletmecilik tarımsal üretimde uygun biçime gelmekte ve arazi toplulaştırmasının kırsal kalkınma üzerindeki etkinliği artmaktadır.

Türkiye'deki tarım işletmelerinin işletme büyüklükleri, yeterli genişliğe sahip değil iken, işletme başına düşen ortalama parsel sayısı oldukça fazladır (Eminoğlu ve Çakmak, 2013). Çiftçi bazındaki işletmelerin işledikleri arazi miktarı; sınırlı ve birbirinden uzak çok sayıda parçalardan meydana geldiği için bunlar üzerinde modern tarım tekniklerine dayalı işletmeler kurulamamakta ve mevcut durumla istenilen üretim artışı sağlanamamaktadır. Bu durum, kırsalın kalkınmasında olumsuz yönde etki etmektedir.

Tarımsal üretimdeki çeşitli faaliyetler (ekim, dikim, hasat, bakım, vb.) için parçalı ve dağınık yapıdaki arazilere gidip-gelme sırasında malikin parsel sayısına orantılı olarak fazla yol kat etmesi; işgücü, zaman ve yakıt kaybına neden olacaktır. Ayrıca, taşıt ve tarımsal makinelerin aşınmasına yol açacaktır. Arazi toplulaştırma projelerinin uygulanması ile kamu ortak alanları (ulaşım yolu, tarla içi hizmet yolu, sulama ve drenaj ağı, vb.) için gerekli yerler oluşturulur. Uygulama sahasındaki her bir parselin yol ve sulama ağına cephe alması sağlanır. Çalışmada, AT öncesi ve sonrası her bir parselin yol ve sulama ağına erişebilirliği karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

AT projelerinin faydalarından birisi de parsel şeklinin tarımsal mekanizasyona uygun olacak şekilde düzeltilmesi, iyileştirilmesidir. Tarımsal mekanizasyon için en uygun parsel geometrisi dikdörtgendir (Boztoprak ve ark., 2015). Bu çalışmada, AT öncesi ve sonrası parsel şekilleri değişimi beş sınıf (dikdörtgen, kare, şekilsiz, üçgen ve yamuk) altında değerlendirilmiştir.

Tarımsal üretimde, parsel sınırına paralel yaklaşık 40 cm genişliğindeki toprak şeridi ekilememektedir (Demirel, 1997). Bu durum, arazinin bir bölümünün boş kalmasına ve dolayısıyla üretim kaybına neden olmaktadır. Bu çalışmada parsel sınırına yaklaşılamamasından dolayı ekilemeyen alan miktarı, AT öncesi ve sonrası toplam parsel çevresi uzunluğunun 40 cm ile çarpılması sonucu elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Arazi Toplulaştırma Projelerinin Tarımsal İşletme Üretim Verimliliğine ve Kırsal Kalkınmaya Etkisi Bakımından Değerlendirme

Eskiçatal AT projesi kapsamında toplam 344 adet işletme olup, AT öncesi işletmelere ait toplam parsel sayısı 626 iken AT sonrası toplam parsel sayısı 373'e düşmüş ve toplulaştırma oranı %40.41 olarak hesaplanmıştır. Kayaca AT projesi kapsamında toplam 194 adet işletme olup, AT öncesi işletmelere ait toplam parsel sayısı 470 iken AT sonrası toplam parsel sayısı 177'ye düşmüş ve toplulaştırma oranı %62.34 olarak hesaplanmıştır. Fahriye AT projesi kapsamında toplam 146 adet işletme olup, AT öncesi işletmelere ait toplam parsel sayısı 747 iken AT sonrası toplam parsel sayısı 269'a düşmüş ve toplulaştırma oranı %63.99 olarak hesaplanmıştır. Gerenli AT projesi kapsamında ise toplam 601 adet işletme olup, AT öncesi işletmelere ait toplam parsel sayısı 2192 iken AT sonrası toplam parsel sayısı 1069'a düşmüş ve toplulaştırma oranı %51.23 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Table 1. Parcel and enterprise information before and after LC in Eskiçatal, Kayaca, Fahriye and Gerenli project areas

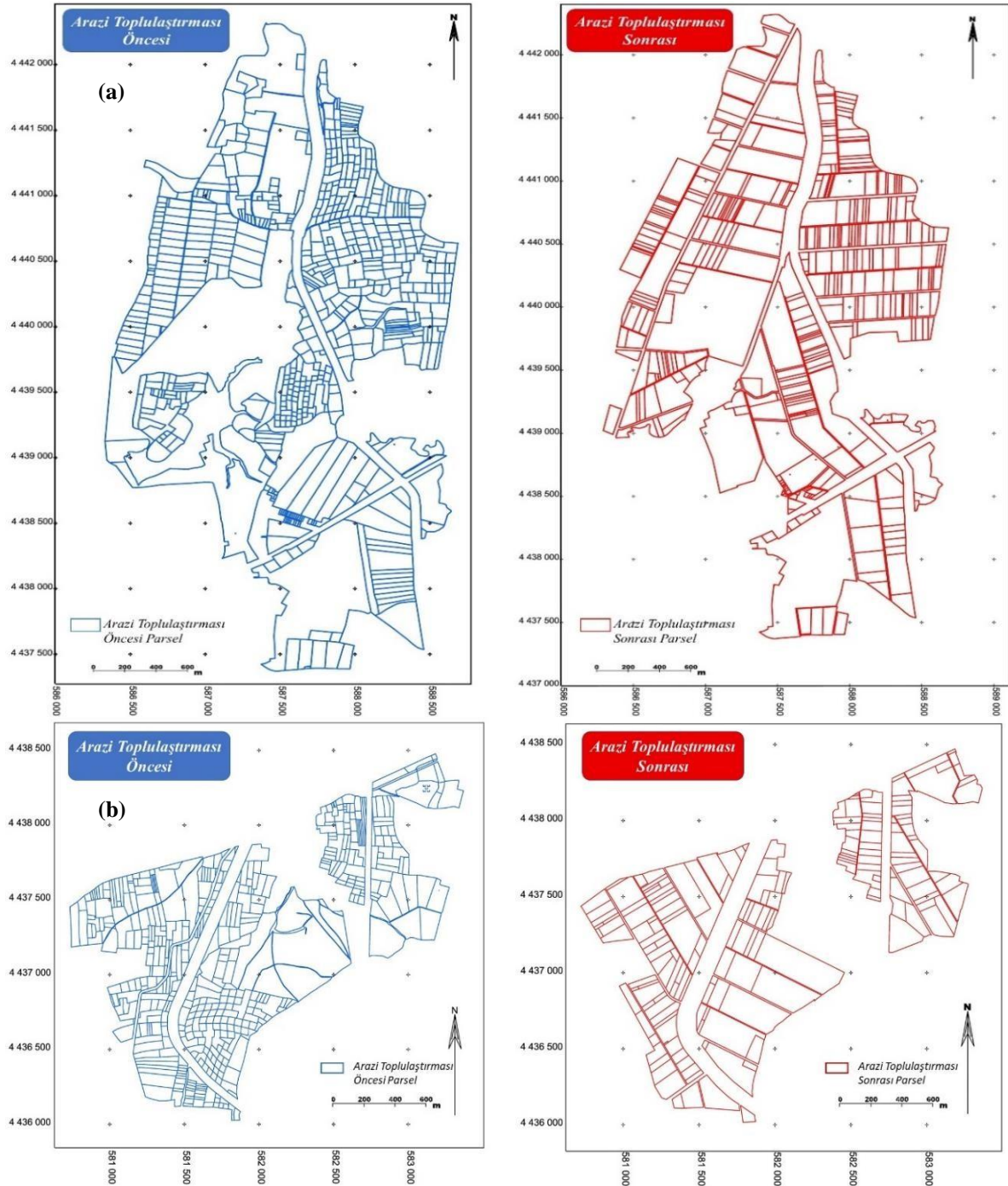
Çizelge 1. Eskiçatal, Kayaca, Fahriye ve Gerenli proje alanlarındaki AT öncesi ve sonrası parsel ve işletme bilgileri

		Eskiçatal	Kayaca	Fahriye	Gerenli
Projenin Uygulanma Yılı		2010-2015	2011-2014	2017-2020	2017-2021
Proje Alanı (da)		6130.0	2331.7	11069.3	31357.0
Parsel Sayısı	<i>AT öncesi</i>	626	470	747	2192
	<i>AT sonrası</i>	373	177	269	1069
Ortalama Parsel Büyüklüğü (da)	<i>AT öncesi</i>	9.79	4.96	14.82	14.31
	<i>AT sonrası</i>	16.43	13.17	39.89	28.80
İşletme Sayısı		344	194	146	601
İşletmenin Ortalama Parsel Sayısı	<i>AT öncesi</i>	1.82	2.42	5.12	3.65
	<i>AT sonrası</i>	1.08	0.91	1.84	1.78
	<i>Azalma oranı (%)</i>	40.66	62.40	64.06	51.23
Toplulaştırma Oranı (%)		40.41	62.34	63.99	51.23

Türkiye'de yapılan arazi toplulaştırma projelerinde genel toplulaştırma oranı ortalamasının %42.4 olduğu (Yağanoğlu ve ark., 2000; Küsek, 2014) dikkate alındığında, örneklem projelerdeki toplulaştırma oranı değerlerinin ülke ortalamasına göre kısmen iyi durumda olduğu, uygulanan AT projelerinin 'parsellerin toplulaştırma oranı' bakımından hedefine ulaştığı ve kırsal kalkınmaya katkı sağladığı söylenebilir.

AT projeleri 'ortalama parsel büyüklüğü ve işletme başına düşen ortalama parsel sayısına etkisi' bakımından değerlendirildiğinde, proje sahalarına ait AT öncesi ve sonrası ortalama parsel büyüklükleri ve işletme başına düşen ortalama parsel sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Eskiçatal ve Kayaca proje sahalarında ortalama parsel büyüklüğü AT öncesi 9.79 ve 4.96 da iken, AT sonrasında 16.43 ve 13.17 da olmuştur. AT öncesi ve sonrası ortalama parsel büyüklüğü %67.82 ve %62.33 oranında artış göstermiştir. Fahriye ve Gerenli proje sahalarında ortalama parsel büyüklüğü AT öncesi 14.82 ve 14.31 da iken, AT sonrasında 39.89 ve 28.80 da olmuştur. Proje sahalarında AT öncesi ve sonrası ortalama parsel büyüklüğü %169.16 ve %101.26 oranında artış göstermiştir. İşletmeye ait

ortalama parsel büyüklükleri her ne kadar proje sahası coğrafi özelliklerine bağlı olarak ülke genelinde değişim gösterse de (Kır, 2012; Peker ve Dağdelen, 2016; Döner ve Kaya, 2021), örneklem proje sahalarının toplulaştırma sonrası ortalama parsel büyüklükleri %62.33 ile %169.16 arasında artış gösterdiği; uygulanan AT projelerinin ‘ortalama parsel büyüklüğü ve işletme başına düşen ortalama parsel sayısına etkisi’ bakımından hedefine ulaştığı ve kırsal kalkınmaya katkı sağladığı görülmüştür. Örneklem çalışma alanlarına ait AT öncesi ve sonrası parsellasyon haritaları Şekil 2’de verilmiştir.



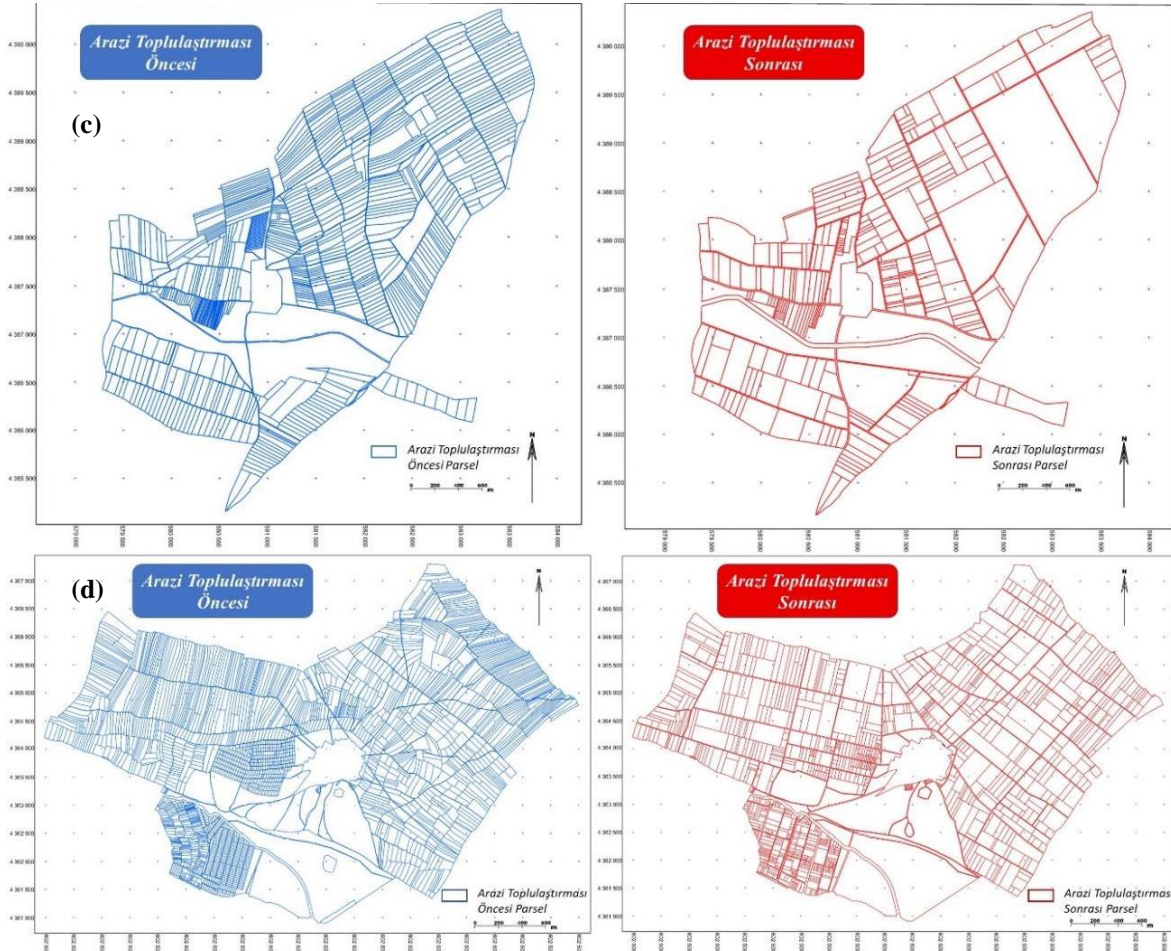


Figure 2. Land subdivision maps of Eskiçatal (a), Kayaca (b), Fahriye (c) and Gerenli (d) study areas before and after LC

Şekil 2. AT öncesi ve sonrası Eskiçatal (a), Kayaca (b), Fahriye (c) ve Gerenli (d) çalışma sahaları parselasyon haritası

AT projeleri 'yol ve sulama-drenaj ağı oluşumu' bakımından değerlendirildiğinde, işletmenin parseli üzerinde tarımsal üretim yapabilmesi için o parselde en kısa yoldan kolaylıkla ulaşabilmesi gerekmektedir. Ancak, AT proje uygulaması yapılmamış yerlerde bu pek mümkün olmamaktadır. Çiftçi, mevcut yol ağına bağlantısı olmayan parseline ulaşabilmek için diğer parselleri kullanmakta, bu durum parsel malikleri arasında anlaşmazlıklara ve basılan parsellerde verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Küsek, 2014). Bu durumdan hem bölge hem de ülke ekonomisi olumsuz etkilenmekte; kırsal kalkınma hedeflerine ulaşımı da kısıtlamaktadır. AT uygulamalarında proje sahasındaki tüm parsellerin en etkili şekilde yol ve sulama-drenaj ağından faydalanabilir olması amaçlanmaktadır. Örneklem proje sahalarında bu amaca ulaşıldığı görülmüştür. Çizelge 2 incelendiğinde; AT öncesi Eskiçatal proje sahasındaki 626 adet parselden 156'sı (%24.92), Kayaca proje sahasındaki 470 adet parselden 113'ü (%24.04), Fahriye proje sahasındaki 747 adet parselden 707'si (%94.64) ve Gerenli proje sahasındaki 2192 adet parselden 1712'si (%78.10) yol ağına cepheli iken AT sonrası proje sahaslarındaki bütün parsellerin (%100) yol ağına doğrudan erişebildiği; AT öncesinde Eskiçatal, Fahriye ve Gerenli mahallesi parselleri sulama sisteminden faydalanamaz halde iken AT projesi sonrasında tamamının (%100) sulama-drenaj ağından faydalanır hale getirildiği, Kayaca mahallesinde ise sulama sisteminden faydalanma oranı %86 iken %100'e eriştirildiği belirlenmiştir. Örneklem AT projelerinin 'yol ve sulama-drenaj ağı oluşumu' bakımından hedefine ulaştığı ve kırsal kalkınmaya katkı sağladığı görülmüştür.

Table 2. Number and rate of parcels direct access to the transportation and irrigation system before and after LC
Çizelge 2. Arazi toplulaştırması öncesi ve sonrası ulaşım ve sulama sisteminden doğrudan doğruya faydalanan parsel adedi ve oranı

Köy/Mahalle Adı	Durum	Ulaşım Sisteminden Faydalanan			Sulama Sisteminden Faydalanan		
		Parsel Adedi	Parsel (%)	Oranı	Parsel Adedi	Parsel (%)	Oranı
Eskiçatal	AT Öncesi	156	24.92		0	0.00	
	AT Sonrası	373	100.00		373	100.00	
Kayaca	AT Öncesi	113	24.04		153	32.55	
	AT Sonrası	177	100.00		177	100.00	
Fahriye	AT Öncesi	707	94.64		0	0.00	
	AT Sonrası	269	100.00		269	100.00	
Gerenli	AT Öncesi	1712	78.10		0	0.00	
	AT Sonrası	1069	100.00		1069	100.00	

Örnekleme AT projeleri ‘toplulaştırmanın parsel büyüklüğüne etkisi’ bakımından değerlendirilmek amacıyla toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel büyüklükleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 3). Parsel büyüklükleri (da); 0-5, 6-10, 11-20, 21-50, 51-100 ve 100< olmak üzere altı grupta incelenmiştir. Örnekleme proje sahalarının tamamında toplulaştırma öncesi parsel sayısı ve parsel büyüklüğüne bağlı olarak toplulaştırma sonrası parsel yüzölçümlerinde muhtelif oranlarda değişim olduğu, bu değişim 0-5 dekar aralığında küçülme yönünde olurken 21-50, 51-100 ve 100<da büyüklükleri arasındaki büyüme yönünde olduğu; örnekleme AT projelerinin ‘toplulaştırmanın parsel büyüklüğüne etkisi’ bakımından hedefine ulaştığı ve kırsal kalkınmaya katkı sağladığı görülmüştür.

Table 3. Distribution of parcel sizes in the project areas before and after LC
Çizelge 3. AT öncesi ve sonrası proje sahalarındaki parsel büyüklükleri dağılımı

Parsel Büyüklüğü (da)	Eskiçatal		Kayaca		Fahriye		Gerenli	
	AT Öncesi (%)	AT Sonrası (%)	AT Öncesi (%)	AT Sonrası (%)	AT Öncesi (%)	AT Sonrası (%)	AT Öncesi (%)	AT Sonrası (%)
0-5	57.67	39.41	74.90	38.42	21.28	16.36	45.48	26.38
6-10	24.60	26.01	17.23	28.25	18.74	12.44	10.49	13.84
11-20	12.94	19.57	5.96	22.60	43.91	25.75	22.77	20.49
21-50	2.56	9.92	1.49	7.91	14.73	30.58	19.34	26.66
51-100	1.28	3.48	0.21	2.26	0.67	7.81	1.28	8.89
100<	0.95	1.61	0.21	0.56	0.67	7.06	0.64	3.74

Parsellerin geometrik şekli, işletmelerin tarımsal üretim verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Geometrik şekli dikdörtgen olmayan bir parselin tarımsal mekanizasyon şartlarında ergonomik olarak işletilmesi veya sulanabilmesi için daha fazla zaman, işçilik ve malzeme gerektirirken aynı zamanda kısmi üretim kayıplarına sebep olacaktır. Bu durum, işletme üretim maliyetlerini arttıracaktır. Birim alandan maksimum fayda sağlanabilmesi için proje sahasının topoğrafyası, mevcut ekim yönü, planlanan yol ve sulama- drenaj sisteminin özellikleri, korunması gereken sabit tesisler gibi unsurlar dikkate alınarak blok planlamasının tasarlanması; parsellerin de ‘5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununda belirtilen parsel büyüklükleri’ esas alınarak ve mümkün olduğunca dikdörtgen geometride (yaklaşık 1/3 ile 1/7 en/boy oranı) oluşacak şekilde parsellasyon planının yapılması

gerekmektedir. Bu durum da nitelikli bir arazi toplulaştırma projelendirmesi ile mümkün olacaktır. Literatürde “eşit yüzölçümünde fakat farklı şekillerdeki parsellerin iş verimliliği ve üretim maliyetine etkisi” üzerine yapılan çalışmalarda, tarımsal üretimde en ideal şeklin dikdörtgen şeklindeki parseller olduğu belirtilmiştir (Kara, 1984; Nimetoğlu, 2013; Akkaya-Aslan, 2018; Ertunç, 2021). Arıcı (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, dikdörtgen şeklindeki bir parselde iş verimi 100 kabul edildiğinde bu verimin yamuk şekilli parsel için 96.7’ye, şekilsiz parsel için 90.9’a düştüğü; aynı çalışmada ‘parsel şekillerinin çalışma süresine etkisi’ analiz edilerek “dikdörtgen şeklindeki parselde birim alanın işlenmesi için gerekli çalışma süresi 100 alındığında bu sürenin yamuk şekli için 103.4’e, düzensiz parsel şekli için 109.4’e, üçgen tarla şekli için 120’ye yükseldiği” tespit edilmiştir. Bu makale çalışmasına örneklem oluşturan AT projeleri ‘parselasyon planı oluşumu ve parsel geometrisinin kırsal kalkınmaya etkisi’ bakımından değerlendirilmiş; parsel şekilleri dikdörtgen, kare, şekilsiz, üçgen ve yamuk olmak üzere beş gruba ayrılmak suretiyle incelenmiş olup, bu gruplara ait AT öncesi ve sonrasındaki parsel şekillerinin sayı ve oranları Çizelge 4’te verilmiştir.

Table 4. Number and rate of parcel shapes before and after LC
Çizelge 4. AT öncesi ve sonrası parsel şekillerinin sayısı ve oranı

Mahalle Adı	Durum	Dikdörtgen		Kare		Şekilsiz		Üçgen		Yamuk	
		Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)
Eskiçatal	AT Öncesi	332	53.03	4	0.64	226	36.10	6	0.96	58	9.27
	AT Sonrası	259	69.44	1	0.27	36	9.65	5	1.34	72	19.30
Kayaca	AT Öncesi	175	37.23	9	1.91	132	28.09	16	3.41	138	29.36
	AT Sonrası	107	60.45	4	2.26	36	20.34	4	2.26	26	14.69
Fahriye	AT Öncesi	323	43.24	0	0.00	200	26.77	9	1.21	215	28.78
	AT Sonrası	126	46.84	1	0.37	56	20.82	2	0.74	84	31.23
Gerenli	AT Öncesi	488	22.26	1	0.05	471	21.49	68	3.10	1164	53.10
	AT Sonrası	700	65.48	8	0.75	69	6.46	3	0.28	289	27.03

AT sonrası tüm proje sahalarındaki şekilsiz parsel oranı azalırken, dikdörtgen şekilli parsel oranı artış göstermiştir. Bu durum, AT projelerinin “en uygun boyutlu parsel şekli ve parselasyon planı oluşumu” hedefine büyük ölçüde ulaştığını, proje sahaları topoğrafyasının ve coğrafi detayların blok planlaması ve parselasyon oluşumunda (parsel geometrisini belirlemede) belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, Eskiçatal mahallesinde AT öncesi dikdörtgen şekilli parsel oranı %53.03 iken AT sonrası %69.44’e yükseldiği, AT öncesi şekilsiz parsel oranı %36.10 iken AT sonrasında %9.65’e düştüğü; Kayaca mahallesinde AT öncesi dikdörtgen şekilli parsel oranı %37.23 iken AT sonrası %60.45’e yükseldiği, şekilsiz parsel oranının AT öncesi %28.09 iken AT sonrasında %20.34’e düştüğü; Fahriye mahallesinde AT öncesi %43.24 olan dikdörtgen şekilli parsel oranının AT sonrası %46.84’e yükseldiği, şekilsiz parsel oranının AT öncesi %26.77 iken AT sonrasında %20.82’ye düştüğü; Gerenli mahallesinde AT öncesi dikdörtgen şekilli parsel oranı %22.26 iken AT sonrası %65.48’e yükseldiği, AT öncesi şekilsiz parsel oranı %21.49 iken AT sonrasında %6.46’ya düştüğü tespit edilmiştir. Bu anlamda, örneklem AT projelerinin ‘parselasyon planı oluşumu ve parsel geometrisinin kırsal kalkınmaya etkisi’ bakımından hedefine ulaştığı ve kırsal kalkınmaya katkı sağladığı görülmüştür.

AT projelerinin faydalarından birisi de parsel şeklinin tarımsal mekanizasyona uygun olacak şekilde düzelterek iyileştirilmesidir. Demirel (1997) tarafından yapılan bir çalışmada “tarımsal üretimde, parsel sınırına paralel ortalama 40 cm genişliğindeki arazi şeridinin ekilemediği için üretim dışı kaldığı, bu durumun arazinin bir bölümünün boş kalmasına ve üretim kaybına neden olduğu” ifade edilmektedir. Örneklem AT projeleri ‘parsellerde yaşanan sınır alan kayıplarının ekilemeyen alan miktarına etkisi’ bakımından değerlendirildiğinde; Eskiçatal, Kayaca, Fahriye ve Gerenli proje sahalarındaki işletmelerin ‘parsel parçalılığı ve geometrisinden kaynaklı parsel sınırı ekim dışı alanı

AT öncesinde 93.45 da, 52.83 da, 212.69 da ve 523.28 da iken, AT sonrasında bu büyüklüklerin sırasıyla 72.44 da, 30.45 da, 84.47 da ve 282.89 da düştüğü; AT sonrasında Eskiçatal, Kayaca, Fahriye ve Gerenli proje sahalarında 21.01 da, 22.38 da, 128.22 da ve 240.39 da alanın 'tarımsal üretim yapılabilir' hale getirildiği görülmüştür (Çizelge 5). Bu anlamda, örneklem AT projelerinin 'parsellerde yaşanan sınır alan kayıplarından dolayı ekilemeyen alanların üretime kazandırılması' bakımından hedefine ulaştığı, işletme ekonomisine ve kırsal kalkınmaya katkı sağladığı görülmüştür.

AT projesi uygulamasının yararlarından birisi de kamu ortak kullanım alanlarının kamulaştırma yaparak edinmek yerine toplulaştırma ile elde edilmesidir; doğru olanı da budur. Sorumlu idare Devlet Su İşleri tarafından 'AT projesi tarla içi geliştirme hizmetleri' kapsamında oluşturulan kamu ortak kullanım yerleri, yürürlükteki uygulama mevzuatı gereğince 'AT öncesi her parsel yüzölçümünden %10'a kadar bedelsiz alınan ortak tesislere katılım payı (OTKP) kesintisi ile tedarik edilmektedir. Örneklem proje sahalarındaki teknik altyapı hizmet alanları 'kamu yatırımları bütçesi' kullanılmak suretiyle kamulaştırma yapılarak da elde edilebilirdi. Böylesi bir durumda Eskiçatal ve Kayaca proje sahalarında kamu yatırımları için gerekli alan miktarının 590.93 da ve 219.65 da olacağı, DSİ 25. Bölge Müdürlüğü'nün 06.01.2020 tarihli uzlaşma komisyonu 'Olur' kararına göre Manyas ilçesi Eskiçatal ve Kayaca mahalleleri sulu tarım arazilerinde kıymet takdir komisyonu marifetiyle kamulaştırma birim fiyatının 10 TL m² olarak belirlendiği, bu değer doğrultusunda kamu yatırımlarına ayrılacak alanlar üzerinde yapı ve tesisler bulunmadığı varsayımı ile Eskiçatal ve Kayaca proje sahalarında toplam kamulaştırma bedeli 8.105.800,00 TL olarak hesaplanmıştır. Fahriye ve Gerenli proje sahalarında kamu yatırımları için gerekli alan miktarlarının 338.60 da ve 565.40 da olacağı, Sivrihisar Asliye Hukuk Mahkemesinin 28.10.2021 tarihli E.2021/120 ve K.2021/241 sayılı kararı gereğince kamulaştırma birim fiyatının 14,17 TL m² olarak karar altına alındığı, kamu yatırımlarına ayrılacak alanlar üzerinde yapı ve tesisler bulunmadığı varsayımı ile Fahriye ve Gerenli proje sahalarında toplam kamulaştırma bedelinin 12.809.680,00 TL olarak hesaplandığı ilgili proje dosyaları üzerinden tespit edilmiştir. Bu tercihli durumda, örneklem AT projelerinde ilave kamu yatırım bütçesi kullanılmadan teknik altyapı tesis yerlerinin karşılanmış olmasında kamu maliyesine ve kırsal kalkınmaya katkı sağlandığı görülmüştür.

Table 5. Amount of uncultivated area due to parcel border facilities before and after LC
Çizelge 5. AT öncesi ve sonrası parsel sınır tesisleri kaynaklı ekilemeyen alan miktarı

Uygulama Sahası	Ekilemeyen Alan (da)		
	AT Öncesi	AT Sonrası	Değişim
Eskiçatal	93.45	72.44	21.01
Kayaca	52.83	30.45	22.38
Fahriye	212.69	84.47	128.22
Gerenli	523.28	282.89	240.39

Arazi Topplulaştırma Projelerinin, Artı Katma Değer Oluşturma ve Âtıl/Pasif Olan Kamu Kaynaklarının Ekonomiye Kazandırılması Bakımından Kamu Maliyesine ve Kırsal Kalkınmaya Etkileri

AT proje sahalarında mevcutta âtıl/pasif durumda olup üretime konu edilmeyen çok sayıda, farklı büyüklükte ve geometrilere tescil harici yerler, orman vasfını kaybetmiş yerler ve meralar bulunmaktadır. AT proje çalışması ön hazırlık aşamasında tescil harici yerlerin tespiti ve Maliye Hazinesi adına tescil ettirilmesi, orman vasfını kaybetmiş yerlerin tespiti yapılarak 6831 sayılı Orman Kanunu 2/b maddesi gereğince Maliye Hazinesi adına tescil ettirilmesi, köy/mahalle biriminde tarımsal işletmelerde hayvansal üretim planlaması yapılmak suretiyle mera alanlarının yer değişimi ya da atıl durumdaki yerlerin 4342 sayılı Mera Kanunu 14. maddesi (tahsis amacının değiştirilmesi) kapsamında Maliye Hazinesi adına tescil ettirilmesi sağlanmalı; böylesi kamu kaynaklarının kırsal kalkınma hedeflerine yönlendirilerek ekonomiye kazandırılması sağlanmalıdır.

Arazi Toplulaştırma Projelerinin, Tarımsal Üretim-İşleme-Pazarlama Amaçlı Faaliyet Gösteren Sermaye Gruplarına İşletme Yer Seçimi Tercihi Sunma Bakımından Kırsal Kalkınmaya Etkisi

Dünya coğrafyasında bölgesel ve küresel ölçekte ve farklı yoğunluklarda yaşanan toplumsal dönüşüm ve gelişmeler özellikle kentsel alanlarda tüketici nüfusun sayısını hızla artırırken kırsal kesimden toprak ve işgücü koparmış, buna ilave yaşanan pandemi ve iklim değişimi gibi etkileşimler kırsal mekân ve doğal yaşamın önemini bir kez daha artırmıştır (Akdeniz, 2009). Bütün bu yaşanmışlıkları dengeleyebilmek adına; kırsal ekonomilerin güçlenmesini sağlamak, hızla değişen pazarlarda rekabet gücünü ve tarımsal verimliliği artırabilmek ve karşılaştırmalı iktisadi üstünlüklerin olduğu alanlarda ulusal ve uluslararası sermaye gruplarına yer seçimi sunma imkanı tanımak gerekmektedir. Bu bilinç içerisinde, kırsal alanda iktisadi çeşitlilik ve kalkınma ile yalnızca ülke ekonomisi değil, toplumsal yapının bütünüyle değiştirilmesi hedeflenmelidir. Çok amaçlı tasarlanacak AT projeleri de bu değişim ve gelişimin en önemli araçlarından birisidir. Bu bakış altında örneklem AT projeleri değerlendirildiğinde, yapılan uygulamaların salt ‘tarla içi geliştirme hizmetleri’ kapsamında işletmelere ait parçalı arazilerin toplulaştırılması ve üretilen tarım parsellerinin yol ve sulama ağına dayandırılmasından ibaret olduğu; bu anlamda kırsal kalkınma hedeflerine erişim için “havza bazında planlama yaparak çok amaçlı/etkileşimli kırsal kalkınma projelerinin oluşturulması gerektiği” söylenebilir.

Arazi Toplulaştırma Projelerinin, Eko-Sistemlerin Korunması/geliştirilmesi ve Ekolojik Koridorlar Oluşumu Bakımından Kırsal Kalkınmaya Etkisi

AT projesi yapılacak sahalarda; sulak alanlar, habitat alanları, ekolojik koridorlar, vb. ekosistemlerin bileşenleri ve yeşil yol sistemleri ‘havza planlaması esasında ve toplulaştırmadan öncelikli bir proje olarak çalışılmalıdır. Bu etkileşimli projeden sonra üzerine AT projesi uyarlanarak bir bütün halde sahaya uygulanmalıdır. Böylelikle, AT proje sahasında bulunan veya oluşturulması önerilen habitat alanları bağımsız ekosistemler olarak hayata geçirilmelidir. Proje sahasındaki ekolojik koridorlar ve sulak alan ıslah çalışmaları için ihtiyaç duyulan alanlar, proje sahasındaki tescil harici alanlar ve hazine parselleri taşınmak suretiyle karşılanmalıdır. Sulak alanlar için ıslah/rehabilitasyon projeleri geliştirilmeli, AT projesinin gereği olarak oluşturulan sulama ve drenaj ağı akarsu ıslah projeleri ile bütünleşik olarak planlanmalı; böylece proje sahasındaki habitat doğal yaşam alanlarının sürdürülebilirliği ve ekosistem döngüsü sağlanmalıdır. Bu sayede, AT projelerinin kırsal kalkınma içerikli yapılmasının gerekliliği hem anlam kazanmış hem de karşılık bulmuş olacaktır.

Türkiye’de yapılacak çalışmalarda doğal alanların korunması ve ekosistem dengesinin/döngüsünün sağlanması için AT ile ekolojik alanların bütünleşik planlanması ve oluşacak projenin uygulanması doğru bir yaklaşım olacaktır.

Arazi Toplulaştırma Projelerinin, Köy/Mahalle Yerleşimlerinin Yeniden Planlanması Bakımından Kırsal Kalkınmaya Etkisi

Türkiye’de yapılan AT projelerinde, mevcut yerleşim birimleri üzerinde “teknik gerekçeleri eşliğinde köy/mahalle yerleşim yerinin taşınması” işlemi dışında kırsal yerleşim birimi oluşturma/yenileme/geliştirme işlemi yapılmamaktadır. Halbuki kırsalda yaşayan nüfusun ‘toplumsal gelişmişlik parametrelerini sağlayacak şekilde ve istekli olarak’ yerinde iskân edildiği yerleşim yeri planlamasına ihtiyaç vardır. Kırsal kalkınmada sürdürülebilirliğin sağlanması, ancak kırsal dinamiklerin yerinde istihdam edilmesiyle mümkün olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, kırsal kalkınmanın sağlanmasında arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesinin etkileri ve olması gerekenler değerlendirmeye alınmıştır. Günümüz Türkiye’inde yapılan uygulamaların 3083 sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu ile 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu çerçevesinde iki ayrı mevzuat zemininde ve sadece ‘arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri’ kapsamında yapılması, kırsalın geliştirilmesi ve kalkınmanın sürdürülebilir kılınması bakımından önemli bir eksikliklerdir.

Örneklem olarak çalışılan AT projelerinde bağlı kalınan mevzuat uygulamalarında yeterli performansın gösterildiği, ortalamaların üzerinde proje başarısına erişildiği söylenebilir. Ancak

geleceğin kırsalını şekillendirmek ve kırsal kalkınmada teknik, ekonomik ve sosyolojik unsurlar içerisinde topyekûn sürdürülebilirliği sağlamak adına;

-AT proje sahalarında mevcutta âtıl/pasif durumda olup üretime konu edilmeyen tescil harici yerler, orman vasfını kaybetmiş yerler, meralar gibi potansiyel kamu kaynaklarının yeniden değerlendirmeye alınıp/planlanıp kırsal kalkınma hedeflerine yönlendirilerek ekonomiye kazandırılması sağlanmalıdır.

-Kırsal ekonomilerin, hızla değişen/gelişen ulusal/uluslararası pazarlarda rekabet gücünü ve tarımsal verimliliğini/çeşitliliğini artırabilmek adına “karşılaştırmalı iktisadi üstünlüklerin olduğu alanlarda sermaye gruplarına yer seçimi yapma imkanını sunan çok amaçlı ve iktisadi tabanlı projelerin” AT projeleri ile bütünleşik bir halde uygulamaya konulması sağlanmalıdır.

-Proje sahalarındaki sulak alanlar, habitat alanları, ekolojik koridorlar, vb. eko-sistem bileşenlerinin ve yeşil yol sistemlerinin “havza planlaması esasında ve toplulaştırmadan öncelikli (yönlendirici) bir proje” olarak çalışılıp, AT projeleri ile bütünleşik bir halde uygulamaya konulması sağlanmalıdır.

-AT projelerinin bütünleyici bir unsuru olarak, kırsalda yaşayan nüfusun “toplumsal yaşam kalitesini artıracak ve istekli olarak yerinde iskân edilmesini sağlayacak” köy/mahalle yerleşim yeri planlaması yapılmalıdır.

Teşekkür

Arazi toplulaştırma projelerinin oluşturulması ve sahaya uygulanmasında sorumlu kuruluş olan Devlet Su İşleri 3. ve 25. Bölge Müdürlüklerine veri teminindeki katkılarından dolayı 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

- Akdeniz, H., 2009. Kırsal kalkınma ve arazi toplulaştırma. TMMOB-HKMO Panel, 23 Ekim, Afyonkarahisar.
- Akdeniz, M., Temizel, K.E., 2018. Arazi toplulaştırma projelerinde başarının değişik göstergelere göre değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 33 (2): 149-161.
- Akkaya-Aslan, Ş.T., 2018. Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası arazi parçalılık değişiminin analizi: Denizli Tavas ilçesi Pınarlar köyü örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 5 (3): 364-371.
- Arıcı, İ., 1994. Arazi Toplulaştırması. U.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:60, 121s. Bursa.
- Boztoprak, T., Demir, O., Çoruhlu, Y. E., Nişancı, R., 2015. Arazi toplulaştırmasının tarımsal işletmelere etkilerinin araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 3 (3): 1-11.
- Boyraz, Z., Üstündağ, Ö., 2008. Kırsal alanlarda arazi toplulaştırma çalışmalarının önemi. *Nature Sciences*. 3 (3): 563-578.
- Çay, T., Çevik, H., 2009. Arazi düzenleme sonuçlarının anketlerle analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 24 (3): 11-18.
- Demirel, Z., 1997. Kırsal toprak düzenlemesi. Y.T.Ü. Basım Yayın Merkezi, İstanbul.
- Döner, H., Kaya, S., 2021. Bingöl ili merkez ilçe köylerinde uygulanan arazi toplulaştırma projesinin kırsal alan planlaması yönüyle değerlendirilmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 10 (2): 34-41.
- Eminoğlu, G., Çakmak, B., 2013. Burdur-Kemer-Elmacık köyü arazi toplulaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*. 5: 39-53.
- Ertunç, E., 2021. Arazi toplulaştırma projelerinde parsel şekil değişiminin nicel değerlendirmesi: Konya ili Çumra ilçesi Abditolu mahallesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 11 (1): 1-10.
- Kara, M., 1984. Sulama şebekelerinde sulama oranı-arazi parçalanması şebeke yoğunluğu ilişkileri ve Türkiye'deki durum üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 125-146.
- Kır, M., 2012. Sinop Boyabat Cemalettin köyü arazi toplulaştırmasının tarımsal altyapı hizmetleri yönünden değerlendirilmesi. *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*. 45 s.
- Korthals-Altes, W.K., Bong-Im, S., 2011. Promoting rural development through the use of land consolidation: the case of Korea. *International Planning Studies*. 16 (2): 151-167.
- Küsek, G., 2014. Arazi toplulaştırmanın arazi parçalılığı ve işletme ölçeğine etkileri: Konya-Ereğli-Kuskuncuk köyü örneği. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 29 (2): 15-28.

- Nimetoğlu, S.T., 2013. Karabucak köyünde arazi toplulaştırmasının değerlendirilmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*. 6: 55-62.
- Paşakarnis, G., Maliene, V., 2010. Towards sustainable rural development in central and eastern Europe: applying land consolidation. *Land Use Policy*. 27 (2): 545-549.
- Peker, M., Dağdelen, N., 2016. Aydın bölgesi toplulaştırma sahalarında toplulaştırma öncesi ve sonrası kültür teknik hizmetlerinin irdelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13 (1): 25-33.
- Yağanoğlu, A.V., Okuroğlu, M., Hanay, A., 2000. Arazi toplulaştırması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:159*, 169s. Erzurum.
- Yoğunlu, A., 2013. Arazi toplulaştırma faaliyetleri, TRB1 bölgesi (Bingöl, Elâzığ, Malatya, Tunceli). *Fırat Kalkınma Ajansı*.



Araştırma Makalesi/Research Article

Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Salkım ve Tane Özellikleri ile Olgunluk Kriterlerinin Belirlenmesi

Çiğdem Altın Dünya¹ 

Alper Dardeniz^{1*} 

¹ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 17100, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: adardeniz@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.02.2022

Kabul Tarihi: 21.12.2022

Öz

Bu araştırma, ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi'ndeki 'Ziraat Fakültesi Çiftliği Bitkisel Üretim Birimi' 'Sofralık Üzüm Çeşitleri Araştırma ve Uygulama Bağı'nda, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma materyali olarak sofralık çeşitlerden 'Yalova İncisi', 'Cardinal', 'Yalova Çekirdeksizi', 'Ata Sarısı', 'Italia', 'Kozak Beyazı', 'Amasya Beyazı' ve 'Müşküle' üzüm çeşitleri kullanılmıştır. Üzüm çeşitlerinden iri koruk döneminden itibaren hasada kadar haftalık olarak örnek alınmak suretiyle tane ağırlığı (g), tane eni (mm), tane boyu (mm), %SÇKM, %asitlik, pH ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) değerleri belirlenmiş, ayrıca hasat tarihinde alınan salkımlarda; salkım eni (cm), salkım boyu (cm), salkım sıklığı (1-9), salkım ağırlığı (g) ve ortalama verim (g omca⁻¹) değerleri de hesaplanmıştır. Sofralık üzüm çeşitlerinin incelenen iki yıllık ortalamalarında; ortalama verimi en yüksek (7609 g omca⁻¹), en geniş (12.56 cm) ve en uzun salkımlı (20.93 cm) çeşidin 'Ata Sarısı', en sık (6.99) ve en ağır salkımlı (409.7 g) çeşidin 'Italia', en geniş taneli (22.51 mm) çeşidin 'Cardinal', en uzun ve en ağır taneli (26.20 mm ve 8.61 g) çeşidin 'Ata Sarısı', en yüksek %SÇKM (%19.82) oluşturan çeşidin 'Kozak Beyazı', en yüksek pH (3.86), en düşük %asitlik (%0.445) ve en yüksek olgunluk indisine (40.05) sahip çeşidin ise 'Müşküle' üzüm çeşidi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Olgunluk, Salkım, Sofralık üzüm çeşitleri, Tane, *Vitis vinifera* L.

Determination of Cluster and Berry Characteristics and Maturity Criteria of Some Table Grape Varieties

Abstract

This research was carried out in 'Research Vineyard of Table Grape Varieties' 'Faculty of Agriculture's Plant Production and Research Farm' in Dardanos Campus of COMU in 2014 and 2015 years. 'Yalova İncisi', 'Cardinal', 'Yalova Cekirdeksizi', 'Ata Sarısı', 'Italia', 'Kozak Beyazı', 'Amasya Beyazı' and 'Müşküle' table grape varieties were used as research material. Berry weight (g), berry length (mm), berry width (mm), %soluble solid content, %acidity, pH and maturity index (%TTS %acidity-1) values were determined by taking samples from the grape varieties on a weekly from sour grape period to harvest. In addition, in the clusters taken at the harvest date; cluster width (cm), cluster length (cm), cluster compactness (1-9), cluster weight (g) and average yield (g grapevine-1) values were calculated. In the analyzed two-year averages of table grape varieties; It was determined that 'Ata Sarısı' of the variety with the highest average yield (7609 g grapevine-1), the largest cluster (12.56 cm) and the longest cluster (20.93 cm); 'Italia' of the variety with the tightest cluster (6.99) and the heaviest cluster (409.7 g); 'Cardinal' of the variety with the widest berry (22.51 mm); 'Ata Sarısı' of the variety with the longest berry (26.20 mm) and the heaviest berry (8.61 g); 'Kozak Beyazı' of the variety with the highest soluble solid amount (19.82%); 'Müşküle' of the variety with the highest pH value (3.86), the lowest acidity value (0.445%) and the maturity index (40.05).

Keywords: Maturity, Cluster, Table grape varieties, Berry, *Vitis vinifera* L.

Giriş

Ülkemizde 2020 yılı verilerine göre; 4.009.979 da alan üzerinde toplam 4.208.908 ton yaş üzüm üretimi yapılmaktadır. Bunun 2.218.056 tonu sofralık, 1.534.499 tonu kurutulmalık, 456.353 tonu endüstriyel amaçlı yetiştirilen üzüm çeşitleridir (TUİK, 2021).

Değerlendirme şekillerine göre üzümler, ülkemizin farklı bölgelerinde sofralık, kurutmalık, sıralık ya da şaraplık üzüm olarak hem iç hem de dış pazarda önemli bir gelir kaynağı oluşturmaktadır (Kara, 2007). Genel bir değerlendirmeyle ülkemizde; Ege Bölgesi'nde çekirdeksiz taze ve kurutmalık, Marmara Bölgesi'nde sofralık ve şaraplık, Akdeniz Bölgesi'nde ilk turfanda, Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde şaraplık, sıralık, sofralık ve çekirdekli kurutmalık üzüm çeşitleri yetiştiriciliği ön plana çıkmaktadır.

Ülkemiz bağ alanlarının büyük bir kısmı filoksera (*Viteus vitifolii* Fitch.) zararlısıyla bulaşmıştır (İlter ve ark., 1984). *Vitis vinifera* L.'nin köklerinin zararlıya hassas olması nedeniyle, bu zararlıya karşı direnci yüksek olan Amerikan asma anaçlarının kullanımı zorunludur (Çelik ve ark., 1998; Dardeniz, 2001; Dardeniz ve ark., 2005). Böyle yerlerde bağcılık yapılabilmesi için en yaygın kültürel önlem, Amerikan asma anaçları üzerine aşılı fidan kullanımıdır (Kısmalı, 1981). Kurulacak bağın ömrü, verimliliği, ürününü olgunlaştırması ve ürünün kalitesi, uygun anaç seçimine bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup, uygun anaç seçimi arazinin toprak yapısı ve kültürel durumu dikkate alınarak yapılmalıdır (Winkler, 1972).

Bununla birlikte, iklim koşulları da bağcılık için büyük önem taşımaktadır. İklimi oluşturan etmenlerden sıcaklık ve güneşlenme süresi; asmada büyüme, gelişim, çiçeklenme, tane tutumu, olgunlaşma, üzüm kalitesi ve verim üzerinde önemli etkilere sahiptir (Van Leeuwen ve ark., 2004). Asma, vejetasyon devresinde sürgün gelişimi ve meyve olgunluğu için ışığa ihtiyaç duymaktadır. Güneşlenme süresi; üzüm kalitesi, verimlilik ve olgunlaşmaya etki etmekte, renk oluşumunu ve %SÇKM'yi yükselterek kaliteyi arttırmaktadır. Güneşlenme aynı zamanda hastalık kontrolünde de önemli bir etkiye sahiptir (Hellman, 2005). Bir bölgenin ekonomik üzüm yetiştiriciliği için uygun olup olmadığını belirleyen en önemli ekolojik faktörlerin başında sıcaklık gelmektedir. Üzüm yetiştiriciliğinde, vejetasyon dönemindeki sıcaklığın 18°C'nin altına düşmemesi ve yıllık ortalama sıcaklığın ise 10°C civarında olması gerekmektedir (Çelik, 2011).

Özdemir ve Bayhan (2018), Diyarbakır'da yürüttükleri bir araştırmada; en yüksek salkım ağırlığı (293.33 g) ve salkım boyunun (20.67 cm) Ata Sarısı üzüm çeşidinde, en yüksek salkım eni (12.47 mm) ve salkım büyüklüğünün (254.32 cm²) Tilki Kuyruğu üzüm çeşidinde, en yüksek tane ağırlığı (7.48 g), tane eni (16.22 mm), tane büyüklüğü (343.45 mm²) ve tane boyunun (21.17 mm) Abderi üzüm çeşidinde, en yüksek tane hacminin (6.8 ml) ise Trakya İlkeren üzüm çeşidinde bulunduğunu saptamışlardır.

Çelik (2006), tane iriliğinin; Amasya Beyazı üzüm çeşidinde 4.3 g, Ata Sarısı üzüm çeşidinde 10–12 g, Italia üzüm çeşidinde 8–10 g, Kozak Beyazı üzüm çeşidinde 7–8 g, Müşküle üzüm çeşidinde 5 g, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde 3.5–4 g, Yalova İncisi üzüm çeşidinde 6–7 g ve Cardinal üzüm çeşidinde 7–9 g olduğunu belirtmektedir. Salkım iriliğinin; Amasya Beyazı üzüm çeşidinde 400–450 g, Ata Sarısı üzüm çeşidinde 750–800 g, Italia üzüm çeşidinde 700–800 g, Kozak Beyazı üzüm çeşidinde 500–600 g, Müşküle üzüm çeşidinde 250–350 g, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde 480 g, Yalova İncisi üzüm çeşidinde 400–500 g ve Cardinal üzüm çeşidinde 500–600 g olduğunu ifade etmektedir.

Adana koşullarında Ata Sarısı üzüm çeşidinin olgunlukta; %14.60 SÇKM'ye, 0.699 g 100 ml⁻¹ asitliğe, 3.85 pH'a, 22.90 cm salkım uzunluğuna, 15.10 cm salkım genişliğine, 741.9 g salkım ağırlığına, 26.0 mm tane uzunluğuna, 21.90 mm tane genişliğine ve 7.60 g tane ağırlığına sahip olduğu belirtilmektedir. Cardinal üzüm çeşidinin olgunlukta; %12.00 SÇKM'ye, 0.774 g 100 ml⁻¹ asitliğe, 3.71 pH'a, 20.60 cm salkım uzunluğuna, 12.40 cm salkım genişliğine, 393.2 g salkım ağırlığına, 22.60 mm tane uzunluğuna, 22.50 mm tane genişliğine ve 6.30 g tane ağırlığına ulaştığını belirtilmektedir. Italia üzüm çeşidinin olgunlukta; %13.60 SÇKM'ye, 0.743 g 100 ml⁻¹ asitliğe, 3.68 pH'a, 20.10 cm salkım uzunluğuna, 15.70 cm salkım genişliğine, 651.0 g salkım ağırlığına, 25.10 mm tane uzunluğuna, 21.70 mm tane genişliğine ve 6.50 g tane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Müşküle üzüm çeşidinin olgunlukta; %15.70 SÇKM'ye, 0.682 g 100 ml⁻¹ asitliğe, 3.61 pH'a, 19.30 cm salkım uzunluğuna, 12.40 cm salkım genişliğine 354.9 g salkım ağırlığına, 20.70 mm tane uzunluğuna, 18.60 mm tane genişliğine ve 3.90 g tane ağırlığına ulaştığı tespit edilmiştir. Yalova İncisi üzüm çeşidinin olgunlukta %11.80 SÇKM'ye, 0.450 g 100 ml⁻¹ asitliğe, 3.73 pH'a, 17.20 cm salkım uzunluğuna, 10.70 cm salkım genişliğine, 281.8 g salkım ağırlığına, 23.40 mm tane uzunluğuna, 18.00 mm tane genişliğine ve 3.90 g tane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Tangolar ve ark., 1996).

Çanakkale ilinde dikimi yapılan yenice bağlarda, ilk 2–3 yıl damla veya çanak usulü sulama yapılmakta, bunun ardından bağcılık kurak şartlar altında sürdürülmektedir. Çanakkale ilinde bulunan

bağlarda uyanma genellikle 5–15 Nisan tarihleri arasında gerçekleşmekte, ilkbahar toprak işlemesi Nisan–Haziran ayları arasında yapılmaktadır. Bağlarda tam çiçeklenme 25 Mayıs–10 Haziran tarihleri arasında meydana gelmektedir. Çanakkale bağlarında karşılaşılan en önemli bağ hastalıkları; bağ küllemesi (*Uncinula necator* “Sch.” Burr.) ve bağ mildiyüsü (*Plasmopara viticola* “B. et. C.”), ana bağ zararlısı ise salkım güvesi (*Lobesia botrana* Den.–Schiff.)’dir. Hasat tarihi yıla ve üzüm çeşidine bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle en erkenci sofralık çeşitler 10–15 Temmuz, son turfanda sofralık çeşitler ise 15 Ekim–5 Kasım tarihleri arasında hasat edilmektedir (Dardeniz, 2013).

Bu araştırmada, Çanakkale koşullarındaki aynı bağ içerisinde yer alan Yalova İncisi, Cardinal, Yalova Çekirdeksizi, Amasya Beyazı, Ata Sarısı, Italia, Kozak Beyazı ve Müşküle üzüm çeşitlerinin salkım ve tane özellikleri ile olgunluk kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, ‘ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi’nde bulunan ‘Ziraat Fakültesi Çiftliği Bitkisel Üretim Birimi’ ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Araştırma Bağı’nda, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Sofralık üzüm çeşitlerinden Yalova İncisi 41B Amerikan asma anacı üzerine, Cardinal, Yalova Çekirdeksizi, Amasya Beyazı, Ata Sarısı, Italia, Kozak Beyazı ve Müşküle üzüm çeşitleri ise 5BB Amerikan asma anacı üzerine aşıli bulunmaktadır. Yetiştirilen sofralık üzüm çeşitleri tek kollu sabit kordon terbiye şekline göre, 3.0 metre x 1.5 metre aralık ve mesafeyle kuzey–güney istikametinde tesis edilmiştir. Üzüm çeşitleri kış döneminde 2–3 göz üzerinden kısa olarak budanmıştır. Araştırmanın başlatıldığı yıl çeşitlere ait omcalar 12 yaşındadır.

Üzüm çeşitleri ben düşme dönemlerinin başında, yoğun olarak görülen kuş zararına karşı %50’lik file örtü altına alınmıştır. Sofralık üzüm çeşitlerinin hasat tarihleri, salkımların çeşide özgü renk, salkım–tane iriliği ile önolojik olgunluğa ulaşma durumları dikkate alınarak belirlenmiştir.

Table 1. Harvest dates of table grape varieties in 2014 and 2015

Çizelge 1. Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait hasat tarihleri

Üzüm çeşitleri	2014	Hasat tarihi	2015
Yalova İncisi	31.07.2014		29.07.2015
Cardinal	13.08.2014		12.08.2015
Yalova Çekirdeksizi	20.08.2014		19.08.2015
Ata Sarısı	09.09.2014		16.09.2015
Italia	11.09.2014		02.09.2015
Kozak Beyazı	16.09.2014		09.09.2015
Amasya Beyazı	29.09.2014		09.09.2015
Müşküle	13.10.2014		16.09.2015

Sofralık üzüm çeşitlerinin 2014 ve 2015 yıllarındaki hasat tarihleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. Her iki yılda da en erken hasat olgunluğuna ulaşan çeşit Yalova İncisi üzüm çeşidi (2014; 31 Temmuz ve 2015; 29 Temmuz), en geç hasat olgunluğuna ulaşan çeşit ise Müşküle üzüm çeşidi (2014; 13 Ekim ve 2015; 16 Eylül) olmuştur.

Çanakkale ilinin 2014 yılının ortalama sıcaklık değerleri; Mayıs ayında 18.1°C, Haziran ayında 22.1°C, Temmuz ayında 25.5°C, Ağustos ayında 26.1°C ve Eylül ayında 21.4°C olmuştur. 2015 yılının ortalama sıcaklık değerleri; Mayıs ayında 19.4°C, Haziran ayında 22.0°C, Temmuz ayında 26.2°C, Ağustos ayında 27.1°C ve Eylül ayında 23.4°C’dir. 2015 yılının ortalama sıcaklık değerlerinin 2014 yılına ait değerlere göre daha yüksek seyrettiği tespit edilmiştir.

Araştırma, sekiz farklı üzüm çeşidi üzerinde tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmış, her tekerrürde 4’er adet omca incelemeye alınmıştır. Araştırma bağındaki üzüm çeşitlerinin kültürel işlemleri her iki yılda da eksiksiz olarak yapılmıştır. Üzüm çeşitlerinde iri koruk dönemlerinden (5–6 mm) itibaren hasada kadar her hafta düzenli olarak, her bir omca üzerinden parselleri temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler ‘ÇOMÜ Bahçe Bitkileri Bölümü Pomoloji Laboratuvarı’nda incelenmiştir. Böylece tane eni (mm), tane boyu (mm) ve tane ağırlığı (g) değerleri, bununla birlikte ben düşme dönemlerinin başından itibaren %SÇKM, pH, %asitlik ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) değerleri belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen şıradan Atago Pocket PAL–1 (Japan) dijital el refraktometresi yardımıyla %SÇKM, titrasyon

yöntemiyle tartarik asit cinsinden %asitlik ve %SÇKM ile %asitlik değerlerinin oranlanmasıyla da olgunluk indisi değerleri belirlenmiştir.

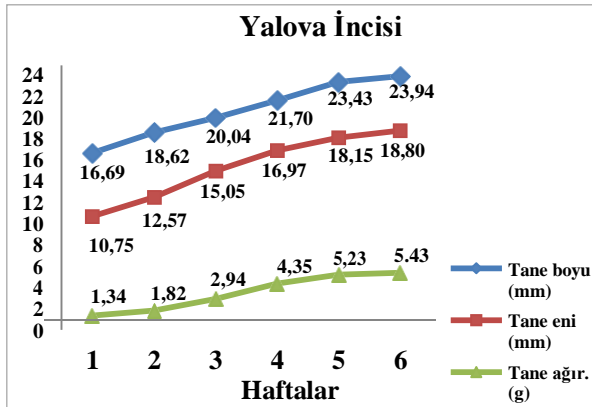
Araştırmada, sofralık üzüm çeşitlerindeki %SÇKM değeri önolojik olgunluk seviyesine ulaştığında üzüm çeşitlerinin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat zamanında, omcalar üzerinden alınan salkımlardan; salkım eni (cm), salkım boyu (cm), salkım sıklığı (1–9), salkım ağırlığı (g) ve ortalama verim (g omca⁻¹) değerleri belirlenerek kayıt altına alınmıştır.

İstatistikî analizlerde SAS.9.1.3. Portable bilgisayar paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış, verilerin ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında LSD (P<0.05) testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

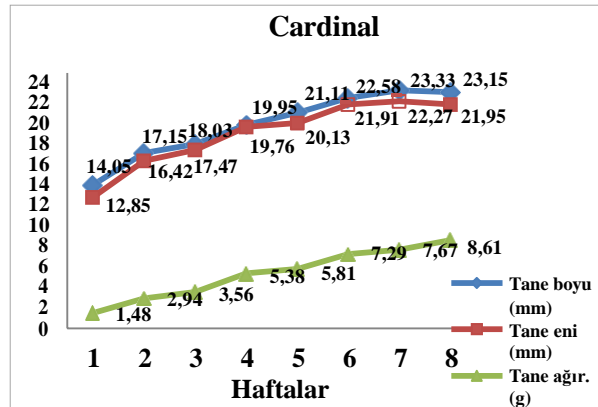
İncelenen Yalova İncisi, Cardinal, Yalova Çekirdeksizi, Amasya Beyazı, Ata Sarısı, Italia, Kozak Beyazı ve Müşküle üzüm çeşitlerinde iri koruk dönemlerinden (5–6 mm) itibaren hasada kadar, her hafta örnek alınmak üzere incelenen 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane eni (mm), tane boyu (mm) ve tane ağırlığı (g) değerleri; Şekil 1., Şekil 2., Şekil 3., Şekil 4., Şekil 5., Şekil 6., Şekil 7. ve Şekil 8.'de sunulmuştur.

Yalova İncisi üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 16.69 mm olan tane boyu 23.94 mm'ye, 10.75 mm olan tane eni 18.80 mm'ye ve 1.34 g olan tane ağırlığı ise 5.43 g'a kadar yükselmiştir (Şekil 1). Cardinal üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 14.05 mm olan tane boyu 23.15 mm'ye 12.85 mm olan tane eni 21.91 mm'ye ve 1.48 g olan tane ağırlığı ise 8.61 g'a kadar yükselmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Yalova İncisi üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

Figure 1. Characteristics of berry in Yalova İncisi grape variety.



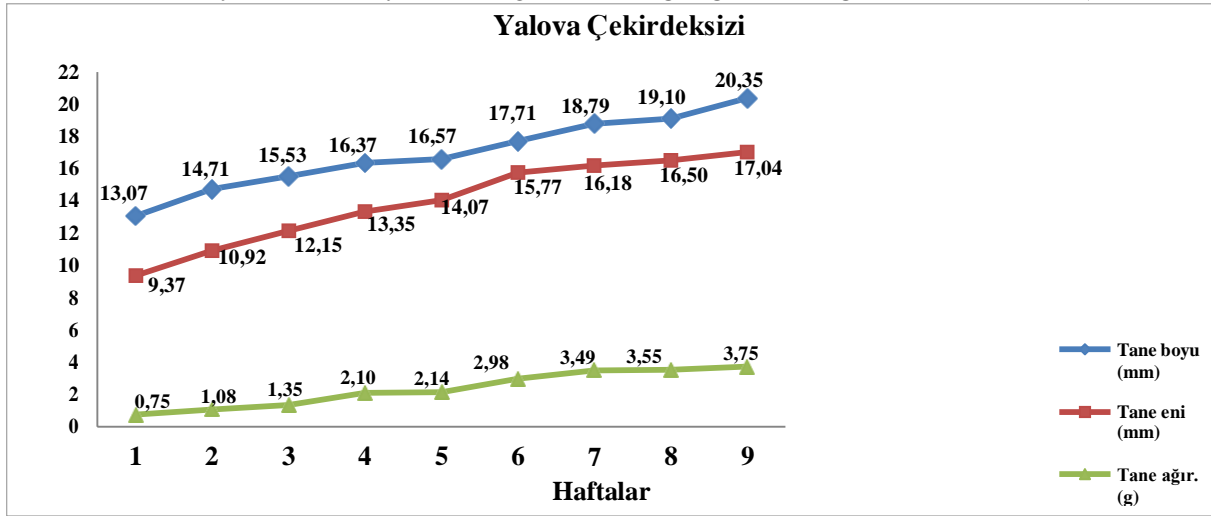
Şekil 2. Cardinal üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

Figure 2. Characteristics of berry in Cardinal grape variety.

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşması boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 13.07 mm olan tane boyu 20.35 mm'ye, 9.37 mm olan tane eni 17.04 mm'ye ve 0.75 g olan tane ağırlığı 3.75 g'a kadar artış göstermiştir (Şekil 3).

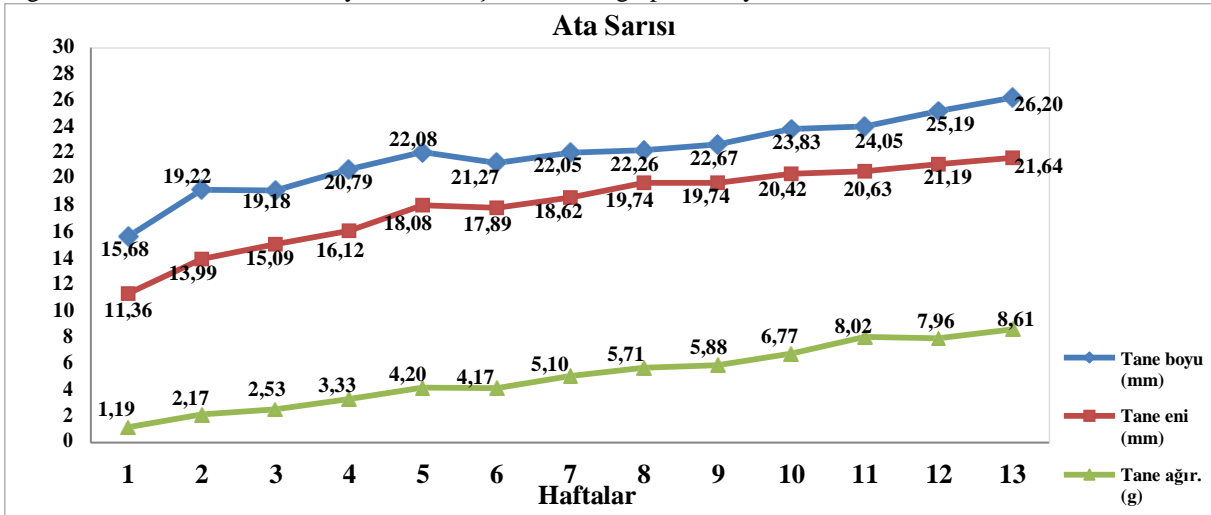
Ata Sarısı üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 15.68 mm olan tane boyu 26.20 mm'ye, 11.36 mm olan tane eni 21.64 mm'ye ve 1.19 g olan tane ağırlığı 8.61 g'a kadar yükselmiştir (Şekil 4). Italia üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 18.79 mm olan tane boyu 25.62 mm'ye, 13.81 mm olan tane eni 21.53 mm'ye ve 2.21 g olan tane ağırlığı ise 8.02 g'a kadar artmıştır (Şekil 5). Kozak Beyazı üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren

olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 16.07 mm olan tane boyu 23.75 mm'ye, 11.20 olan tane boyu 18.47 mm'ye ve 1.13 g olan tane ağırlığı ise 5.83 g'a kadar ulaşmıştır (Şekil 6).



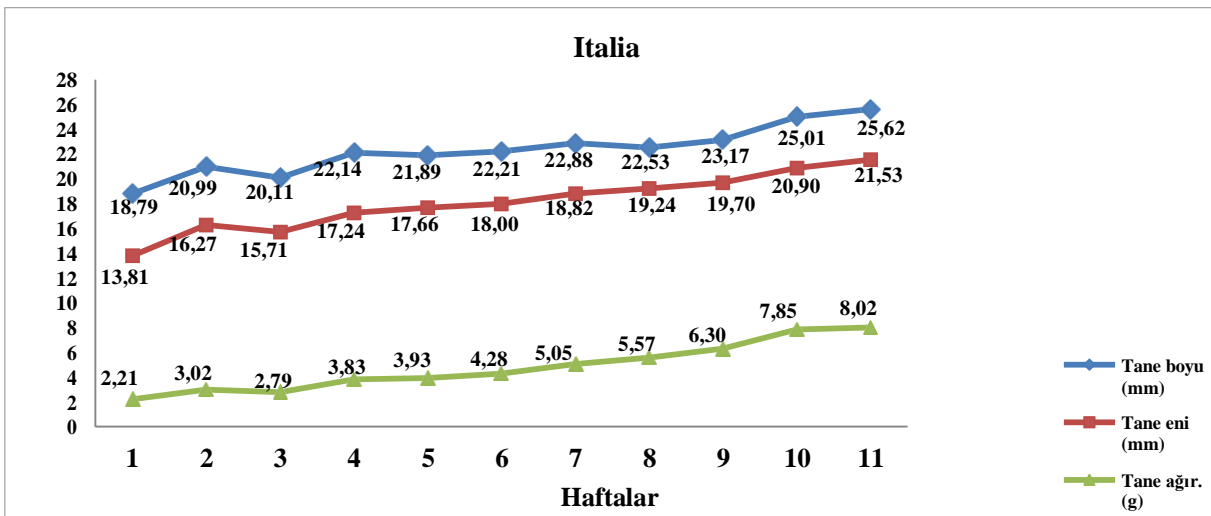
Şekil 3. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

Figure 3. Characteristics of berry in Yalova Çekirdeksizi grape variety



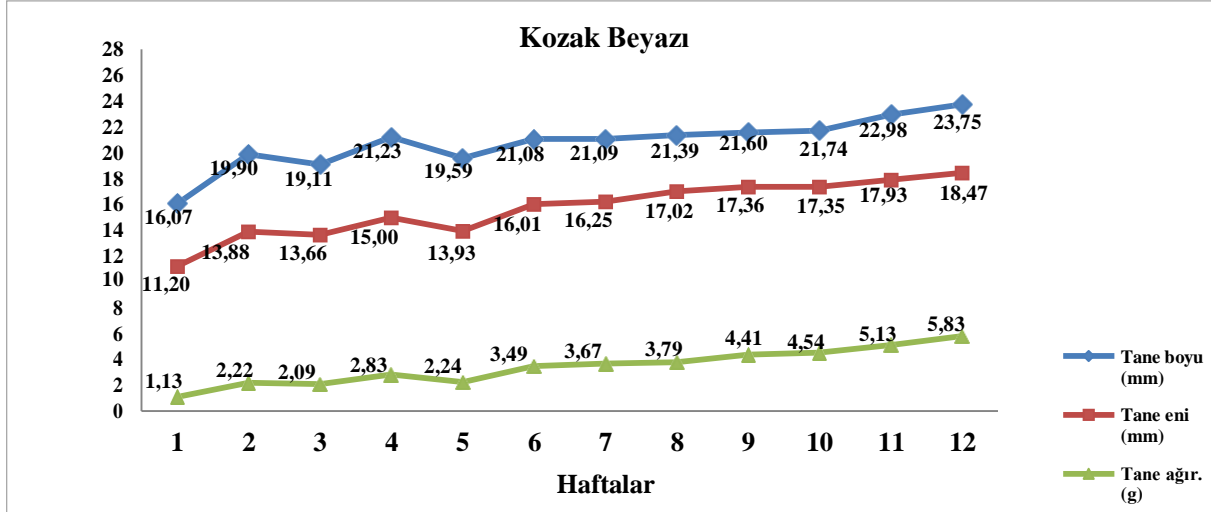
Şekil 4. Ata Sarısı üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

Figure 4. Characteristics of berry in Ata Sarısı grape variety.



Şekil 5. Italia üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

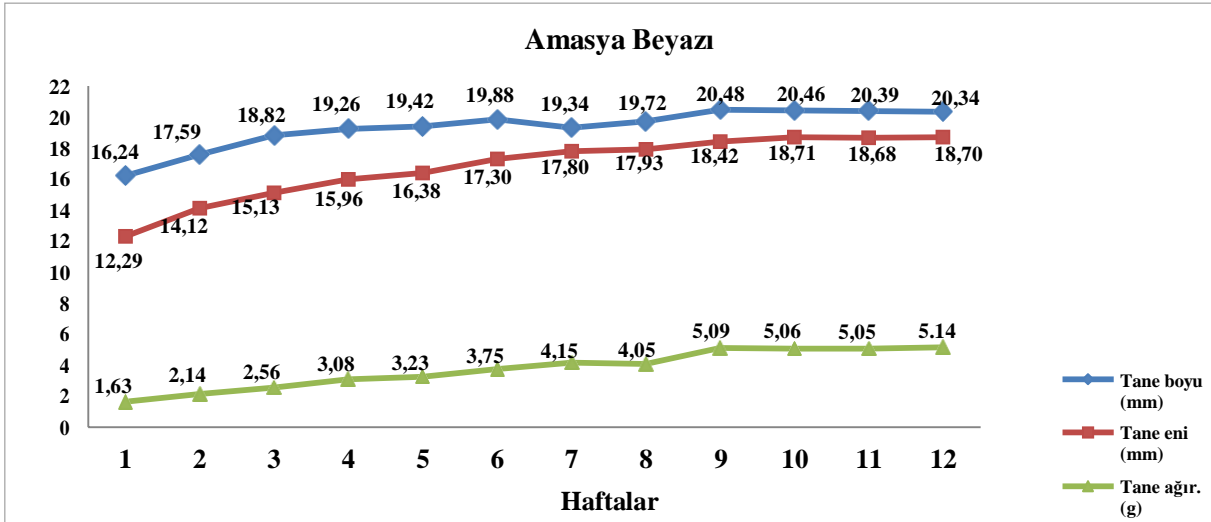
Figure 5. Characteristics of berry in Italia grape variety.



Şekil 6. Kozak Beyazı üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

Figure 6. Characteristics of berry in Kozak Beyazı grape variety.

Amasya Beyazı üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 16.24 mm olan tane boyu 20.34 mm'ye, 12.29 mm olan tane eni 18.70 mm'ye ve 1.63 g olan tane ağırlığı ise 5.14 g'a kadar yükselme kaydetmiştir (Şekil 7). Müşküle üzüm çeşidinde; 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama tane boyu, tane eni ve tane ağırlığı değerleri, tanenin iri koruk döneminden (5–6 mm) itibaren olgunlaşma süresi boyunca doğrusal bir artış göstermiş ve 14.27 mm olan tane boyu 19.56 mm'ye, 10.77 mm olan tane eni 17.16 mm'ye ve 1.02 g olan tane ağırlığı ise 4.14 g'a çıkmıştır (Şekil 8).

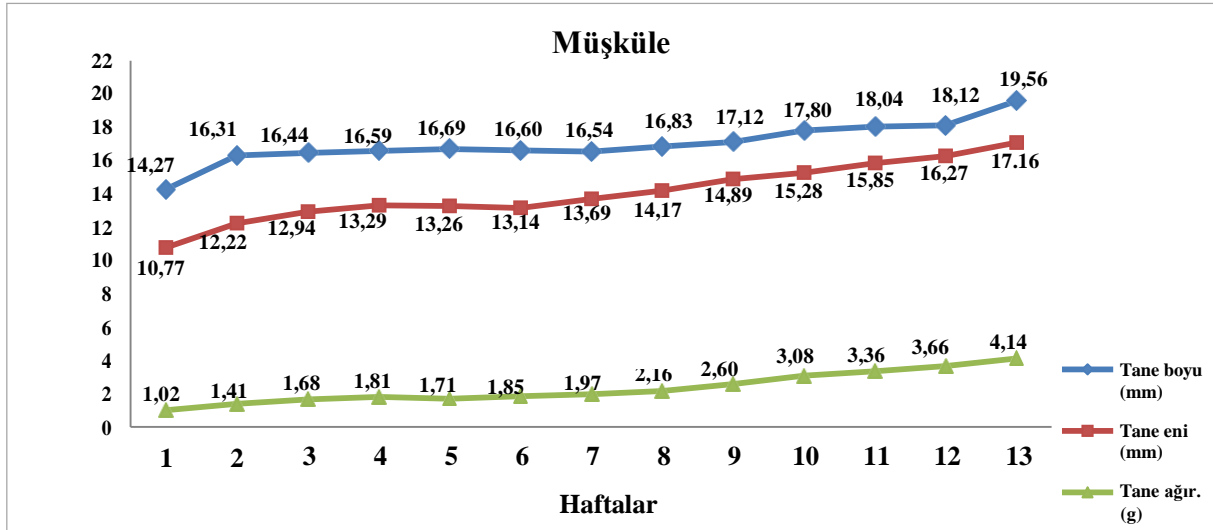


Şekil 7. Amasya Beyazı üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.

Figure 7. Characteristics of berry in Amasya Beyazı grape variety.

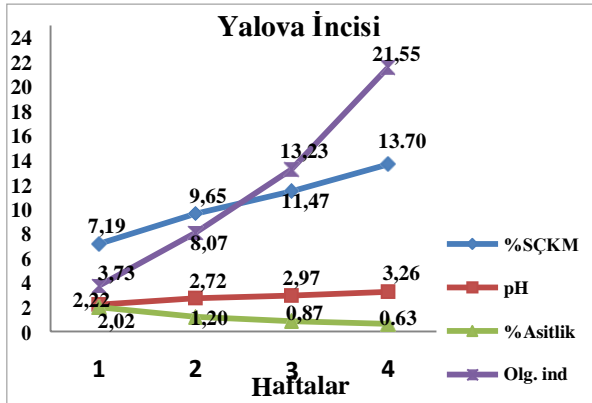
İncelenen Yalova İncisi, Cardinal, Yalova Çekirdeksizi, Amasya Beyazı, Ata Sarısı, Italia, Kozak Beyazı ve Müşküle üzüm çeşitlerinde ben düşme dönemlerinin başından hasada kadar, her hafta örnek alınmak üzere incelenen 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama SÇKM (%), pH, asitlik (%) ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) değerleri; Şekil 9., Şekil 10., Şekil 11., Şekil 12., Şekil 13., Şekil 14., Şekil 15. ve Şekil 16.'da sunulmuştur.

Üzüm çeşitlerinde ben düşme dönemlerinin başından hasada kadar her hafta alınan örneklerde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama SÇKM (%), pH ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) değerleri düzenli bir artış, %asitlik ise düzenli bir azalış göstermektedir.

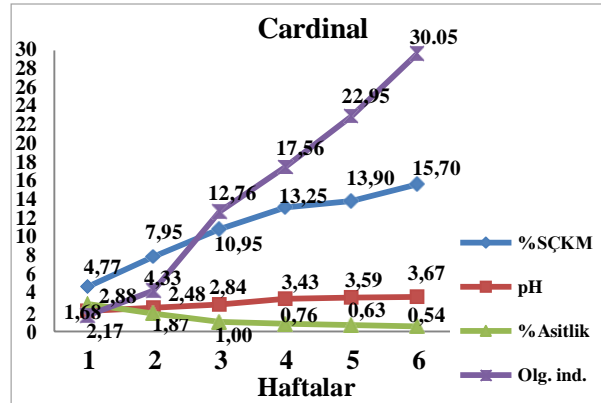


Şekil 8. Müşküle üzüm çeşidinde taneye ait özellikler.
Figure 8. Characteristics of berry in Müşküle grape variety.

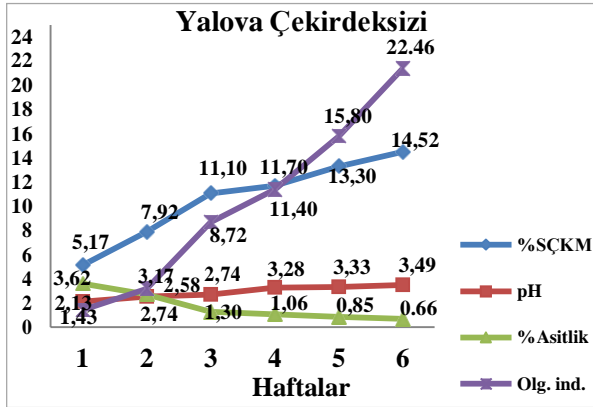
Yalova İncisi üzüm çeşidinde; %SÇKM %7.19'dan %13.70'e, pH 2.22'den 3.26'ya ve olgunluk indisi 1.43'ten 22.46'ya yükselirken, %asitlik, %2.02'den %0.63'e gerilemiştir (Şekil 9.). Cardinal üzüm çeşidinde; %SÇKM %4.77'den %15.70'e, pH 1.68'den 3.67'ye ve olgunluk indisi ise 2.88'den 30.05'e yükselirken, %asitlik %2.17'den %0.54'e düşmüştür (Şekil 10.). Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde; %SÇKM %5.17'den %14.52'ye, pH 2.13'ten 3.49'a ve olgunluk indisi ise 1.43'ten 22.46'ya yükselmiş, %asitlik %3.62'den %0.66'ya düşüş göstermiştir (Şekil 11.).



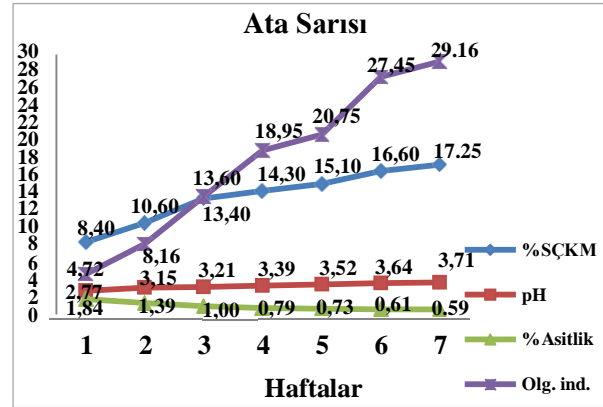
Şekil 9. Yalova İncisi üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.
Figure 9. The change of chemical composition in the berry of Yalova İncisi grape variety.



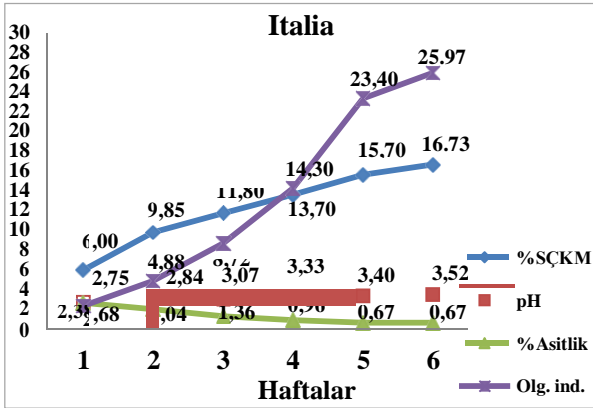
Şekil 10. Cardinal üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.
Figure 10. The change of chemical composition in the berry of Cardinal grape variety.



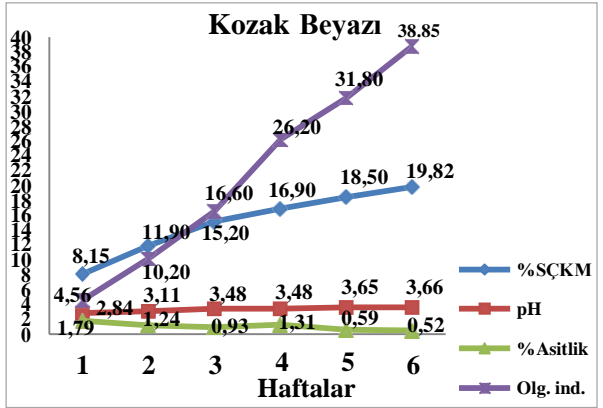
Şekil 11. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.
Figure 11. The change of chemical composition in the berry of Yalova Çekirdeksizi grape variety.



Şekil 12. Ata Sarısı üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.
Figure 12. The change of chemical composition in the berry of Ata Sarısı grape variety.



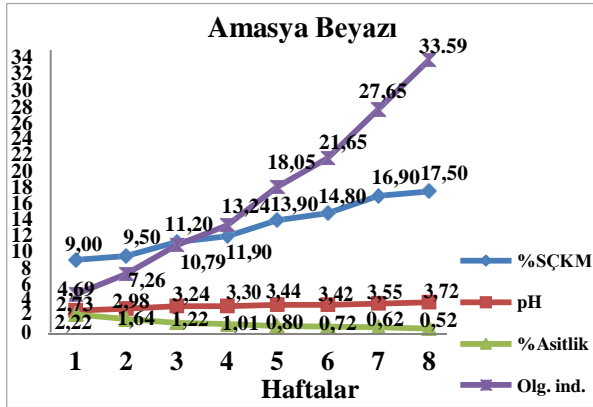
Şekil 13. Italia üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.
Figure 13. The change of chemical composition in the berry of Italia grape variety.



Şekil 14. Kozak Beyazı üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.
Figure 14. The change of chemical composition in the berry of Kozak Beyazı grape variety.

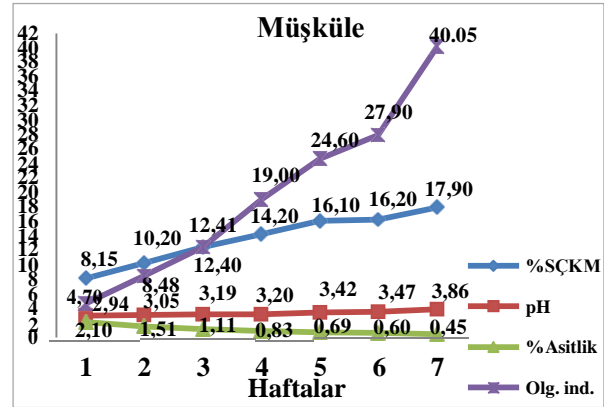
Ata Sarısı üzüm çeşidinde; %SÇKM %8.40'tan %17.25'e, pH 2.77'den 3.71'e ve olgunluk indisi ise 4.72'den 29.16'ya yükselirken, %asitlik %1.84'ten %0.59'a gerilemiştir (Şekil 12.). Italia üzüm çeşidinde %SÇKM %6.00'dan %16.73'e, pH 2.75'ten 3.52'ye, olgunluk indisi ise 2.38'den 25.97'ye ulaşmış, %asitlik %2.68'den %0.67'e düşmüştür (Şekil 13.). Kozak Beyazı üzüm çeşidinde; %SÇKM %8.15'ten %19.82'ye, pH 2.84'ten 3.66'ya ve olgunluk indisi ise 4.56'dan 38.85'e yükselirken, %asitlik %1.79'dan %0.52'ye düşüş göstermiştir (Şekil 14.). Amasya Beyazı üzüm çeşidinde; %SÇKM %9.00'dan %17.50'ye, pH 2.73'ten 3.72'ye ve olgunluk indisi ise 4.69'dan 33.59'a yükselmiş, %asitlik %2.22'den %0.52'ye gerilemiştir (Şekil 15.). Müšküle üzüm çeşidinde; %SÇKM %8.15'ten %17.90'a, pH 2.94'ten 3.86'ya ve olgunluk indisi ise 4.70'ten 40.05'e yükselmiş, %asitlik %2.10'dan %0.45'e kadar azalma kaydetmiştir (Şekil 16.).

Sofralık üzüm çeşitlerinde hasat döneminde ortalama verim ve salkıma ait özellikler Çizelge 2'de, sofralık üzüm çeşitlerinde taneye ait bazı özellikler Çizelge 3'te ve sofralık üzüm çeşitlerinde tanenin kimyasal kompozisyonuna ait bazı özellikler Çizelge 4'te sunulmuştur. Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; ortalama verimi en yüksek çeşidin Ata Sarısı (7609 g) üzüm çeşidi olduğu, bunu ikinci bir grubu oluşturan sırasıyla Amasya Beyazı (5583 g), Italia (5398 g) ve Cardinal (4392 g) ve Yalova İncisi (4336 g) üzüm çeşitlerinin izlediği, ortalama verimi en düşük çeşitlerin ise sırasıyla Müšküle (2430 g), Yalova Çekirdeksizi (2532 g) ve Kozak Beyazı (2907 g) üzüm çeşitleri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).



Şekil 15. Amasya Beyazı üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.

Figure 15. The change of chemical composition in the berry of Amasya Beyazı grape variety.



Şekil 16. Müşküle üzüm çeşidinde tanede kimyasal kompozisyonun değişimi.

Figure 16. The change of chemical composition in the berry of Müşküle grape variety.

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; salkım eni en geniş çeşitlerin sırasıyla Ata Sarısı (12.56 cm), Italia (12.52 cm) ve Amasya Beyazı (12.38 cm), salkımı en dar çeşitlerin sırasıyla Yalova Çekirdeksizi (9.48 cm), Yalova İncisi (10.18 cm) ve Müşküle (10.69 cm) üzüm çeşitleri olduğu, Cardinal ve Kozak Beyazı üzüm çeşitlerinin ise ara grubu oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; salkım boyu en uzun çeşitlerin sırasıyla Ata Sarısı (20.93 cm) ve Italia (20.53 cm) üzüm çeşitleri olduğu, bu çeşitleri diğer bir grubu oluşturan Kozak Beyazı (17.92 cm) üzüm çeşidinin izlediği, salkım boyu en kısa çeşidin Yalova İncisi (15.10 cm) üzüm çeşidi olduğu, diğer üzüm çeşitlerinin ise ara grubu teşkil ettiği görülmektedir (Çizelge 2).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; salkım sıklığı en yüksek çeşitlerin sırasıyla Italia (6.99) ve Amasya Beyazı (6.77), salkım sıklığı en düşük çeşitlerin sırasıyla Müşküle (5.43), Ata Sarısı (5.59), Cardinal (5.67) ve Kozak Beyazı (5.67) üzüm çeşitleri olduğu, diğer çeşitlerin ise ara grubu meydana getirdiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; en yüksek salkım ağırlığına sahip çeşitlerin sırasıyla Italia (409.7 g), Ata Sarısı (379.9 g) ve Amasya Beyazı (364.3 g), en düşük salkım ağırlığına sahip çeşidin Yalova İncisi (176.7 g) üzüm çeşidi olduğu tespit edilmiş, diğer üzüm çeşitleri ise ara grupları meydana getirmiştir (Çizelge 2).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; tane eni en geniş çeşitlerin sırasıyla Cardinal (22.51 mm), Ata Sarısı (21.64 mm) ve Italia (21.53 mm) üzüm çeşitlerinin olduğu, tane eni en dar çeşitlerin sırasıyla Yalova Çekirdeksizi (17.04 mm) ve Müşküle (17.16 mm) üzüm çeşitlerinde olduğu, sırasıyla Yalova İncisi (18.80 mm), Amasya Beyazı (18.70 mm) ve Kozak Beyazı (18.47 mm) üzüm çeşitlerinin ise arada orta grubu oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; tane boyu en uzun çeşitlerin sırasıyla Ata Sarısı (26.20 mm) ve Italia (25.62 mm), tane boyu en kısa çeşitlerin sırasıyla Müşküle (19.56 mm), Amasya Beyazı (20.34 mm) ve Yalova Çekirdeksizi (20.35 mm) üzüm çeşitlerinde olduğu, sırasıyla Yalova İncisi (23.94 mm), Kozak Beyazı (23.75 mm) ve Cardinal (23.15 mm) üzüm çeşitlerinin ise arada orta grubu meydana getirdiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; en ağır tanelerin sırasıyla Ata Sarısı (8.61 g), Cardinal (8.21 g) ve Italia (8.02 g) üzüm çeşitlerinde olduğu, bu çeşitleri arada ilk grubu oluşturan Kozak Beyazı (5.83 g) ve arada ikinci grubu oluşturan Amasya Beyazı (5.14 g) üzüm çeşitlerinin takip ettiği, aradaki bu birinci ve ikinci grupların arasında Yalova İncisi (5.43 g) üzüm çeşidinin yer aldığı, en hafif tanelerin ise sırasıyla Yalova Çekirdeksizi (3.75 g) ve Müşküle (4.14 g) üzüm çeşitlerinden elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; hasat tarihinde en yüksek %SÇKM miktarını oluşturan çeşidin Kozak Beyazı (%19.82), en düşük %SÇKM

miktarını oluşturan çeşidin Yalova İncisi (%13.70) üzüm çeşidi olduğu belirlenmiş, diğer üzüm çeşitleri arada farklı grupları ve ara grupları meydana getirmişlerdir (Çizelge 4).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; hasat tarihinde en yüksek pH değerine sahip çeşidin Müşküle (3.86), en düşük pH değerine sahip çeşidin Yalova İncisi (3.26) üzüm çeşidi olduğu saptanmış, diğer üzüm çeşitleri ara grupları oluşturmuştur (Çizelge 4).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; hasat tarihinde %asitlik değerinin en düşük olduğu çeşidin Müşküle (%0.445), en yüksek olduğu çeşitlerin sırasıyla Italia (%0.665), Yalova Çekirdeksizi (%0.660) ve Yalova İncisi (%0.634) üzüm çeşitleri olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Sofralık üzüm çeşitlerinde 2014 ve 2015 yıllarına ait ortalama değerler incelendiğinde; en yüksek olgunluk indisi değerini sırasıyla Müşküle (40.05) ve Kozak Beyazı (38.85) üzüm çeşitleri vermiş, bu çeşitleri başka bir grubu teşkil eden Amasya Beyazı üzüm çeşidi (33.59) izlemiş, en düşük olgunluk indisi değerini sırasıyla Yalova İncisi (21.55) ve Yalova Çekirdeksizi (22.46) üzüm çeşitleri oluşturmuş, diğer sofralık üzüm çeşitleri ise ara grupları meydana getirmiştir (Çizelge 4).



Table 2. Average yield and cluster characteristics in table grape varieties during harvest

Çizelge 2. Sofralık üzüm çeşitlerinde hasat döneminde ortalama verim ve salkıma ait özellikler

Üzüm çeşitleri	Ortalama verim (g omca ⁻¹)			Salkım eni (cm)			Salkım boyu (cm)			Salkım sıklığı (1–9)			Salkım ağırlığı (g)		
	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.
Yalova Incisi	6120 bc*	2252 d	4336 bc	11.45 b	8.90 d	10.18 b	17.12 ef	13.08 e	15.10 c	6.04 de	5.67 cd	5.85 bc	180.4 c	173.1 e	176.7 d
Cardinal	4947 cd	3837 c	4392 b	12.26 ab	9.61 c	10.93 ab	18.79 d	16.02 cd	17.40 bc	5.84 e	5.49 cd	5.67 c	291.7 b	242.2 d	267.0 b
Yalova Çekirdeksizi	3418 e	1645 e	2532 d	10.22 c	8.74 d	9.48 b	16.28 f	17.33 c	16.81 bc	6.75 bc	6.48 ab	6.61 ab	217.5 c	166.2 e	191.9 cd
Ata Sarısı	8255 a	6963 a	7609 a	13.38 a	11.73 a	12.56 a	20.29 bc	21.56 a	20.93 a	6.17 de	5.01 de	5.59 c	413.0 a	346.8 b	379.9 a
Italia	6584 b	4212c	5398 b	13.39 a	11.64 a	12.52 a	21.50 a	19.57 b	20.53 a	7.19 ab	6.79 a	6.99 a	436.6 a	382.8 a	409.7 a
Kozak Beyazı	3530 e	2284 d	2907 cd	11.82 b	10.23 b	11.03 ab	20.57 ab	15.28 d	17.92 b	6.12 de	5.22 d	5.67 c	297.3 b	227.5 d	262.4 bc
Amasya Beyazı	6017 bc	5149b	5583 b	13.37 a	11.40 a	12.38 a	17.45 e	17.56 c	17.50 bc	7.54 a	5.99 bc	6.77 a	412.5 a	316.1 c	364.3 a
Müşküle	3905 de	956 f	2430 d	12.98 a	8.40 d	10.69 b	19.35 cd	12.38 e	15.87 bc	6.54 cd	4.32 e	5.43 c	343.1 b	104.5 f	223.8 bcd
LSD<0.05	1206.40	462.07	1453.00	1.1334	0.6197	1.6720	0.9587	1.6651	2.4764	0.5123	0.6968	0.8048	61.282	29.814	71.465

*:0.05 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama.

Table 3. Some characteristics of berry in table grape varieties

Çizelge 3. Sofralık üzüm çeşitlerinde taneye ait bazı özellikler

Üzüm çeşitleri	Tane eni (mm)			Tane boyu (mm)			Tane ağırlığı (g)		
	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.
Yalova Incisi	18.58 c*	19.01 cd	18.80 b	22.13 bc	25.75 a	23.94 b	4.76 d	6.09 d	5.43 bc
Cardinal	22.64 a	22.38 a	22.51 a	23.55 b	22.75 b	23.15 b	8.61 a	7.80 b	8.21 a
Yalova Çekirdeksizi	16.55 de	17.52 e	17.04 c	19.95 de	20.74 c	20.35 c	3.71 e	3.78 f	3.75 d
Ata Sarısı	21.15 b	22.12 ab	21.64 a	25.94 a	26.46 a	26.20 a	8.18 b	9.03 a	8.61 a
Italia	21.71 ab	21.36 b	21.53 a	25.42 a	25.82 a	25.62 a	8.10 b	7.93 b	8.02 a
Kozak Beyazı	17.46 d	19.47 c	18.47 b	22.34 bc	25.17 a	23.75 b	4.93 cd	6.73 c	5.83 b
Amasya Beyazı	19.01 c	18.38 d	18.70 b	20.95 cd	19.73 c	20.34 c	5.24 c	5.03 e	5.14 c
Müşküle	16.04 e	18.28 de	17.16 c	18.84 e	20.27 c	19.56 c	3.64 e	4.64 e	4.14 d
LSD<0.05	0.9422	0.8354	1.1151	1.6766	1.4041	1.4881	0.3715	0.4751	0.6688

*:0.05 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama.

Table 4. Some characteristics of the chemical composition of the berry in table grape varieties
Çizelge 4. Sofralık üzüm çeşitlerinde tanenin kimyasal kompozisyonuna ait bazı özellikler

Üzüm çeşitleri	%SÇKM			pH			%Asitlik			Olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik)		
	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.
Yalova Incisi	12.30 e*	15.00 e	13.70 e	2.90 e	3.62 de	3.26 c	0.602 b	0.667 b	0.634 a	20.67 e	22.43 e	21.55 d
Cardinal	15.00 d	16.40 d	15.70 cd	3.48 bc	3.85 abc	3.67 ab	0.446 d	0.633 bc	0.539 bc	33.68 bc	26.42de	30.05 bc
Yalova Çekirdeksizi	12.63 e	16.40 d	14.52 de	3.25 d	3.73 cd	3.49 bc	0.678 a	0.643 bc	0.660 a	17.73 e	26.18 de	22.46 d
Ata Sarısı	16.07 c	18.43 b	17.25b	3.47 bc	3.94 a	3.71 ab	0.592 b	0.594 bcd	0.593 ab	27.20 d	31.11 cd	29.16bc
Italia	15.93 c	17.53 c	16.73 bc	3.45 bc	3.59 e	3.52 bc	0.527 c	0.803 a	0.665 a	30.07 cd	21.87 e	25.97 cd
Kozak Beyazı	19.20 a	20.43 a	19.82 a	3.41 c	3.90 ab	3.66 ab	0.534 c	0.503 de	0.518 bc	36.12 b	41.57 a	38.85 a
Amasya Beyazı	16.57 c	18.43 b	17.50 b	3.52 b	3.92 ab	3.72 ab	0.497 c	0.544 cde	0.521 bc	32.94 bc	34.24 bc	33.59 b
Müşküle	17.73 b	18.07 bc	17.90 b	3.90 a	3.81 bc	3.86 a	0.423 d	0.468 e	0.445 c	41.91 a	38.19 ab	40.05 a
LSD<0.05	0.6638	0.8575	1.4451	0.0746	0.1215	0.2855	0.0519	0.1083	0.0933	3.8191	5.7137	4.5589

*:0.05 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama.



Çelik (2006), tane iriliğinin; Amasya Beyazı üzüm çeşidinde 4.3 g, Ata Sarısı üzüm çeşidinde 10–12 g, Italia üzüm çeşidinde 8–10 g, Kozak Beyazı üzüm çeşidinde 7–8 g, Müşküle üzüm çeşidinde 5 g, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde 3.5–4 g, Yalova İncisi üzüm çeşidinde 6–7 g ve Cardinal üzüm çeşidinde 7–9 g olduğunu belirtmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; bu değerler Amasya Beyazı üzüm çeşidinde belirtilen değerlerden daha yüksek, Italia, Yalova Çekirdeksizi ve Cardinal üzüm çeşitlerinde belirtilen değerler içerisinde, Ata Sarısı, Kozak Beyazı, Müşküle ve Yalova İncisi üzüm çeşitlerinde belirtilen değerlerden daha düşük olmuştur. Salkım iriliğinin; Amasya Beyazı üzüm çeşidinde 400–450 g, Ata Sarısı üzüm çeşidinde 750–800 g, Italia üzüm çeşidinde 700–800 g, Kozak Beyazı üzüm çeşidinde 500–600 g, Müşküle üzüm çeşidinde 250–350 g, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde 480 g, Yalova İncisi üzüm çeşidinde 400–500 g ve Cardinal üzüm çeşidinde 500–600 g olduğunu ifade etmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; bu değerler Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin tamamında belirtilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin, üzüm çeşidini temsil eden gösterişli salkımların yanında, nispeten daha küçük ve gösterişsiz olan omcaya ait bütün salkımların ayırım yapılmadan tartılıp ortalamalarının alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özdemir ve Bayhan (2018), Diyarbakır’da yürüttükleri bir araştırmada; en yüksek salkım ağırlığı (293.33 g) ve salkım boyunun (20.67 cm) Ata Sarısı üzüm çeşidinde olduğunu saptamışlardır. Bu üzüm çeşidi için bu araştırmadan literatüre kıyasla daha yüksek salkım ağırlığı (379.9 g) ve salkım boyu (20.93 cm) değerleri elde edilmiştir.

Özdemir ve ark. (2006)’nın Pozantı/Adana’da farklı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemleri ile salkım ve tane özellikleri üzerinde yürütmüş oldukları bir araştırmada, Atasarı üzüm çeşidinin tane ağırlığını 6.60 g, salkım ağırlığını 330.35 g ve salkım enini 10.85 cm, Italia üzüm çeşidinin tane ağırlığını 6.00 g, salkım ağırlığını 382.40 g ve salkım enini 13.25 cm olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırmada ise, Atasarı üzüm çeşidinin tane ağırlığı 8.61 g, salkım ağırlığı 379.9 g ve salkım eni 12.56 cm, Italia üzüm çeşidinin tane ağırlığı 8.02 g, salkım ağırlığı 409.7 g ve salkım eni 12.52 cm olarak belirlenmiştir. Genel olarak, bu araştırmadaki tane ve salkım ağırlığı değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; %14.60 ve %17.25 %SÇKM, Cardinal üzüm çeşidi; %12.00 ve %15.70 %SÇKM, Italia üzüm çeşidi; %13.60 ve %16.73 %SÇKM, Müşküle üzüm çeşidi; %15.70 ve %17.90 %SÇKM ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; %11.80 ve %13.70 %SÇKM oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin tamamının, Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha yüksek %SÇKM oluşturdukları tespit edilmiştir.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; %0.699 ve %0.593 %asitlik, Cardinal üzüm çeşidi; %0.774 ve %0.539 %asitlik, Italia üzüm çeşidi; %0.743 ve %0.665 %asitlik, Müşküle üzüm çeşidi; %0.682 ve %0.445 %asitlik ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; %0.450 ve %0.634 %asitlik oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin, Yalova İncisi üzüm çeşidi haricinde Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha düşük %asitlik oluşturdukları belirlenmiştir.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; 3.85 ve 3.71 pH, Cardinal üzüm çeşidi; 3.71 ve 3.67 pH, Italia üzüm çeşidi; 3.68 ve 3.52 pH, Müşküle üzüm çeşidi; 3.61 ve 3.86 pH ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; 3.73 ve 3.26 pH oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin, Müşküle üzüm çeşidi haricinde Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha düşük pH oluşturdukları saptanmıştır.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; 22.90 cm ve 20.93 cm salkım boyu, Cardinal üzüm çeşidi; 20.60 cm ve 17.40 cm salkım boyu, Italia üzüm çeşidi; 20.10 cm ve 20.53 cm salkım boyu, Müşküle üzüm çeşidi; 19.30 cm ve 15.87 cm salkım boyu ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; 17.20 cm ve 15.10 cm salkım boyu oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin, Italia üzüm çeşidi haricinde Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha düşük salkım boyu meydana getirdikleri tespit edilmiştir.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; 15.10 cm ve 12.56 cm salkım eni, Cardinal üzüm çeşidi; 12.40 cm ve 10.93 cm salkım eni, Italia üzüm çeşidi; 15.70 cm ve 12.52 cm salkım eni, Müşküle üzüm çeşidi; 12.40 cm ve 10.69 cm salkım eni ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; 10.70 cm ve 10.18 cm salkım eni oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin tamamının, Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha düşük salkım eni oluşturdukları belirlenmiştir.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; 741.9 g ve 379.9 g salkım ağırlığı, Cardinal üzüm çeşidi; 393.2 g ve 267.0 g salkım ağırlığı, Italia üzüm çeşidi; 651.0 g ve 409.7 g salkım ağırlığı, Müşküle üzüm çeşidi; 354.9 g ve 223.8 g salkım ağırlığı ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; 281.8 g ve 176.7 g salkım ağırlığı oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin tamamının, Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha düşük salkım ağırlığı oluşturdukları saptanmıştır.

Ata Sarısı üzüm çeşidi sırasıyla Adana (Tangolar ve ark., 1996) ve Çanakkale koşullarında; 7.60 g ve 8.61 g tane ağırlığı, Cardinal üzüm çeşidi; 6.30 g ve 8.21 g tane ağırlığı, Italia üzüm çeşidi; 6.50 g ve 8.02 g tane ağırlığı, Müşküle üzüm çeşidi; 3.90 g ve 4.14 g tane ağırlığı ve Yalova İncisi üzüm çeşidi; 3.90 g ve 5.43 g tane ağırlığı oluşturmuştur. Çanakkale koşullarında yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinin tamamının, Adana koşullarında yetiştirilen aynı çeşitlere kıyasla daha yüksek tane ağırlığı oluşturdukları tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Ben düşme dönemlerinin başında mevcut üzüm çeşitlerinin kuş zararına karşı %50'lik file örtü altına alınmasının, çeşitlerin olgunluk tarihini yaklaşık 3–7 gün arasında geciktirmiş olabileceği dikkate alınmalıdır. Çanakkale ilinin 2015 yılı ortalama sıcaklık (°C) değerlerinin (Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Eylül) 2014 yılının ortalama sıcaklık (°C) değerlerine kıyasla daha yüksek seyretmesi hasat tarihlerine de yansımış ve üzüm çeşitlerinin tamamına yakınında hasat tarihlerinin bir miktar öne çekilmesine neden olmuştur.

Sofralık üzüm çeşitlerinin incelenen iki yıllık ortalamalarında; ortalama verimi en yüksek, en geniş ve en uzun salkımlı çeşidin Ata Sarısı, en sık ve en ağır salkımlı çeşidin Italia, en geniş taneli çeşidin Cardinal, en uzun ve en ağır taneli çeşidin Ata Sarısı, en yüksek %SÇKM'yi oluşturan çeşidin Kozak Beyazı, en yüksek pH, en düşük %asitlik ve en yüksek olgunluk indisine sahip çeşidin ise Müşküle üzüm çeşidi olduğu belirlenmiştir.

Aynı bağ içerisinde yetiştirilen farklı sofralık üzüm çeşitlerinde, iklim değerlerinin yıllara göre farklılık göstermesiyle birlikte olgunluklarının da değişkenlik gösterdiği göz önünde bulundurularak, bu tarz araştırmaların daha uzun süreli (3–5 yıl) olarak planlanması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu makale, Çiğdem Altın Dünya'nın 'Yüksek Lisans Tezi'nin bir kısmından derlenerek hazırlanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Çelik, H., 2006. Üzüm Çeşitleri Kataloğu. (Grape Cultivar Catalog). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 3. Ankara. 165 s.
- Çelik, H., Söylemezoğlu, G., Baydar, G.N., Marasalı, B., Parlak, H., Çalışkan, M., 1998. Bazı Amerikan asma anaçlarının Ankara koşullarına adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. 4. Bağcılık Sempozyumu. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü. 199–205. Yalova.
- Çelik, S., 2011. Bağcılık (Ampeloloji-I). Anadolu Matbaa Ambalaj San. ve Tic. Ltd. Şti., Cilt I. Genişletilmiş 3. Baskı, 428 s. Tekirdağ.
- Dardeniz, A., 2001. Asma fidancılığında bazı üzüm çeşidi ve anaçlarda farklı ürün ve sürgün yükünün üzüm ve çubuk verimi ile kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 167 s.
- Dardeniz, A., 2013. Çanakkale İli bağcılığı ve son gelişmeler. (Çanakkale Tarımı: Özel Bölüm). ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 1 (1): 107–110.

- Dardeniz, A., Kısmalı, İ., Şahin, A.O., 2005. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin aşılı fidan randımanları ile fidanlıktaki vejetatif gelişmelerinin belirlenmesi. 6. Türkiye Bağcılık Sempozyumu. 2: 498–505. 19–23 Eylül Tekirdağ.
- Hellman, E.W., 2005. Grapevine Structure and Function. 15p.
- İlter, E., Kısmalı, İ., Atilla, A., Uzun, İ., 1984. Asma fidanı sorunu ve çözümü için öneriler. Türkiye II. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 23–31. Manisa.
- Kara, Z., 2007. Sustainable Viticultural Activities in Turkey. Agricultura–Stiin Näsipractiva. 1–12.
- Kısmalı İ., 1981. Aşılı asma fidanı randımanına etki eden bazı etmenler üzerinde araştırmalar. Ege Üniv. Zir. Fakültesi. 45 s. Bornova/İzmir.
- Özdemir, G., Bayhan, Y.D., 2018. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Diyarbakır ekolojik koşullarındaki salkım, tane ve şıra özelliklerinin belirlenmesi. International Congress on Agriculture and Animal Sciences. 7–9 November, Alanya, Turkey. Proceeding Book. 815–820.
- Özdemir, G., Tangolar, S., Bilir, H., 2006. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemleri ile salkım ve tane özelliklerinin saptanması. Alatarım. 5 (2): 37–42.
- Tangolar, S., Ergenoğlu, F., Gök, S., 1996. Üzüm Çeşitleri Kataloğu (Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Bağı). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitapları No: 29. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi. Adana. 94 s.
- TUİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Erişim tarihi: 17.11.2021).
- Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Trégoat, O., Koundouras, S., Dubourdieu, D., 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir, American Journal of Enology and Viticulture. 55 (3): 207–217.
- Winkler, A.J., 1972. General Viticulture. University of California Press. 633 pp. Berkeley.

Araştırma Makalesi/Research Article

Sofralık Domates Üretiminde Gelir, Verim ve Maliyet Faktörlerinin Farklılık Analizleri: Çanakkale İli Örneği

Eylem Durmuş^{1*}  Arif Semerci¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: eylemdurmus@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 26.04.2023

Kabul Tarihi: 23.06.2023

Öz

Bu çalışmanın amacı Çanakkale ilinin bitkisel üretim deseni içinde önemli bir yere sahip olan sofralık domates yetiştiriciliğinde işletme büyüklük grupları itibariyle gelir, verim ve maliyet faktörlerinde farklılıkların olup olmadığını incelemesidir. Bu amaçla sofralık domates üretimi yapan 99 adet tarım işletmesi ile görüşülmüş olup, örnek hacmin belirlenmesinde Tabakalı Örnekleme Yöntemi kullanılmıştır. İşletme büyüklük grupları arasında gelir, verim, birim alana kullanılan girdi miktarları ve girdilere ilişkin harcamalar arasındaki farkların belirlenmesinde Tukey HDS Testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları birim alana kullanılan girdi miktarı bakımından; verim, tarımsal mücadele ilacı kullanımı ve mazot kullanımında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Verim bakımından 1. grup ile 4. grup arasında, tarımsal mücadele ilacında 1. grup ile 3. grup arasında ve mazot kullanım miktarında ise 1. grup ile 4. grup arasında istatistiki açıdan %5 önem düzeyinde farklılık tespit edilmiştir. Gelir ve birim alana kullanılan girdilerin parasal büyüklükleri dikkate alındığında ise birim alandan elde edilen gelirden 2.grup ile 4.grup arasında %10, makine çekigücü masrafında 2.grup ile 4. grup arasında %1, 1.grup ile 4.grup ve 2.gup ile 3.grup arasında %10 düzeyinde, mazot masrafında 1.grup ile 4.grup arasında %5, işgücü masrafında 1.grup ile 4.grup ve 2.grup ile 4.grup arasında %5 önem düzeyinde istatistiki açıdan farklılık olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sofralık Domates, Gelir, Verim, Maliyet Faktörleri, Farklılık Analizleri, Çanakkale.

Difference Analysis of Income, Yield and Cost Factors in Table Tomato Production: Çanakkale Province Example

Abstract

The aim of this study is to examine whether there are differences in income, yield and cost factors in terms of farm size groups of table tomato cultivation, which has an important place in the production pattern of Çanakkale Province. For this purpose, 99 table tomato production enterprises were interviewed and Stratified Sampling Method was used to determine the sample volume. Tukey HDS Test was used to determine the differences between income, yield, input quantity used per unit area and expenditures related to inputs between enterprise size groups. Research results in terms of the quantity of input used per unit area; shows that there are differences in yield, pesticide use and diesel use. A statistically significant difference of 5% was found between the 1st group and the 4th group in terms of yield, between the 1st and 3rd groups in agricultural pesticides, and between the 1st and 4th groups in the quantity of diesel use. Considering the monetary size of the income and the inputs used in the unit area, it is understood that there are a significance level difference of %10 between the 2nd group and the 4th group in the income obtained from the unit area, in the machine output cost, it is 1% between the 2nd and 4th groups, 10% between the 1st group and the 4th group, and 10% between the 2nd group and the 3rd group, 5% between 1st group and 4th group in diesel cost, 5% between the 1st group and the 4th group and between the 2nd group and the 4th group in labor cost.

Keywords: Table Tomatoes, Income, Yield, Cost Factors, Difference Analysis, Çanakkale.

Giriş

Domates, dünya genelinde üretimi, tüketimi ve ticareti en yaygın olan tarım ürünlerinden biridir (Kaymak ve ark., 2005; Gül ve ark., 2020). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 2021 yılı verilerine göre dünyada yaş sebze üretim miktarı yaklaşık 1 milyar 155 milyon

ton olup, yaş sebze üretimi içerisinde domates üretim miktarının aldığı pay %16.38'dir (FAO, 2021a). Dünya yaş sebze tüketim miktarı kişi başına yıllık 140.63 kg olup, domates tüketim miktarı yaş sebze tüketiminin yaklaşık %15'ini oluşturmaktadır (FAO, 2020a). Dünya yaş sebze ihracat değeri 94 milyar dolar olup, yaş sebze ihracat değerinin %11.19'lük kısmını domates ihracatı karşılamaktadır (FAO, 2021a). Gerek üretim ve tüketim miktarı gerek ise ihracata olan katkısı bakımından domates, dünya genelinde önemli bir ürün olma özelliği göstermektedir. Türkiye'nin domates üretim miktarı yaklaşık 13 milyon ton olup, dünya domates üretim miktarının yaklaşık %7'sini karşılamaktadır (FAO,2021b). Türkiye'nin domates tüketim miktarı, kişi başına yıllık 121.07 kg olup, dünya ortalamasının yaklaşık 5.7 katından fazladır (FAO, 2020b). Türkiye'nin domates ihracatı ise yaklaşık 358 milyon dolar olup, dünya domates ihracat değerinin %3.39'una katkı sağlamaktadır (FAO, 2021b). Türk toplumunun beslenme biçiminde önemli bir bileşen olan domates, çorba, salata, sos gibi pek çok yemekte önemli miktarlarda kullanılmaktadır (Brascesco ve ark., 2019). Türkiye'nin hemen her bölgesinde üretimi yapılabilen domates, yetiştiriciliğinin yapıldığı bölge ve kırsal kesim için önemli bir istihdam ve gelir kaynağıdır (Çetin ve Vardar, 2008; Bayram ve Gülser, 2018).

Türkiye'de domates üretim miktarının %65.52'si sofralık, %34.48'i ise salçalıktır (TÜİK, 2021). Üretilen domatesin büyük bir kısmı sofralık olarak değerlendirilmektedir. Sofralık domates üretiminin %4.32'lik kısmı Çanakkale'de üretilmektedir. Çanakkale, 2021 yılı itibariyle Türkiye sofralık domates üretim miktarına göre iller sıralamasında 4. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2021).

Çanakkale ilinin sofralık domates ekim alanı 48,810 dekadır ve üretim miktarı ise 370,804 tondur (TÜİK, 2021). İlde yetiştirilen ürünlerin, il ekonomisine getirisi bakımından ürünler sıralamasında ise sofralık domates ikinci sırada yer almaktadır. İlde bitkisel üretimden elde edilen gelir 9,807,669,245 TL olup, bu değer %9.29'lük kısmı sofralık domatesten sağlanmaktadır (TOB, 2021a). Bu bağlamda, domates üretimi özelinde sofralık domates yetiştiriciliği il ekonomisi için önem arz etmektedir (Aktürk ve Demirel, 2020). Yapılan literatür incelemesinde, domates yetiştiriciliğinde birim alana girdi kullanım miktarını, maliyetlerini ve domates yetiştiriciliğinin kârlılığını ele alan çok sayıda çalışma ile karşılaşmıştır (Karkacı ve Yılmaz Altuntaş, 1998; Tatlıdil ve Aktürk, 2004; Engindeniz, 2007; Özkan ve ark., 2011; Galinato ve Miles, 2013; Şili ve Gündüz, 2014; Testa ve ark., 2014; Duhan, 2016; Kumar ve ark., 2016; Örük ve Engindeniz, 2019). Buna karşın domates yetiştiriciliğinde gelir, verim, kullanılan girdi miktarı ve girdi miktarlarına ait parasal büyüklüklerin işletme büyüklük grupları itibariyle farklılık gösterip göstermediğine ilişkin yeterli düzeyde çalışma olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada; Çanakkale ili Merkez ilçesinde, açık alanda sofralık domates üreten 99 tarım işletmesinden elde edilen veriler kullanılarak işletme büyüklük gruplarına göre birim alana kullanılan girdi miktarı ve girdi miktarına ilişkin parasal büyükler arasında istatistiki açıdan farklılık olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı olarak Çanakkale ilinde sofralık domates ekim alanların %23.26'sını ve üretim miktarının da %24.77'sini oluşturan Merkez ilçe belirlenmiştir (TÜİK, 2021). Araştırmanın ana materyalini, Çanakkale ilinin Merkez ilçesinde açık alanda sofralık domates üreten tarım işletmelerinden elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Konuyla ilgili raporlar, resmi istatistikler, kitaplar ve çeşitli akademik çalışmalar, araştırmanın ikincil veri kaynaklarıdır. Örnek hacmin hesaplanmasında, Tabakalı Örneklem Yöntemleri'nden Neyman Tahsisi kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996; Yamane, 2010). Örneklem çerçevesine dahil edilecek işletme sayılarının belirlenmesinde Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi'nde yer alan ve açık alanda sofralık domates üretimi yapan işletmeler, ana kütle olarak kabul edilmiştir. Örneklem hacminin belirlenmesinde %95 güven aralığı ve %1 hata sınırları içerisinde çalışılmıştır. Örneklem sonucunda anket uygulanacak 99 adet sofralık domates işletmesi saptanmıştır.

$$n = \frac{[\sum(Nh \cdot Sh)]^2}{D^2} = \frac{N^2 \cdot D^2 + \sum[Nh \cdot (Sh)^2]}{D^2} \quad (1)$$

Denklem 1'de gösterimi verilen Neyman Tahsisi'nde; n= örnek hacmi, N_h= h'nci tabakanın örneklem çerçevesindeki işletme sayısını, S_h= h'nci tabakanın standart sapmasını, S²= h'nci

tabakanın varyansını, t = belirli bir güven aralığı için “ t tablo” değerini, N = ana kütle, d = ortalamadan belirli bir düzeyde (%) sapmayı ifade etmektedir.

Örnek hacmin tabakalara dağıtılmasında ise aşağıdaki formül kullanılmıştır (Oğuz ve Karakayacı, 2017).

$$n = \frac{[(Nh*Sh)*n]}{\Sigma(Nh*Sh)} \quad (2)$$

Denklem 2 yardımıyla işletmeler; 2-5 dekar, 5.01-10 dekar, 10.01-15 dekar, 15.01 dekar ve üzeri alana sahip olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 13 işletme, ikinci grupta 23 işletme, üçüncü grupta 16 işletme ve dördüncü grupta 47 işletme yer almaktadır.

İşletme büyüklük grupları arasında üretim değeri, verim, birim alana kullanılan girdi miktarları ve girdilere ilişkin harcamalar arasındaki farkların tespit edilmesinde Tukey HDS Testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılımı varsayımı altında, en az üç grup arasında, seçilen sayısal değişkenin ortalamaları karşılaştırılmak istendiğinde Tukey HDS Testi'nin uygulanması uygun olmaktadır (Green ve ark., 2000; Ergün Bülbül, 2000; Çakıcı ve ark., 2003; Genç ve Soysal, 2018).

Bulgular ve Tartışma

İncelenen İşletmelerde Sofralık Domates Üretiminde Girdi Kullanımı

İncelenen işletmelerde, 2020-2021 üretim döneminde birim alandan ortalama 7,109.18 kg^{da} sofralık domates elde edildiği tespit edilmiştir. Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2021 yılı verilerine göre domates verimi 7,508 kg^{da}'dır (TOB, 2021a). Çanakkale ilinde yürütülen farklı bir araştırmada ise domates verimi 6,356 kg^{da} olarak belirlenmiştir (Aktürk ve ark., 2006).

Yapılan çalışmada incelenen işletmelerde ortalama verim değerlerine ulaşabilmek için dekar başına ortalama 1,016.67 adet fide, 70.12 kg gübre (saf), 0.67 lt tarımsal mücadele ilacı, 38.28 lt mazot ve 207.82 saat insan işgücü ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Table 1. Input use in open field table tomato production
Çizelge 1. Açık alan sofralık domates üretiminde girdi kullanımı

Girdi Adı	Birimi	Kullanım Düzeyleri				Tabaka Ortalaması
		1. Tabaka	2. Tabaka	3. Tabaka	4. Tabaka	
Fide	adet ^{da}	1,006.91	1,020.00	1,003.75	1,022.13	1,016.67
Gübre	(saf) kg ^{da}	54.76	58.81	69.04	78.13	70.12
İlaç	lt ^{da}	0.76	0.84	0.75	0.58	0.62
Mazot	lt ^{da}	25.68	36.32	34.68	40.13	38.28
İşgücü	sa ^{da}	168.11	201.08	197.03	209.05	207.82

Domates üretiminde insan işgücüne yoğun olarak ihtiyaç duyulmaktadır (Çetin, 1990; Tümsavaş, 2003). Araştırmanın yapıldığı yörede, özellikle damla sulama borularının serilmesi ve toplanması, fide dikim işlemi, boğaz doldurma, çapalama ve hasat işleri elle yapılmaktadır. Tabakalar itibariyle birim alana işgücü kullanımı incelendiğinde, 4. tabakada işgücü kullanımı en yüksek olup, 1. tabakada en düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Tokat ilinde gerçekleştirilen bir çalışmada, bir dekar alanda domates üretmek için 146.81 saat işgücüne gereksinim duyulduğu belirtilmiştir (Güney ve Öztürk, 1980). Nijarya'da yürütülen benzer bir araştırmada, bir dekar alanda domates üretebilmek için 200 saat işgücüne ihtiyaç duyulduğu hesaplanmıştır (Abu ve ark., 2011).

Domates üretiminde ortalama fide kullanımı 1,016.67 adet^{da} olup, 2. ve 4. tabakadaki işletmelerde fide kullanımı ortalamanın üzerinde iken 1. ve 3. tabakadaki işletmelerde ortalamanın altında kalmaktadır (Çizelge 1). Çanakkale ilinde yürütülen bir başka çalışmada, domates üretimindeki fide kullanımının 1. tabakadaki işletmelerde 993.33 adet^{da}, 2. tabakadaki işletmelerde 990.00 adet^{da} ve 3. tabakadaki işletmelerde 97.00 adet^{da} olduğu tespit edilmiştir. İşletme ortalaması itibariyle ise fide kullanımı 989,65 adet^{da} olarak bildirilmiştir (Alp, 2017).

Tüm işletmelerde ortalama gübre kullanımı 70.12 kg^{da} ve ortalama ilaç kullanımı 0.62 lt^{da} olarak hesaplanmıştır. Ortalama saf gübre kullanımı 54.76 kg^{da} ile en az 1. tabakada yer alan işletmelerde olurken, en fazla saf gübre kullanımı 78.13 kg^{da} ile 4. tabakada yer alan işletmelerde olmaktadır. Tarımsal mücadele ilacı kullanımının ise 0.84 lt^{da} ile en çok 2. tabakada yer alan

işletmelerde, 0.58 lt^{da}'lık kullanım miktarı ile en az 4. tabakadaki işletmelerde olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Muğla ilinde yürütülen bir araştırma sera domatesi üretiminde saf gübre kullanımının 80.43 kg^{da} ve tarımsal mücadele ilacı kullanımının ise 2.60 lt^{da} olduğunu bildirmektedir (Öztürk ve Engindeniz, 2018). Antalya'da yapılan bir diğer çalışmada ise domates üretiminde saf gübre kullanımı ortalama 75.96 kg^{da} ve ortalama ilaç kullanımı 1.22 lt^{da} olarak hesaplanmıştır (Şahin ve Külekçi, 2022).

İşletme genelinde ortalama mazot kullanımı ise 38.28 lt^{da} olup, 1. tabakadaki işletmelerde mazot kullanımı 25.68 lt^{da} ile en az, 4. tabakadaki işletmelerde mazot kullanımı 40.13 lt^{da} ile en çok olmaktadır (Çizelge 1). Domates üretiminde girdi kullanımı ve enerji tüketiminin incelendiği bir çalışmada, işletmeler; 1-50 da, 51-120 da ve 121 da ve üzeri olmak üzere 3 tabakada incelenmiştir. İşletme ortalaması itibarıyla mazot kullanımı 23.40 lt^{da} olup, sırası ile tabakalardaki mazot kullanım miktarı ise 21.35 lt^{da}, 26.89 lt^{da} ve 22.26 lt^{da} olarak hesaplanmıştır (Ali ve ark., 2022).

Sofralık Domates Üretiminde Farklılık Analizleri

İşletme büyüklükleri ve verimlilik ilişkisi bakımından çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır (Townsend, 1998; Gorton ve Davidova, 2004). Bunlardan biri işletme ölçeği arttıkça ölçek ekonomisinin sağlamış olduğu pozitif etkiler ile üretimde yer alan girdilerden daha yüksek düzeyde yararlanılabileceğidir (Alvarez ve Arias, 2004; Özden ve Armağan, 2005). Nitekim, işletmelerin etkisizlikleri, ölçek büyüklükleri ve girdi kullanımlarından kaynaklanmaktadır (Bayramoğlu ve ark., 2010). Bu nedenle sofralık domates üretiminde birim alana kullanılan girdi miktarı, girdi bedeli, verim ve üretim değerleri bakımından işletme büyüklük grupları arasındaki farklılık analizleri yapılmıştır. Farklılık analizleri; tanımlayıcı istatistik değerleri ve farklılık testi sonuçları olmak üzere 2 ana grup halinde sunulmuştur.

Çizelge 2'de sofralık domates üretiminde birim alana girdi kullanım miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri yer almaktadır. İncelenen işletmelerde bir dekar alanda 6,646.25 kg domates üretimi için; 1,014 adet domates fidesi, 50.58 kg saf gübre, 1,438.05 cc tarımsal mücadele ilacı, 36.63 saat makine çekigücü, 32.18 lt mazot ve 173.59 saat işgücü talebi bulunduğu hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Table 2. Descriptive statistics on input usage quantity per unit area in table tomato production

Çizelge 2. Sofralık domates üretiminde birim alana girdi kullanım miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Tabaka	Tanımlayıcı İstatistikler	Verim (kg ^{da})	Fide (adet ^{da})	Saf gübre (kg ^{da})	Tarımsal mücadele ilacı (cc ^{da})	Makine çekigücü (saat ^{da})	Mazot (lt ^{da})	İşgücü (saa ^{da})
1	Ortalama	5,414.76	1,005.77	48.47	1,146.58	37.85	26.72	161.51
	İşletme Sayısı	13	13	13	13	13	13	13
	Maksimum	8,000.00	1,100.00	97.19	3,350.00	78.13	45.54	252.73
	Minimum	2,000.00	900.00	28.51	487.00	13.43	16.40	103.63
	Standart Sapma	1.47	1.05	1.44	1.66	1.60	1.34	1.28
2	Ortalama	6,342.65	1,014.36	49.50	1,299.48	35.27	30.63	174.85
	İşletme Sayısı	23	23	23	23	23	23	23
	Maksimum	10,000.00	1,500.00	87.79	3,180.00	62.99	45.00	274.23
	Minimum	3,000.00	800.00	13.18	480.00	13.67	17.50	100.29
	Standart Sapma	1.37	1.11	1.56	1.60	1.44	1.22	1.22
3	Ortalama	6,337.70	1,002.73	46.05	1,956.47	37.13	31.94	170.70
	İşletme Sayısı	16	16	16	16	16	16	16
	Maksimum	12,000.00	1,100.00	70.00	3,660.00	64.53	52.20	210.44
	Minimum	3,000.00	900.00	18.82	910.00	19.61	18.25	110.24
	Standart Sapma	1.31	1.05	1.47	1.52	1.35	1.27	1.17
4	Ortalama	7,314.06	1,020.17	53.41	1,448.79	36.80	34.80	177.48
	İşletme Sayısı	47	47	47	47	47	47	47
	Maksimum	10,000.00	1,200.00	77.71	4,430.00	81.48	84.50	286.68
	Minimum	5,000.00	900.00	21.58	590.00	15.50	20.40	81.07
	Standart Sapma	1.19	1.06	1.42	1.68	1.54	1.34	1.24
Toplam	Ortalama	6,646.25	1,014.09	50.58	1,438.05	36.63	32.18	173.59
	İşletme Sayısı	99	99	99	99	99	99	99
	Maksimum	12,000.00	1,500.00	97.19	4,430.00	81.48	84.50	286.68
	Minimum	2,000.00	800.00	13.18	480.00	13.43	16.40	81.07
	Standart Sapma	1.33	1.07	1.47	1.68	1.50	1.32	1.24

Birim alana kullanılan girdi miktarı dikkate alındığında; verim, tarımsal mücadele ilacı kullanımı ve mazot kullanımında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Verim bakımından 1. tabaka ile 4. tabaka arasında, tarımsal mücadele ilacında 1. tabaka ile 3. tabaka arasında ve mazot kullanım miktarında ise 1. tabaka ile 4. tabaka arasında istatistiki açıdan %5 önem düzeyinde farklılık olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3). Araştırma sonuçları literatürle karşılaştırıldığında bazı yönlerden benzerlikler söz konusudur. Muğla ilinde yürütülen bir çalışmada, çift dönem üretimin yapıldığı seralarda, 1. grup işletmelerde ortalama verim $9,284.86 \text{ kg}^{-\text{da}}$ iken 2. grup işletmelerde $1,0124.56 \text{ kg}^{-\text{da}}$ tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre birim alandan elde edilen domates verimi, işletme büyüklük grupları arasında farklılık göstermiş olup, %10 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Bayraktar ve Saner, 2010). Tarımsal mücadele ilacı kullanımına ilişkin olarak mısır üretiminde kimyasal ilaç kullanımının analiz edildiği bir çalışmada, işletme ölçeği arttıkça kimyasal ilaç kullanımının arttığı ve sonuçların %1 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür (Gedikli ve ark., 2015). Benzeri bir diğer çalışmada da işletme ölçeği ile tarımsal mücadele ilacı kullanımı arasında anlamlı bir farklılık olduğu bildirilmektedir (Mauceri ve ark., 2007). Mazot kullanımına yönelik olarak ise tarım işletmelerinde traktör kullanımına ait masraf unsurlarının incelendiği bir çalışmada, yıllık traktör kullanım süresi 1. grup işletmelerde ortalama 335.19 saat iken 2. grup işletmelerde 680.77 saat hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre işletme büyüklüğü arttıkça traktör kullanım saati ve buna paralel mazot kullanımı da artmaktadır (Altıntaş ve Özçelik, 2014). Çeltik üretiminde maliyet faktörlerinin analiz edildiği bir çalışmada, çeltik üretimi için ortalama mazot kullanım miktarı $26.26 \text{ lt}^{-\text{da}}$ hesaplanmış olup, işletme büyüklük grupları arasında mazot kullanımı bakımından herhangi bir farklılık saptanmamıştır (Semerci, 2020).

Table 3. Difference test results regarding yield and input usage quantity per unit area in table tomato production
Çizelge 3. Sofralık domates üretiminde birim alana verim ve girdi kullanım miktarına ilişkin farklılık testi sonuçları

Bağımlı Değişken	(I) Tabaka	(J) Tabaka	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Önem Düzeyi	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Verim (kg ^{da})	1	2	-.06869164	.04032969	.328	-.1741575	.0367743
		3	-.06835264	.04339869	.398	-.1818442	.0451390
		4	-.13057992*	.03642204	.003	-.2258269	-.0353329
	2	1	.06869164	.04032969	.328	-.0367743	.1741575
		3	.00033899	.03783708	1.000	-.0986085	.0992865
		4	-.06188828	.02957641	.163	-.1392333	.0154568
	3	1	.06835264	.04339869	.398	-.0451390	.1818442
		2	-.00033899	.03783708	1.000	-.0992865	.0986085
		4	-.06222727	.03364113	.257	-.1502020	.0257474
	4	1	.13057992*	.03642204	.003	.0353329	.2258269
		2	.06188828	.02957641	.163	-.0154568	.1392333
		3	.06222727	.03364113	.257	-.0257474	.1502020
Tarımsal mücadele ilacı (cc ^{da})	1	2	-.05436385	.07567422	.890	-.2522590	.1435313
		3	-.23206572*	.08143285	.027	-.4450202	-.0191113
		4	-.10159831	.06834194	.450	-.2803188	.0771222
	2	1	.05436385	.07567422	.890	-.1435313	.2522590
		3	-.17770188	.07099712	.066	-.3633659	.0079622
		4	-.04723447	.05549687	.830	-.1923639	.0978950
	3	1	.23206572*	.08143285	.027	.0191113	.4450202
		2	.17770188	.07099712	.066	-.0079622	.3633659
		4	.13046741	.06312388	.172	-.0346074	.2955422
	4	1	.10159831	.06834194	.450	-.0771222	.2803188
		2	.04723447	.05549687	.830	-.0978950	.1923639
		3	-.13046741	.06312388	.172	-.2955422	.0346074
Mazot (lt ^{da})	1	2	-.05924221	.04063219	.467	-.1654992	.0470147
		3	-.07745808	.04372421	.293	-.1918009	.0368848
		4	-.11465861*	.03669523	.012	-.2106200	-.0186972
	2	1	.05924221	.04063219	.467	-.0470147	.1654992
		3	-.01821587	.03812089	.964	-.1179055	.0814738
		4	-.05541640	.02979825	.252	-.1333416	.0225088
	3	1	.07745808	.04372421	.293	-.0368848	.1918009
		2	.01821587	.03812089	.964	-.0814738	.1179055
		4	-.03720053	.03389346	.692	-.1258351	.0514340
	4	1	.11465861*	.03669523	.012	.0186972	.2106200
		2	.05541640	.02979825	.252	-.0225088	.1333416
		3	.03720053	.03389346	.692	-.0514340	.1258351

* Fark %5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4'de sofralık domates üretiminde birim alana girdi kullanım masraflarına ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri gösterilmektedir. İşletmeler ortalaması dikkate alındığında; 1 dekar alanda 6,422.73 TL sofralık domates geliri elde edebilmek için 549.03 TL tutarında domates fidesi, 880.49 TL saf gübre, 510.38 TL tarımsal mücadele ilacı, 1,069.72 TL makine çekigücü, 212.39 TL mazot ve 2170.41 TL tutarında işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır (Çizelge 4).

Table 4. Descriptive statistics on input usage costs per unit area in table tomato production

Çizelge 4. Sofralık domates üretiminde birim alana girdi kullanım masraflarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Tabaka	Tanımlayıcı İstatistikler	Gelir (TL ^{-da})	Fide (TL ^{-da})	Saf gübre (TL ^{-da})	Tarımsal mücadele ilacı (TL ^{-da})	Makine çekigücü (TL ^{-da})	Mazot (TL ^{-da})	İşgücü (TL ^{-da})
1	Ortalama	5,227.99	534.07	814.54	371.71	997.67	176.37	1,964.11
	İşletme Sayısı	13	13	13	13	13	13	13
	Maksimum	10,500.00	1,000.00	1,446.00	1,153.20	2,050.00	300.56	2,867.50
	Minimum	800.00	392.00	431.70	184.56	652.50	108.24	1,385.50
	Standart Sapma	1.99	1.29	1.37	1.74	1.35	1.34	1.24
2	Ortalama	5,544.48	533.29	870.24	508.94	919.58	202.14	2,020.69
	İşletme Sayısı	23	23	23	23	23	23	23
	Maksimum	15,000.00	750.00	1,533.25	1,350.90	1,529.75	297.00	2,934.40
	Minimum	1,500.00	392.00	315.00	162.00	656.45	115.50	1,233.95
	Standart Sapma	1.75	1.20	1.50	1.90	1.21	1.22	1.19
3	Ortalama	6,191.27	563.15	781.09	592.70	1,079.66	210.80	2,157.16
	İşletme Sayısı	16	16	16	16	16	16	16
	Maksimum	18,000.00	660.00	1,184.50	2,117.40	1,368.00	344.52	2,913.25
	Minimum	3,000.00	400.00	264.90	323.30	775.30	120.45	1,696.20
	Standart Sapma	1.52	1.14	1.48	1.61	1.20	1.27	1.15
4	Ortalama	7,398.09	556.33	942.49	530.24	1,170.62	229.66	2,315.46
	İşletme Sayısı	47	47	47	47	47	47	47
	Maksimum	17,500.00	1,500.00	1,458.50	1,303.53	1,829.40	557.70	3,731.70
	Minimum	2,100.00	350.00	384.60	172.75	775.10	134.64	1,529.00
	Standart Sapma	1.47	1.28	1.37	1.86	1.22	1.34	1.20
Toplam	Ortalama	6,422.73	549.03	880.49	510.38	1,069.72	212.39	2,170.41
	İşletme Sayısı	99	99	99	99	99	99	99
	Maksimum	18,000.00	1,500.00	1,533.25	2,117.40	2,050.00	557.70	3,731.70
	Minimum	800.00	350.00	264.90	162.00	652.50	108.24	1,233.95
	Standart Sapma	1.65	1.25	1.43	1.84	1.26	1.32	1.21

Birim alandan elde edilen gelirden 2.grup ile 4.grup arasında %10, makine çekigücü masrafında 2.grup ile 4. grup arasında %1, 1.grup ile 4.grup ve 2.gup ile 3.grup arasında %10 düzeyinde, mazot kullanımında 1.grup ile 4.grup arasında %5, işgücü masrafında 1.grup ile 4.grup ve 2.grup ile 4.grup arasında %5 önem düzeyinde istatistiki açıdan farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Araştırmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Hindistan'da yürütülen bir çalışmada, işletme büyüklük gruplarına bağlı olarak domates üretiminde kullanılan girdi masraflarında ve gelirden farklılık olduğu hesaplanmıştır (Murthy ve ark., 2009). Bunun yanı sıra her zaman ölçek ekonomisinin sağlayacağı kâr ve maliyet avantajı söz konusu olmayabilir. Nitekim Bangladeş'te yapılan bir çalışmada, işletme büyüklük grupları arasında en yüksek kârı küçük ölçekli domates üreticilerinin elde ettiği ve ardından orta ölçekli üreticilerin geldiği görülmüştür (Samshunnahar ve ark., 2016). Antalya ilinde yoğun biçimde yetiştiriciliği yapılan bazı sebzelerin maliyetinin incelendiği bir çalışmada, incelenen işletmelerde ölçek ekonomisi ile sağlanan kâr ve maliyet avantajının sağlanmadığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar işletme ölçeği büyüdükçe net kârının negatif olduğunu göstermiştir (Bayramoğlu ve ark., 2021b).

Table 5. Difference test results regarding revenue per unit area and input usage cost in table tomato production
Çizelge 5. Sofralık domates üretiminde birim alana gelir ve girdi kullanım maliyetine ilişkin farklılık testi sonuçları

Bağımlı Değişken	(I) Tabaka	(J) Tabaka	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Önem Düzeyi	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Gelir (TL ^{-da})	1	2	-.02552659	.07407883	.986	-.2192496	.1681964
		3	-.07344553	.07971606	.794	-.2819104	.1350194
		4	-.15078573	.06690114	.116	-.3257384	.0241670
	2	1	.02552659	.07407883	.986	-.1681964	.2192496
		3	-.04791894	.06950033	.901	-.2296688	.1338309
		4	-.12525914***	.05432687	.104	-.2673289	.0168107
	3	1	.07344553	.07971606	.794	-.1350194	.2819104
		2	.04791894	.06950033	.901	-.1338309	.2296688
		4	-.07734020	.06179308	.596	-.2389348	.0842544
	4	1	.15078573	.06690114	.116	-.0241670	.3257384
		2	.12525914***	.05432687	.104	-.0168107	.2673289
		3	.07734020	.06179308	.596	-.0842544	.2389348
Makine Çektiçü (sa ^{-da})	1	2	.03539538	.03240695	.695	-.0493518	.1201426
		3	-.03430212	.03487305	.759	-.1254984	.0568941
		4	-.06943227***	.02926696	.089	-.1459681	.0071035
	2	1	-.03539538	.03240695	.695	-.1201426	.0493518
		3	-.06969750	.03040401	.107	-.1492068	.0098118
		4	-.10482766*	.02376614	.000	-.1669783	-.0426770
	3	1	.03430212	.03487305	.759	-.0568941	.1254984
		2	.06969750	.03040401	.107	-.0098118	.1492068
		4	-.03513016	.02703236	.565	-.1058223	.0355620
	4	1	.06943227***	.02926696	.089	-.0071035	.1459681
		2	.10482766*	.02376614	.000	.0426770	.1669783
		3	.03513016	.02703236	.565	-.0355620	.1058223

* Fark % 1 düzeyinde önemlidir.

** Fark %5 düzeyinde önemlidir.

*** Fark %10 düzeyinde önemlidir.

Table 5. Difference test results regarding revenue per unit area and input usage cost in table tomato production (continue)

Çizelge 5. Sofralık domates üretiminde birim alana gelir ve girdi kullanım maliyetine ilişkin farklılık testi sonuçları (devam)

Bağımlı Değişken	(I) Tabaka	(J) Tabaka	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Önem Düzeyi	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Mazot (lt ^{da})	1	2	-.05923977	.04063189	.467	-.1654959	.0470164
		3	-.07745721	.04372388	.293	-.1917992	.0368848
		4	-.11465804**	.03669496	.012	-.2106188	-.0186973
	2	1	.05923977	.04063189	.467	-.0470164	.1654959
		3	-.01821745	.03812061	.964	-.1179064	.0814715
		4	-.05541827	.02979803	.252	-.1333429	.0225063
	3	1	.07745721	.04372388	.293	-.0368848	.1917992
		2	.01821745	.03812061	.964	-.0814715	.1179064
		4	-.03720082	.03389321	.692	-.1258347	.0514331
	4	1	.11465804**	.03669496	.012	.0186973	.2106188
		2	.05541827	.02979803	.252	-.0225063	.1333429
		3	.03720082	.03389321	.692	-.0514331	.1258347
İşgücü (sa ^{da})	1	2	-.01233375	.02768455	.970	-.0847314	.0600639
		3	-.04071712	.02979128	.523	-.1186241	.0371898
		4	-.07147270*	.02500212	.026	-.1368556	-.0060898
	2	1	.01233375	.02768455	.970	-.0600639	.0847314
		3	-.02838337	.02597348	.695	-.0963064	.0395397
		4	-.05913895**	.02030289	.023	-.1122329	-.0060450
	3	1	.04071712	.02979128	.523	-.0371898	.1186241
		2	.02838337	.02597348	.695	-.0395397	.0963064
		4	-.03075559	.02309315	.545	-.0911463	.0296351
	4	1	.07147270**	.02500212	.026	.0060898	.1368556
		2	.05913895**	.02030289	.023	.0060450	.1122329
		3	.03075559	.02309315	.545	-.0296351	.0911463

* Fark %1 düzeyinde önemlidir.

** Fark %5 düzeyinde önemlidir.

*** Fark %10 düzeyinde önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma alanı olan Çanakkale ilinde Tabakalı Örneklem Yöntemi'ne göre belirlenen 99 tarım işletmesinden elde edilen veriler ile işletme büyüklük grupları dikkate alınarak girdi kullanım miktarı ve bedelleri arasında farklılık olup olmadığı analiz edilmiştir.

Sofralık domates yetiştiriciliği entansif bir üretim dalıdır. Dolayısıyla fazla miktarda girdi ve harcama gerektiren bir faaliyettir. Araştırma sonucunda incelenen işletmelerde bir dekar alanda 6,646.25 kg domates üretimi için; 1,014 adet domates fidesi, 50.58 kg saf gübre, 1,438.05 cc tarımsal mücadele ilacı, 36.63 saat makine çekigücü, 32.18 lt mazot ve 173.59 saat işgücü talebi bulunduğu hesaplanmıştır. Bu değerler sofralık domates üretiminin önemli ölçüde sermaye kullanımı gerektirdiğini göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre işletme grupları itibarıyla verim değerleri ve birim alana kullanılan girdi miktarı bakımından işletme grupları arasında; tarımsal mücadele ilacı ile mazot kullanımında istatistiki yönden farklılıklar olduğu saptanmıştır.

İncelenen işletmelerde; 1 dekar alanda 6,422.73 TL sofralık domates geliri elde edebilmek için 549.03 TL tutarında domates fidesi, 880.49 TL saf gübre, 510.38 TL tarımsal mücadele ilacı, 1,069.72

TL makine çekigücü, 212.39 TL mazot ve 2,170.41 TL tutarında işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Farklılık analizi sonuçları, işletme büyüklük grupları arasında gelir ve birim alana kullanılan girdi bedeli bakımından makine çekigücü, mazot ile işgücü bedellerinin istatistiki açıdan farklı olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra incelenen işletmelerde, işletme ölçeği arttıkça ölçek ekonomisinin sağlamış olduğu pozitif etkilerden yararlanılmadığı tespit edilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomisi ve Politika Geliştirme Enstitüsü tarafından hazırlanan raporda 2021 yılında domates girdi paritelerinde bir önceki yıla göre belirli oranda azalmaların varlığı vurgulanmaktadır (TOB, 2021b). Hazırlanan raporda, bir önceki yıla göre azalma oranı destekler hariç domates/gübre ile domates/mazot paritelerinde sırasıyla %12.5 ve %3.3 düzeyinde iken, destekler dahil azalma oranı %12.4 ve %3.3 oranında belirtilmiştir. Rapora göre destekler dahil edildiğinde domates/mazot paritesindeki azalması oranında bir değişiklik olmaz iken, destekler dahil edildikten sonra domates/gübre paritesinde yalnızca %0.8 oranında bir azalma söz konusudur (TOB, 2021b). Ayrıca raporda, domateste belirli bölgelerde tuta zararlısı sebebiyle ilaçlama sayısının ve ilaçlama maliyetinin önemli düzeyde olduğu belirtilmektedir. Yörede yapılan çalışmalar bunu destekler nitelikte olup, ilde sofralık domates üretiminde karşılaşılan en önemli sorunun tuta zararlısı olduğu bildirilmektedir (Polat, 2020). Domates yetiştiriciliğine verilen destekler gübre ve mazot desteği olup, 2021 yılında gübre desteği 8 TL^{-da} ve mazot desteği 17 TL^{-da} verilmiştir (TOB, 2021b). Yörenin kendine has özelliklerine ilaveten, işletme büyüklük grupları arasındaki farklılıklar da dikkate alınarak belirlenecek destek tutarı üretimi daha kârlı kılacaktır. Bayramoğlu ve ark. (2021a)'nın yürüttükleri bir çalışmada, girdi-fiyat paritesinin, ürüne ve bölgeye göre farklılıklar gösterdiği ve bu durumun gelir farklılıklarına neden olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra işletme ölçeği arttıkça ölçek ekonomisinin sağlamış olduğu pozitif etkiler ile üretimde yer alan girdilerden daha yüksek düzeyde faydalanılacağı öngörülmektedir. Üretimin ve üretime koşulacak girdilerin organizasyonu açısından da bu farklılıkların incelenmesi önem arz etmektedir. Dolayısıyla tüm bu farklılıkların tespitini ortaya koyan çalışmaların varlığı sektörde bulunan paydaşlar ve karar alıcılar için yol gösterici olacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Abu, O., Alumunku, M., Tsue, P. T., 2011. Can small-scal tomato farmers flourish in Benue State, Nigeria?. *J Agri Sci.* 2(2): 77-82.
- Aktürk, D., Demirel, G., 2020. Çanakkale'de buğday yetiştiren tarım işletmelerinin Çiftlik Muhasebe Veri Ağı (ÇMVA) sistemine göre analizi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 8(12): 2738-2748.
- Aktürk, D., Öztokat, C., Egesel, C. Ö., 2006. Domatesin birim ürün maliyeti: Çanakkale örneği. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu. *Bildiriler Cilt: 1.* 64. 19-22 Eylül, Kahramanmaraş.
- Ali, Q., Abbas, A., Khan, M. T. I., Bagadeem, S., Alotaibi, B. A., Tariq, M., Traore, A., 2022. Sustainable agriculture through reduced emission and energy efficiency: Estimation of input-output energy and GHG emission under tunnel cultivation of tomato. *Agronomy.* 12(8): 1-12.
- Alp, Ç., 2017. Domates yetiştiriciliği yapan tarım işletmelerinde risk analizi: Çanakkale ili Kumkale Ovası örneği. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 118s.
- Altıntaş, N., Özçelik, A., 2014. Eskişehir ili tarım işletmelerinde traktör kullanımına ilişkin masraf unsurlarının tespiti. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi.* 27(2): 1-9.
- Alvarez, A., Arias, C., 2004. Technical efficiency and farm size: a conditional analysis. *Agricultural Economics.* 30(3): 241-250.
- Bayraktar, Ö.V., Saner, G., 2010. Ege bölgesinde entegre mücadele programı uygulanan örtüaltı domates yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik özelliklerinin incelenmesi: Muğla ili örnek olayı. *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi. Bildiriler Cilt: 1.* 143-150. 22-24 Eylül, Şanlıurfa.
- Bayram, S., Gülser, F., 2018. Van ilinde domatesin yaygın olarak yetiştirildiği alanların toprak özellikleri ile domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi.* 28(3): 358-367.
- Bayramoğlu, Z. Ağızan, K., Ağızan, S., 2021a. Kamu desteklerinin tarımsal ürün piyasalarına bozucu etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology.* 11(4): 3184-3194.

- Bayramoğlu, Z., Aktürk, D., Tatlıdil, F. F., 2010. Kaynakların rasyonel kullanımının üretim maliyetleri üzerine etkisi: kanola yetiştiriciliği örneği. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. 24(3): 62-68.
- Bayramoğlu, Z., Karakayacı, Z., Ağızan, K., Ağızan, S., Bozdemir M., 2021b. Başlıca sebze ürünlerinde üretim maliyetlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 24(3): 603-613.
- Brasacco, F., Asgedom, D., Casari, G., 2019. Strategic analysis and intervention plan for fresh and industrial tomato in the agro-commodities procurement zone of the pilot integrated agro-industrial park in Central-Eastern Oromia, Ethiopia. <http://www.fao.org/3/ca5669en/CA5669EN.pdf>, (20.04.2023).
- Çetin, B., 1990. Bursa ili Karacabey ilçesinde sanayi tipi domates yetiştiriciliğinde üretim maliyetleri ve pazarlama sorunları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 7(1): 41-48.
- Çetin, B., Vardar, A., 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. *Renewable Energy*. 33: 428-433.
- Çiçek, A. ve Erkan, O., 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri. GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 449 s. Tokat.
- Duhan, P. K., 2016. Cost benefit analysis of tomato production in protected and open farm. *International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences*. 5(12): 140-148.
- Engindeniz, S., 2007. Economic analysis of processing tomato growing: The case study of Torbali, West Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 5(1):7-15.
- Ergün Bülbül, S., 2000. Çoklu karşılaştırma testleri ve örnek bir uygulama. *Öneri*. 3(14): 95-100.
- FAO, 2020a. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Dünyada yaş sebze ve domates tüketim miktarı. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>, (20.04.2023).
- FAO, 2020b. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Türkiye’de domates tüketim miktarı. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>, (20.04.2023).
- FAO, 2021a. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Dünyada yaş sebze ve domates üretim miktarı ve ihracatı. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>, (20.04.2023).
- FAO, 2021b. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Türkiye’de domates üretim miktarı ve ihracatı. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>, (20.04.2023).
- Galinato, S. P., Miles, C. A., 2013. Economic profitability of growing lettuce and tomato in Western Washington under high tunnel and open-field production systems. *American Society for Horticultural Science*. 23(4):453-461.
- Gedikli, O., Uzundumlu, A. S., Tozlu, G., 2015. Mısır üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörlerin analizi: Samsun ili örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 3(1): 1-8.
- Genç, S., Soysal, M. İ., 2018. Parametrik ve parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 1(1): 18-27.
- Gorton, M., Davidova, S., 2004. Farm productivity and efficiency in the CEE applicant countries: a synthesis of results. *Agricultural economics*. 30(1): 1-16.
- Green, S. B., Salkind, N. J., Akey, T.M., 2000. *Using SPSS for Windows, Analyzing and Understanding Data*. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River: New Jersey, USA.
- Gül, E. N., Özgöz, E., Altuntaş, E., 2020. Domates meyvelerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerine olgunluk dönemi ve muhafaza sürelerinin etkileri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*. 1(1): 12-28.
- Güney, D., Öztürk, O., 1980. Tokat Yöresi Sulu Koşullarında Buğday Mısır ve Domatesin Üretim Girdileri ve Maliyetleri. Tokat Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları: 1. 70 s. Tokat.
- Karkacı, O., Yılmaz Altuntaş, N., 1998. Örtü altı ve açık koşullarda domates ve hıyar yetiştiriciliğinin karşılaştırmalı ekonomik analizi. *GOP Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1: 107-125.
- Kaymak, H. Ç., Güvenç, İ., Dursun, A., 2005. Türkiye’de sebze tarımının mevcut durumu, önemli bazı gelişmeler ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 36(2): 227-234.
- Kumar, P., Chauhan, R. S., Grover, R. K., 2016. Economics analysis of tomato cultivation under poly house and open field conditions in Haryana India. *Journal of Applied Natural Science*. 8(2): 846-848.
- Mauceri, M., Alwang, J., Norton, G., Barrera, V., 2007. Effectiveness of integrated pest management dissemination techniques: a case study of potato farmers in Carchi, Ecuador. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 39 (3): 765-780.
- Murthy, D. S., Sudha, M., Hegde, M. R., Dakshinamoorthy, V., 2009. Technical efficiency and its determinants in tomato production in Karnataka, India: Data Envelopment Analysis (DEA) Approach. *Agricultural Economics Research Review*. 22(2): 215-224.
- Oğuz, C., Karakayacı, Z., 2017. *Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Metodolojisi*. Atlas Akademi Yayınları: 185 s. Konya.
- Örük, G., Engindeniz, S., 2019. Muğla ilinde örtüaltı domates üretiminin ekonomik analizi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 56(3): 345-358.

- Özden, A., Armağan, G., 2005. AYDIN ili tarım işletmelerinde bitkisel üretim faaliyetlerinin verimliliklerinin belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*. 11(1-2): 111-121.
- Özkan, B., Hatırlı, S. A., Öztürk, E., Aktaş, A. R., 2011. Antalya ilinde domates üretiminin kâr etkinliğinin analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 17(1):34-42.
- Öztürk, G., Engindeniz, S., 2018. Muğla'da örtüaltı domates üretiminde girdi kullanım etkinliğinin analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*. 24(2): 175-183.
- Polat, B. 2020. Batakovası (Çanakkale) açık alan domates yetiştiriciliğinde domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin populasyon değişiminin belirlenmesi. *Bahçe*. 49(1): 35-41.
- Samshunnahar, M., Khanum, R., Islam, M. S., 2016. Profitability of small-scale tomato (*Lycopersicon esculentum*) production in some selected areas in Bangladesh. *The Agriculturists*. 14(1): 73-82.
- Semerci, A., 2020. Çeltik üretiminde maliyet faktörlerinin farklılık analizleri: Çanakkale ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 7(4): 1078-1086.
- Şahin, K., Külekçi, M., 2022. Örtü altı domates üretiminde enerji kullanımı ve sera gazı emisyonunun girdi optimizasyonu yaklaşımı ile azaltılması: Antalya ili örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 12(3): 1808-1819.
- Şili, Ş., Gündüz, O., 2014. Samsun ili Bafra ilçesinde domates yetiştiren işletmelerin ekonomik analizi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. *Bildiriler Cilt: 2*. 714-719. 3-5 Eylül, Samsun.
- Tatlıdil, F. F., Aktürk, D., 2004. Comparative analysis of contract and non-contract farming model in tomato production. *Journal Agronomy*. 3(4):305-310.
- Testa, R., Di Trapani, A. M., Sgroi, F., Tudisca, S., 2014. Economic sustainability of Italian greenhouse cherry tomato. *Sustainability*. 6(11): 7967-7981.
- TOB, 2021a. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Brifing. <https://canakkale.tarimorman.gov.tr/Menu/17/Brifing>, (20.04.2023).
- TOB, 2021b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomisi ve Tarımsal Politika Geliştirme Enstitüsü, Tarım ürünleri piyasası domates. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tarim%20Urunleri%20Piyasaları/2021-Haziran%20Tarim%20Urunleri%20Raporu/Domates,%20Haziran-2021,%20Tarim%20Urunleri%20Piyasa%20Raporu,%20TEPGE.pdf>, (20.04.2023).
- Townsend, R. F., Kirsten, J., Vink, N., 1998. Farm size, productivity and returns to scale in agriculture revisited: a case study of wine producers in South Africa. *Agricultural economics*. 19(1-2): 175-180.
- TÜİK, 2021a. Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye'de domates ekim alanı ve domates üretim miktarı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (20.04.2023).
- Tümsavaş, E., 2003. Ankara ili Ayaş ilçesi tarım işletmelerinde sulu koşullarda buğday ve domates üretim faaliyetlerinde fiziki girdi kullanım düzeyi, üretim maliyetleri ve kimyasal gübre kullanımının ekonomik yönden değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 52s.
- Yamane, T., 2010. *Temel Örneklem Yöntemleri*. Literatür Yayınları: 528 s. İstanbul.

Araştırma Makalesi/Research Article

Gönen Ovası'nda Yetiştirilen 'Hayward' Kivi Çeşidinin (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) Kalite Kriterleri ve Muhafaza Performansı

Neslihan Ekinci^{1*}  Serpil Varlı Yunusoğlu¹  Murat Çelik² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale

²Gönen İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Balıkesir

*Sorumlu yazar: nekinci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.12.2022

Kabul Tarihi: 12.07.2023

Öz

Yapılan çalışmada, kivi yetiştiriciliğinde öncü olan Yalova İli'nin imara açılarak tarım arazilerinin yapılaşması sonucunda üreticilerin alternatif olarak Balıkesir ili Gönen İlçesi'nde bulunan Gönen Ovası'nda kivi yetiştirmeye başladığı görülmektedir. Ovada, her geçen yıl yeni kurulan kivi bahçelerinin sayısının arttığı görülmektedir. Bölgede yetiştiriciliği yapılan kivi meyvelerinin kalite özellikleri ve muhafaza performansının incelendiği çalışmada, bölgenin iyi kalitede kivi üretimi için uygun olup olmadığı incelenmiştir.

Gönen ovasında, ilk kivi bahçesini kuran yetiştiricinin bahçesinden optimal hasat zamanında meyveler hasat edilmiştir. toplanan meyvelerin hasat sonrası performansını belirlemek amacıyla, normal atmosferde 0-0,5 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 4 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Hasattan sonra ve muhafaza periyodu süresince 1 ay ara ile meyve et sertliği (kg/cm²), ağırlık kaybı (%), suda çözünür kuru madde miktarı (% SÇKM), titre edilebilir toplam asitlik (% sitrik asit), toplam C vitamini (mg 100g⁻¹), toplam klorofil miktarı (g kg⁻¹), toplam fenolik bileşen miktarı (GAE mg 100g⁻¹), meyve kabuk rengi (L*, hue°, chroma*), meyve et rengi (L*, hue°, chroma*) gibi kalite kriterleri incelenmiştir.

Hasatta 7.63 kg/cm² olan meyve eti sertlik değeri depolama süresince azalarak, depolamanın sonunda 1.26 kg/cm² değerine düşmüştür. Meyvelerin SÇKM içeriği, % 6.66' dan, % 14.13 (Brix) değerine yükselmiştir. Meyve suyunun asitliği, meyve kabuk ve et rengi ve diğer kalite parametreleri, tüketici tercihine uygun şekilde korunmuştur. Yapılan çalışma sonucunda Gönen Ovası'nın kivi yetiştiriciliğine uygun olduğu, üretilen kivilerin uygun koşullarda saklandığında 4 aydan daha uzun süre muhafaza edilebileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Actinidia deliciosa* L., Soğukta Muhafaza, Gönen Ovası

Quality Criteria and Storage Performance of 'Hayward' Kiwifruit (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) Cultivated in Gonen Plain

Abstract

In study, it is observed that due to the urbanization and development of agricultural lands in Yalova Province, which was pioneer in kiwifruit cultivation, producers have started growing kiwifruit in Gönen Plain, located in Gönen District of Balıkesir Province, as an alternative. It is observed that the number of newly grown kiwifruit orchards in plain increases every year. The study examined the quality characteristics and storage performance of kiwifruits cultivated in the region to determine if the region is suitable for high quality fruit production in Gönen Plain.

In Gönen Plain, fruits were harvested from the first orchard grown by the grower at the optimal harvest time. To determine the post-harvest performance, of the harvested fruits, they were stored for 4 months under normal atmospheric conditions with a temperature of 0-0.5 °C temperature and 90-95% relative humidity conditions. During the post harvest and storage period, quality criteria such as fruit flesh firmness (kg/cm²), weight loss (%), soluble solid content (%SSC), total titratable acidity (% citric acid), total vitamin C (mg 100g⁻¹) after harvest and at 1-month intervals during the storage period, total chlorophyll content (g kg⁻¹), total phenolic component content (GAE mg 100g⁻¹), fruit skin color (L*, hue°, chroma*), fruit flesh color (L*, hue°, chroma*) were examined. At one month intervals.

The results showed that fruit flesh firmness decreased from 7.63 kg/cm² at harvest to 1.26 kg/cm² at the end of the storage period. The SSC content of the fruits increased from 6.66% to 14.13% (Brix). The acidity of

the fruit juice, fruit skin and flesh color, and other quality parameters were protected in a manner suitable for consumer preferences. The study concluded that Gonen Plain is suitable for kiwifruit cultivation and that the produced kiwifruits can be stored for more than 4 months under appropriate conditions.

Keywords: *Actinidia deliciosa* L., Cold Storage, Gönen Plain

Giriş

Kivi ülkemizde son 30 yıldır üretilen bir meyve olmasına rağmen, meyveleri beğenilerek tüketilmekte, bu durumda yetiştirme ve pazarlama koşulları açısından avantaj sağlamaktadır (Türk ve Çelik, 1992). Aynı zamanda C vitamini içeriğinin yüksek olması, mineral maddelerce zengin olması ve düşük kalori değerine sahip olması tüketiciler tarafından tercih edilmesine sebep olmaktadır (Garcia ve ark., 2012). 2000 yılında 1400 ton olan Türkiye kivi üretimi 2010 yılında 26.500 tona çıkarken, son yıllarda 80.000 ton üretim miktarı ile ülkemiz kivi üreten ülkeler arasında 7. sırada yer almaktadır (Atak, 2022).

Sibirya'dan Endonezya'ya uzanan yayılma alanı oldukça geniş bir coğrafyaya sahip olan kivi meyvesinin anavatanı Çin'in Yangtze vadisidir. Kivi (*Actinidia deliciosa* L.), botanik olarak *Biolypetale* takımının, *Actinidiaceae* familyasının *Actinidia* cinsi içerisinde yer almaktadır ve 50 kadar türü bulunmaktadır. Bu türler içerisinde *Actinidia deliciosa* ve *Actinidia chinensis* türleri ekonomik olarak önem taşımaktadır (Ferguson ve Macrae, 1991).

Ülkemizde kivi üretimi 86.362 ton olup, her geçen yıl bu miktar artmaktadır. En fazla üretim, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde gerçekleştirilmektedir. Yalova ili 26.997 ton'luk üretimi ile ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2022). Kivide üretiminin artması, pazarda da ürün miktarının artmasına ve yığılmaya neden olmaktadır. Bu sebeple kivi meyvesinin hasat sonrası muhafazası ile, hasat olumu döneminde derimi yapılan meyvelerin olgunlaşmasını yavaşlatarak yeme olumuna gelmesini geciktirmek amaçlanmaktadır. Bu sayede pazardaki aynı döneme denk gelen yığılmanın önüne geçerek uzun bir pazarlama periyodu içinde tüketici tercihlerine uygun ve kaliteli meyvelerin satışı yapılabilir.

Kivi, klimakterik meyveler grubunda yer alan bir meyvedir ve diğer klimakterik meyveler gibi yüksek seviyede etilene hassastır. Etilen, hasattan sonra bahçe bitkileri ürünleri için, ortaya çıktığı yer ve zamana göre yararlı olduğu gibi zararlı da olabilmektedir. Etilenin bu etkileri ile, ihtiyaçlara uygun bir hasat sonrası fizyolojisi sağlanabilir ve kontrol mekanizmasına dönüştürülebilir (Fidan ve Söylemezoglu, 1995; Yunusoğlu ve ark., 2021). Bu amaçla soğukta muhafaza, Etilenin istenmeyen etkilerini kontrol ederek, yumuşama ve olgunlaşma süreçlerini yavaşlatmak için önemli bir yöntemdir (Mencarelli ve ark., 2006).

Kivi muhafaza potansiyeli yüksek olan bir meyvedir. Ancak, çeşit özelliği, yıl içindeki iklim şartları ve kültürel uygulamalar ile depolama koşullarına göre muhafaza potansiyeli değişebilmektedir. Soğuk hava depolarında $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ve %90-95 oransal nem koşullarında 4-5 ay depolanabilirler (Özer ve ark. 1997). Donma noktasının en düşük eşik sınırı -1°C olarak kabul edilir ve donmaya dayanım ise çeşitlere göre, SÇKM değerinin %10-14 arasında farklılık göstermesiyle değişebilmektedir (Yunusoğlu ve ark., 2021). Bu nedenle kivi meyveleri, donma noktasının üzerinde olan $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta muhafaza edilmekte ve böylelikle etilen sentezi engellenmektedir.

Gönen Ovası'nın ortalama rakımı 50 m civarındadır. Marmara ve Karadeniz iklimlerinin etkisi altındadır. Balıkesir İli Gönen İlçesi, Gönen İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü istatistik ve destekleme kayıtlarına göre 422.000 dekar tarım alanına sahip verimli bir ovaya sahiptir. Ovada 220.000 dekar arazi sulanmaktadır. Gönen ovasında 1980 ve 1990 lı yıllarda sebze ve meyve tarımı 50.000 dekar civarındadır. 1990'dan sonra köylerde genç nüfusun azalması, meyve ve sebze fiyatlarının çok değişken olması nedenleriyle meyve dikili alanlar azalmaya başlamıştır. Gönen ovasında 2005 yılında ilk kivi dikimi 20 da ile Dereköy mahallesinde bir üretici tarafında tesis edilmiş, 2010 yılında 350 da ve 2022 yılında 1000 da alana ulaşmıştır (Anonim, 2023). Bu çalışmanın amacı, Gönen İlçesi ekolojik koşullarında üretimi yapılan Hayward kivi çeşidinin kalite kriterlerini incelemek ve hasat sonrası muhafaza performansını belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Balıkesir Gönen İlçesi Dereköy mahallesinde bulunan 50 da'lık bir alanda üretim yapan özel bir işletmeden deneme materyali olan Hayward kivi meyveleri sağlanmıştır. Meyvelerin derimi,

meyve suyunda suda çözünür kuru maddenin % 7 olduğu zaman gerçekleştirilmiştir (Bostan ve ark., 2019).

Bitkisel materyal olarak seçilen Hayward kivi çeşidi meyveleri; iri ve oval şekildedir. Kabuğu sık, ince, yumuşak tüylerle kaplı olup, rengi yeşilimsi kahverengidir. Parlak yeşil renkli olan meyve eti, orta şekerli ve bol suludur. Hayward kivi çeşidinin omcaları orta verimli olup, diğer çeşitlere kıyasla zayıf gelişmektedir. Çiçeklenme Mayıs ayında başlamakta ve meyveleri ekim ayında olgunlaşmaktadır. Diğer çeşitlere kıyasla geç olgunlaşan ve en uzun süre depolanabilen çeşit olma özelliği göstermektedir. Taşıma ve dayanımı çok iyidir (Eriş 1989, Samancı 1990).



Figure 1. Hayward kiwifruit (N. Ekinci, 2021)

Şekil 1. Hayward kivi çeşidinin görünümü (N. Ekinci, 2021)

Üretici bahçesinden 11 Kasım 2021 tarihinde hasat edilmiş meyveler hızlı bir şekilde Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Laboratuvarı'na getirilmiştir. Hasat edilen kivilerde kalite kriterlerini belirlemek amacıyla ilk numuneler alınmıştır. Kalan kiviler soğuk hava deposunda 0-0,5°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 4 ay boyunca depolanmıştır. Hasat sonrası muhafaza performansını belirlemek amacıyla depolama başlangıcında ve 1'er ay ara ile aşağıda belirtilen kalite kriterleri incelenmiştir.

Araştırmada İncelenen Kriterler

Meyve Eti Sertliği (kg)

Meyve eti sertliği (MES) el penetrometresi ile 8.0 mm'lik silindir uç kullanılarak, kg cinsinden belirlenmiştir. Ölçümler meyvenin ekvatorial bölgesinde, her iki yanaktan 1 cm'lik meyve kabuğunun uzaklaştırılıp, silindir ucun meyve etine 10 mm batırılması ile gerçekleştirilmiştir.

Ağırlık Kaybı (kg/cm²)

Meyve ağırlık kayıpları hassas terazi (0.01 g) ile deneme başlangıcında seçilen ve numaralandırılan ve her ölçümde aynı meyvenin kullanılması ile % g olarak belirlenmiştir.

Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı (%)

Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), hasadı yapılan Hayward kivi çeşidine ait 5 adet meyveden üç tekerrürlü olmak üzere her birinden ayrı ayrı, meyve suyunun içindeki SÇKM miktarı el refraktometresi ile % olarak ölçülmüştür.

Titre Edilebilir Asitlik (% sitrik asit)

Titre edilebilir asitlik (TEA) ölçümü için meyveler bir homojenizatör yardımı ile püre haline getirilmiştir. Meyve püresinin suyu sıkılarak 10 ml örnek alınmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Titrasyonda manyetik karıştırıcı ve dijital pH-metre kullanılmıştır. Çözeltinin pH değeri 8,1 oluncaya kadar, 0,1 normal NaOH ile titre edilmiştir. Sitrik asit, harcanan NaOH miktarının aşağıdaki formüle eklenmesiyle % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Sitrik Asit (\%)} = \frac{S \times N \times F \times E}{C} \times 100$$

(1)

S: Harcanan baz miktarı (ml)
 N: Harcanan bazın normalitesi
 F: Harcanan bazın faktörü
 E: Asidin equivalent değeri (sitrik asit=0,064)
 C: Örnek miktarı (ml)

Meyve Et ve Kabuk Rengi

Meyvelerin meyve kabuk rengi meyve hasadından hemen sonra laboratuvarında meyvenin ekvator bölgesinde; her iki yanaktan okuma şeklinde yapılmıştır. CIE L*, renk değeri kromometre (Minolta CR 400, Japan) ile ölçülmüştür. Muhafaza süresince ölçümler aynı meyveler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

C Vitamini Tayini (mg 100g⁻¹)

Her tekrürdeki meyveler bir homojenizatör yardımı ile püre haline getirilmiş ve kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzölen meyve suyu 10 kat %0.4'lük oksalikasit stabilizan çözelti ile 10 kat seyreltilmiştir. Seyreltilmiş meyve suyundan 1 ml alınıp %0.0012'lik 2.6 Dichloroindophenol çözeltisi ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Son aşamada 518 nm dalga boyunda, her numune için meyve suyu ile hazırlanan çözeltiden alınan 1 ml örneğin %0.4'lük oksalikasit stabilizan çözeltisi ile 10 ml'ye tamamlanmasıyla hazırlanan şahide karşı spektrofotometre (Visible Spectrometer V-1100D, Mapada Inc., China) ile okunmuştur (Pearson ve Churchill, 1970).

Toplam Fenolik Bileşen Tayini

Toplam fenolik bileşen miktarı Slinkard ve Singleton (1977), Singleton ve Rossi (1965), Göttingerová ve ark. (2021), tarafından belirlenen yöntemler modifiye edilerek ölçölmüştür. Kivi meyvelerinden 5 g örnek tartılmış ve 20 ml %80'lik metanol-su karışımı ilave edilmiştir. Karışım 1 dk boyunca homojen hale gelmesi için karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden 100 µl alınmış ve 3400 µl saf su ilave edilmiştir. Daha sonra 2000 µl %10'luk Folin-Ciocalteu eklenmiş ve 15 sn karıştırılmış ve ardından 2000 µl %10'luk Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve tekrar 15 sn süreyle homojenize edilmiştir. Hazırlanan karışım 30 dk 40°C'de sıcak su banyosunda bekletilmiş ve saf su ile aynı aşamaların tekrarlanması ile hazırlanan şahit eşliğinde 765 nm dalga boyunda spektrofotometre (Visible Spectrometer V-1100D, Mapada Inc., China) ile okuma yapılmıştır.

Toplam Klorofil Tayini

Toplam klorofil miktarı Zhao ve ark. (2021), tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek ölçölmüştür. Kivi meyvelerinden 5 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler porselen havanlarda önce 15 ml %85 aseton çözeltisinde homojen olarak parçalanmıştır. Karışım yeşil renk alana kadar işleme devam edilmiştir. Daha sonra filtre kağıdı ile süzme işlemi yapılmış ve porselen havanda kalan örnek, tekrar 10 ml %85 aseton çözeltisi ilave edilerek işleme devam edilmiştir. Son süzme işlemi yapıp klorofil a ve b'nin absorbans değeri, sırasıyla 663 ve 645 nm dalga boyunda %85 aseton çözeltisi şahitliğinde spektrofotometre (Visible Spectrometer V-1100D, Mapada Inc., China) cihazında ölçölmüştür. Aşağıdaki formül ile klorofil a ve b değeri bulunup sonrasında bu iki değerin toplamı ile toplam klorofil miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil A} - (\text{mg/ml}) = 8.02 \times \text{okunan değeri (663 nm)}$$

$$\text{Klorofil B} - (\text{mg/ml}) = 20.2 \times \text{okunan değeri (645 nm)}$$

İstatistik Analiz

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre 3 tekrürlü olarak yürütölmüş ve her tekrürde 120 g meyvelerden 5 adet alınarak yukarıda bahsedilen uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizi iki yönlü varyans analizi ile yapılmış ve farklı ortalamaların belirlenmesinde Asgari Önemli Fark (AÖF) çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplama ve yorumlarda önem düzeyi (p) %5 olarak dikkate alınmıştır. Verilerin istatistik analizleri SAS® (ver.9) istatistik paket program ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Gelişme aşamasında meyvelerde hücreler büyümekte ve hücreler arası boşluk artmaktadır. Bununla paralel solunum hızı ve biyokimyasal olaylarda artmaktadır. Enzim (Poligalakturonaz, pektin esteraz, selülaz ve β -galakturonaz) aktivitesinin artması ile hücre çeperi yapısındaki pektin, hemiselüloz ve selüloz parçalanmakta ve hücre yapısı bozulmaktadır. Tüm bu olaylar olgunlaşma ve yaşlanma aşamasında çok hızlı bir şekilde gelişmekte ve meyve muhafazasında önemli bir kriter olan meyve eti sertliği (MES) bu oranda azalmaktadır (Karaçalı, 2006; Barrelet ve Gonzalez, 1994; Fischer ve Bennett, 1991). Bu durum deneme sonuçlarında da görülmüştür. Meyve eti sertliği üzerinde depolama süresi etkili olmuş ve başlangıçta 7.63 kg değerinde bulunan MES değeri 4 aylık muhafaza süresinin sonunda 1.26 kg değerine kadar düşmüştür.

Yaş meyve sebzelerde olgunlaşma ile beraber su kaybı ve bununla paralel ağırlık kaybında artış meydana gelmektedir. Muhafaza sıcaklığının düşük olması ve ortamdaki nem içeriği, solunum hızını havaşlatarak yaşlanmanın önüne geçmekte su kaybını yavaşlatmaktadır. Bu sayede ürünün muhafaza ömrü uzamaktadır. Soğukta muhafaza edilen Hayward kivi çeşidine ait meyvelerde 2 aylık muhafaza süresinde su kaybı diğer muhafaza periyodlarına kıyasla daha hızlı gerçekleşmiş ve sonrasında su kaybı devam etmesine rağmen artış hızı azalmıştır. Muhafaza periyodunun sonunda, hasattan sonraki ağırlığına kıyasla %5.76 oranında azalmıştır. Sakaldaş ve Gündoğdu (2020), Sungold kivi çeşidinde yaptıkları çalışmada 4 aylık depolama süresinde kontrol uygulamasında %8.77 değerinde gerçekleşen ağırlık kaybını, modifiye atmosfer paketlenme uygulamasında %2.52 değerinde belirlemişlerdir. Yapılan çalışma ile kıyaslandığında, bu çalışmada hiçbir uygulama yapılmadan kivi meyvelerinin muhafaza performansını belirlenmek amaçlanmıştır. Sonuçlara göre, Sungold kivi çeşidinde yapılan çalışmanın kontrol uygulamasına kıyasla Gönen Ovası'nda yetiştirilen Hayward kivi çeşidinde meydana gelen ağırlık kaybı daha az gerçekleşmiştir.

Yapılan çalışmada optimum hasat zamanında toplanan kivilerin SÇKM değeri %6.66 olarak ölçülmüştür. Muhafaza periyodu boyunca SÇKM değerinde düzenli bir artış meydana gelmiştir. Yaşar ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada kivi meyvelerinin 4 aylık soğukta muhafazası süresince SÇKM değerinin % 12.30 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise buna yakın olmakla beraber depolama sonunda %14.13 değerine kadar yükselmiştir. Depolama süresinin artmasıyla yaşlanma ve olgunlaşma meydana gelmekte ve meyvede bununla paralel artan su kaybı SÇKM oranının da artmasına neden olabilmektedir (Özdemir ve ark., 2006; Sakaldaş, 2012; Erbaş ve ark., 2015). Diğer yandan bu artışın, olgunluk aşamasında meyve içerisindeki nişastanın çözünebilir şekerlere dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Karaçalı, 2014).

Olgunlaşma ile beraber meyvenin asit miktarı azalmaktadır. Yapılan araştırmada da muhafaza periyodu süresince TEA miktarında düzenli bir azalma gerçekleşmiştir. Hasattan sonra %0.180 değerindeki TEA değeri 4 aylık depolamanın sonunda %0.146 değerine düşmüştür. Muhafaza süresince solunum sırasında organik asitlerin kullanılmasının TEA değerinde azalmaya neden olabileceği bildirilmiştir (Dundar ve ark., 1997; Özkaya ve ark., 2005). Yapılan çalışmada, muhafaza süresinin uzamasıyla benzer şekilde TEA değerinde azalma meydana gelmiştir.

Optimum hasat zamanında toplanan kivi meyvelerinde, C vitamini miktarı $166.66 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve muhafaza sonunda $56.67 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ değerine düşmüştür. Toplam fenolik bileşen miktarı ise hasattan sonra $588.32 \text{ GAE mg } 100\text{g}^{-1}$ değerinden, $130.04 \text{ GAE mg } 100\text{g}^{-1}$ değerine düşmüştür. Muhafaza periyodunun sonundaki bu değerlere bakıldığında kivi meyvelerinde besin içeriği bakımından düşüş gerçekleşmesine rağmen yüksek değerler vermektedir. Bostan ve ark. (2019)'nın yaptıkları çalışmada, C vitamini değerinin olgunlaşma ile azaldığını, toplam fenolik içeriğinin ise muhafaza süresince önemli bir değişime uğramadığını, Sakaldaş ve Gündoğdu (2020) ise Sungold kivi çeşidinde yaptıkları çalışmada muhafaza süresince toplam fenolik bileşen içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Furkan (2020), çalışmamızla benzer şekilde, Hayward kivi çeşidinin toplam fenolik bileşen miktarında muhafaza süresince azalma meydana geldiğini bildirmiştir.

Meyvelerde bulunan klorofil miktarı, gelişme döneminin başlarında maksimum seviyede olup daha sonra azaldığı ve birim yüzey başına miktarının ise devamlı azalma gösterdiği bilinmektedir. Bu durumun hem meyve yüzeyinin genişlemesi, hem de klorofil parçalanmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Karaçalı 2014). Bununla birlikte düşük sıcaklıkta bile klorofil kaybının devam ettiği, meyve ve sebzelerde yeşil renk kaybının, uzun süre depolamada arttığı belirtilmektedir (Bal, 2009). Yapılan çalışmada da, yeşil meyve etine sahip Hayward kivi çeşidinde muhafazanın ilk aylarında yüksek olan toplam klorofil seviyesinin, muhafaza sonunda azaldığı görülmektedir. Hasattan sonra

46.36 g kg⁻¹ değerinde olan klorofil miktarı muhafaza sonunda 12.99 g kg⁻¹ değerine kadar düşmüştür. Yaşar ve ark. (2020), çalışmalarında Hayward kivi çeşidine ait meyvelerde 96.11 g kg⁻¹ değerinde ölçülen klorofil değerinin, 4 aylık soğukta depolama süresinin sonunda 11.82 g kg⁻¹ değerine kadar düşüş gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu veriler karşılaştırıldığında, Gönen ovasında yetiştirilen Hayward kivi çeşidinin muhafaza performansının yüksek olduğu sonucuna varılabilir.

Herhangi bir renk değişimi, tüketiciler tarafından yaşlanma belirtisi olarak algılanabildiği için ürünün görsel kalitesi ve kabuk yapısının canlı olması, tüketici tarafından tercih edilmektedir (Nunes ve ark., 2009). Ürünün parlaklığı (L*), bu açıdan önemli bir kriterdir. Hasattan sonra meyve parlaklığı 36.79 değerinde ölçülmüşken, 4 aylık muhafaza periyodunun sonunda bu değer 30.52 değerine inmiştir. Meyve et rengi ise, hasattan sonra 46.33 değerinde belirlenmiş ve muhafaza periyodunun sonunda bu değer 39.85 değerinde ölçülmüştür. Deneme sonunda değerler ele alındığında, muhafaza performansının tüketici tercihlerini karşılayacak düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Furkan (2020)'nın Hayward kivi çeşidinde yaptığı çalışmada, hasattan sonra 53.1 değerinde olan L* değerini muhafaza dönemi sonunda 45.6 değerinde belirlemiştir. Muhafaza süresi boyunca L* değerindeki azalma çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Table 1. Changes in quality criteria during storage in Hayward kiwi variety after harvest (p<0.05 Minimum significant difference)

Çizelge 1. Hasat sonrası Hayward kivi çeşidinde muhafaza süresince kalite kriterlerindeki değişimi (p<0,05 Asgari önemli farklılık)

Kalite Parametreleri	0 Ay	1 Ay	2 Ay	3 Ay	4 Ay	LSD
Meyve Et Sertliği (kg)	7.63 a ± 0.15	6.86 b ± 0.21	3.76 c ± 0.15	1.56 d ± 0.15	1.26 e ± 0.21	0.1011
Ağırlık Kaybı (%)	0.00 e	1.37 d ± 0.06	3.03 c ± 0.06	4.65 b ± 0.17	5.76 a ± 0.20	0.0696
SÇKM (%)	6.66 d ± 0.50	11.60 c ± 0.61	13.53 b ± 0.15	13.96 a ± 0.76	14.13 a ± 0.81	0.3498
TEA (%Sitrik Asit)	0.180 a ± 0.00	0.173 b ± 0.00	0.163 c ± 0.01	0.156 d ± 0.01	0.146 e ± 0.00	0.003
Toplam C Vitamini Miktarı (mg 100g ⁻¹)	166.66 a ± 9.08	143.60 b ± 4.83	111.50 c ± 14.89	69.52 d ± 15.78	56.67 e ± 1.10	6.1414
Toplam Klorofil Miktarı (g kg ⁻¹)	46.36 a ± 5.64	38.43 b ± 1.87	25.80 c ± 3.79	19.59 d ± 1.47	12.99 e ± 2.63	1.9588
Toplam Fenolik Bileşen Mik. (GAE mg 100g ⁻¹)	588.32 a ± 29.47	431.42 b ± 45.47	231.62 c ± 22.02	162.47 d ± 6.76	130.04 e ± 19.67	15.863
Kabuk L*	36.79 a ± 0.64	34.81 b ± 0.16	33.07 c ± 0.56	31.95 d ± 0.67	30.52 e ± 1.64	0.5046
Meyve Eti L*	46.53 a ± 0.51	41.53 b ± 0.85	40.47 c ± 0.80	40.21 cd ± 1.30	39.85 d ± 1.19	0.5561

Sonuç ve Öneriler

Gönen ilçesinde artan kivi bahçeleri ile beraber kivi yetiştiriciliğinin artmasıyla bir üretim potansiyeli doğmuştur. Yapılan çalışmada kivi meyvelerinin kalite kriterleri ve muhafaza performansı belirlenmiştir. Bu amaçla meyveler optimum hasat zamanında toplanmıştır. Muhafaza performansını belirlemek amacıyla 4 ay süre ile 0-0,5°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında depolanmış ve 1 aylık periyotlar halinde kalite analizleri tekrarlanmıştır. Deneme sonunda meyvelerin soğukta

muhafaza performansı yüksek bulunmuştur. Herhangi bir uygulama yapılmadan soğukta muhafaza edilen meyvelerin, muhafaza ömrünü uzatacak uygulamalar ile daha uzun süre depolanma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak; Gönen İlçesi'nde yetiştiriciliği yapılan Hayward kivi çeşidinin tüketicinin tercih edebileceği kalitede olduğu ve pazardaki arzının uzun süre sağlanabilmesi açısından muhafaza performansının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

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

- Anonim, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr/>, (21.12.2022)
- Anonim, 2023. Gönen Tarım İlçe Müdürlüğü, Çiftçi Kayıt Sistemi. <http://www.gonen.gov.tr/>, (23.06.2023)
- Atak, A., 2021. Current status of the Turkish kiwifruit industry and the main problems of growers. In X International Symposium on Kiwifruit. 1332 : 439-444.
- Bal, E., 2009. Hasat sonrası potasyum permanganat, uv-c, salisilik asit ve sıcaklık uygulamalarının kivi kalitesi ve muhafaza süresi üzerine etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 131s.
- Barrelt, D.M., Gonzalez, C., 1994. Activity of softening enzymes during cherry maturation. Journal of Food Science. 59 (3): 574-577.
- Bostan, S., Z., Gökçen, B., Güler, S., K., 2019. Kivinin elma ve karpitle olgunlaştırılması. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences. 9(1): 1-7.
- Dundar, O., Kuden, A.B., Dennis, F.G., 1997. Investigations on cold storage and post harvest physiology of J. H. Hale Peach. Acta Hort 441: 411-441.
- Erbaş, D., Onursal, C., Koyuncu, M.A., 2015. Derim sonrası salisilik asit uygulamasının Aprikoz kayısı çeşidinin soğukta depolanması üzerine etkileri. Meyve Bilimi 2 (2): 50-57.
- Eriş, A., 1989. Türkiye için yeni bir meyve türü kivi (*Actinidia chinensis* Planch.). T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 22: 80 s, Ajans-Türk Matbaacılık Sanayi A.Ş., Ankara.
- Ferguson, A.R., Macrae, E.A., 1991. Vitamin C in Actinidia. Acta Hort. 297: 481- 487.
- Fidan, Y., Söylemezoğlu, G., 1995. Bahçe bitkilerinin hasat sonrası fizyolojisi açısından etilenin önemi, biyosentezi ve işleyiş mekanizması. GIDA, 20 (1).
- Fischer, R.L., Bennett, A.B., 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. Annual review of plant biology 42 (1): 675-703.
- Garcia, C.V., Quek, S.Y., Stevenson, R.J., Winz, R.A., 2012. Characterisation of bound volatile compounds of a low flavour kiwifruit species: *Actinidia eriantha*. Food Chemistry. 134 (2): 655-661.
- Göttingerová, M., Kumšta, M., Rampáčková, E., Kiss, T., Nečas, T., 2021. Analysis of phenolic compounds and some important analytical properties in selected apricot genotypes. HortScience. 1(aop), 1-7.
- Karaçalı, İ., 2014. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 494: 481sy.
- Karaçalı, İ., 2006. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:494: 481s. İzmir.
- Mencarelli, F., Bellincontro, A., Forniti, R., Vizovi-tis, K., Botondi, R., Valentini, M., Sequi, P., DiNata-le, C., Basile, B., Romano, R., 2006. Factors affecting the apricot quality for the consumer with special attention to the use of 1- MCP and of ndt for detection of bruising. Acta Horticulturae. 717: 315-320.
- Nunes, M.C., Emond, J.P., Rauth, M., Dea, S., Chau, K.V., 2009. Environmental conditions encountered during typical consumer retail display affect fruit and vegetable quality and waste. Postharvest biology and technology. 51 (2): 232- 241.
- Özdemir, A. E., Ertürk, E., Çelik, M., Dilbaz, R., 2006. Venüs nektarin çeşidinin soğukta muhafazası. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 3 (3): 297-304.
- Özer, M., Eriş, H., Türk, R., Sivritepe, N., 1997. Normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza edilen kivilerde biyokimyasal değişimler ve kalite kayıpları. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. Bildiriler: 125-133. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova
- Özkaya, O., Dünder, Ö., Kuden, A., 2005. Adana koşullarında yetiştirilen angeleno erik çeşidinin muhafaza performansı. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. s. 406-408. Antakya, Hatay.
- Pearson, D., Churchill, A.A., 1970. The chemical analysis of foods. Gloucester Place, London 104, p:233

- Sakaldaş, M., 2012. Çanakkale yöresinde yetiştirilen California Wonder biber tipinde farklı hasat sonrası uygulamaların kaliteye etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora tezi. Çanakkale.
- Sakaldaş, M., Gündoğdu, M.A., 2020. 'Sungold' kivi çeşidinin kalite özellikleri üzerine modifiye atmosfer paketlenmenin etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi. 6 (2): 186-193.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents 16. 144-158.
- Slinkard, K., Singleton, V.L., 1977. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture. 28: 49-55.
- Türk, R., Çelik, E., 1992. Ülkemiz koşullarında yetişen kivi meyvesinin soğukta muhafazası. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, İzmir.
- Yaşar, K., Kasım, M., Kasım, R., 2020. Kivi (*Actinidia deliciosa* L.)'de ozon gazı uygulamasının hasat sonrası kalite üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 23 (4): 788-797.
- Yunusoğlu, S.V., Ekinci, N., Gündoğdu, M.A., 2021. Modifiye atmosfer paketlenme ve normal atmosfer koşullarında depolanan 'Roxana' kayısı çeşidinin aroma bileşenlerindeki değişim. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(2).
- Yücedağ, F., 2020. Muhafaza süresince metil jasmonat (meja) uygulamalarının hayward kivi çeşidinin kalite özellikleri üzerine etkisi. Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Zhao, H., Fu, M., Du, Y., Sun, F., Chen, Q., Jin, T., Liu, B., 2021. Improvement of fruit quality and pedicel color of cold stored sweet cherry in response to pre-storage 1-methylcyclopropene and chlorine dioxide treatments: combination treatment of 1-MCP plus ClO₂ improves post-harvest quality of sweet cherry fruit. Scientia Horticulturae. 277: 109806.



Research Article

Evaluation of Physiological and Yield Traits of Some Bread Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) Grown in Different Environments

Ali Erkul^{1*} 

Feride Öncan Sümer² 

Aydın Ünay² 

¹ Aydın Adnan Menderes University, Vocational College of Sultanhisar, 09470, Aydın-Türkiye

² Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın-Türkiye

*Sorumlu yazar: aerkul@adu.edu.tr

Received Date: 21.10.2022

Accepted Date: 17.04.2023

Abstract

This study aimed to evaluate the performance of some bread wheat varieties in different environments, and to reveal the relationships between some physiological parameters and yield and yield components. Three bread wheat varieties, (Namely, Basribey 95, Alibey, and Kaşifbey 95), were used as plant materials. Field experiments were conducted during the 2009-2010 and 2010-2011 growing seasons in Aydın and Menemen locations. The experimental layout was a RCBD with three replications at each location and year. In the study, canopy temperature depression (CTD), chlorophyll content (CC), stomatal conductance (SC), grain yield (GY), plant height (PH), spike number per square meter (S/m²), thousand kernel weight (TKW), test weight (TW), grain number per spike (G/S), single spike yield (SSY), number of days to heading (DHE), were examined. CTD in ZGS 65 had a decisive role in gaining high grain yield. Also, CC in ZGS 65 and ZGS 71 might be defined as an important physiological traits. On the other hand, the contribution of the SC parameter determined in ZGS 55, ZGS 65 and ZGS 71 to the yield depends on the environment. Those parameters could be selection criteria for high-yield wheat breeding due to positive and significant correlations with grain yield.

Keywords: bread wheat (*Triticum aestivum* L.), canopy temperature depression, stomatal conductance, chlorophyll content

Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Fizyolojik ve Verim Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Öz

Bu çalışmada, farklı çevrelerde bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin performansını değerlendirmek ve bazı fizyolojik parametreler ile verim ve verim öğeleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmada üç ekmeklik buğday çeşidi (Basribey 95, Alibey ve Kaşifbey 95) bitki materyali olarak kullanılmıştır. Tarla denemesi 2009-2010 ve 2010-2011 yetiştirme sezonunda, Aydın ve Menemen lokasyonlarında yürütülmüştür. Deneme her bir lokasyon ve yılda tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede, kanopi sıcaklık toleransı (KST), klorofil içeriği (KLİ), stoma iletkenliği (STİ), tane verimi (TV), bitki boyu (BB), metrekarede başak sayısı (BS/m²), bin tane ağırlığı (BTA), hektolitre ağırlığı (HL), başakta tane sayısı (BTS), tek başak verimi (TBV) ve başaklanma gün sayısı (BGS) belirlenmiştir. ZGS 65 gelişme dönemindeki KST'nin yüksek tane verimi elde etmede belirleyici olduğu; ZGS 65 ve ZGS 71 gelişme dönemlerindeki KLİ'nin önemli bir fizyolojik karakter olarak tanımlanabileceği; ZGS 55, ZGS 65 ve ZGS 71 gelişme dönemlerindeki STİ parametresinin verime katkısının çevreye göre farklılık gösterebileceği; verimle olan olumlu ve önemli ilişki göstermesinden dolayı bu fizyolojik parametrelerden çeşit ıslah programlarında yararlanılabileceği görüşüne ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.), kanopi sıcaklık toleransı, stoma iletkenliği, klorofil içeriği

Introduction

Bread wheat is the most important cultivated plant in Turkey as in the whole world. Cultivation areas and production were 217 million hectares and 189 million tons in the world,

respectively (FAOSTAT, 2021). Turkey produces approximately 20 million tons of wheat in an area of 7.3 million hectares. The coastal area of the Aegean region, İzmir and Aydın provinces, have high productivity potential for wheat varieties with spring type (Ünsal and Geren, 2008). The different environmental conditions have affected the wheat yield (Hagos and Abay, 2013, Tsenov et al., 2014; Öztürk, 2022). The effects of environmental factors on the filling period with the greatest need for assimilation affects the photosynthesis process are very important (Kumari et al., 2007).

The CTD has been used as a physiological traits in many research, and is expressed as the difference between air temperature and canopy temperature. If it is lower than the air temperature, the CTD is positive (Balota et al., 2007). In addition, this parameter has been used safely in breeding studies due to its inherent high genetic correlation ($r = 0.86$) and its inheritability (Reynolds et al., 1998; Reynolds et al., 2001). Genotypes having cooler canopies (higher CTD) showed longer grain filling periods and consequently maintained less reduction of TKW under heat stress conditions (Ray and Ahmed, 2015). The CTD is influenced by biological and environmental factors such as soil water status, air temperature, relative humidity, continuous radiation, wind, evapotranspiration, cloudiness, plant transmission system, and plant metabolism. It has been reported that the CTD should be measured under cool and humid conditions where this parameter will not be useful and therefore the air is warm, windless, cloudless, and low in the proportional nematode (ie, high water vapor temperature) (Amani et al., 1996, Reynolds et al., 2001). The CTD can be measured quickly and easily with an infrared thermometer in wheat trial parcels. Bahar et al., (2005) have shown that CTD has positive relations with GY, SSY, and G/S, and that this parameter can be used as a selection criterion in breeding programs.

The second parameter is the SC. The CTD is a very suitable parameter in the selection of superior genotypes in physiological care in environments with low temperature tolerance and hot and proportional humidity. However, in environments with highly proportional noodles, the cooling effect of the leaves exposed to the leaves is neglected and the genotypic difference cannot be detected correctly. However, leaves open their stomata to permit CO₂ uptake, and differences in CO₂ uptake result from differences in SC (Reynolds et al., 2001). Stomatal conductivity refers to the ratio of CO₂ entering the leaf for photosynthesis to the amount of water vapor released from the leaf (Jones, 1987). The low SC has been reported to improve water use efficiency (WUE) in wheat (*Triticum spp.*) (Gay, 1994, Condon et al., 1990). Rebetzke et al., 2001, found large genetic differences in SC in the populations they studied. SC can be measured rapidly with a porometer (Rawson and Hulse, 1996). It has been reported that canopy can be used in combination with these two features because of temperature tolerance and SC related to each other and grain yield (Reynolds et al., 2001).

Another physiological parameter is the CC. It has been reported that the rate of photosynthesis and the amount of chlorophyll in leaves are positively correlated with yield (Reynolds et al., 1994). It has been reported that high CC and high SC are related to temperature tolerance and that these two traits can be inherited (Skovmand et al., 2001).

This study aimed to evaluate the performance of some bread wheat varieties in different environments, and to reveal the relationships between some physiological parameters and yield and yield components.

Material and Methods

Three bread wheat varieties (Namely, Basribey 95, Alibey and Kaşifbey 95) were used as materials in the research. The study was conducted at two locations (Menemen; 27° 4'E, 38° 36'N, asl 30 m and Aydın; 27° 51'E, 37° 51'N, asl 50 m) during the 2010 and 2011 years. The experimental layout was a RCBD with three replications at each location and year. The plot area was 8 square meters (1.6 x 5 m). The sowing density was 450 seeds m⁻². The experiment was carried out on November 11, 2009, and November 12, 2010, in the Aydın location and on 01.09.2010 and 12.05.2010 in the Menemen location. Nitrogen (160 kg ha⁻¹) and phosphorus (80 kg ha⁻¹) were applied to experimental plots. In both locations, irrigation was applied to all plots at two times.

The CTD, SC, and CC measurements were taken at three different periods of the Zadoks Growth Scale (ZGS) by (Zadoks et al., 1974); ZGS 55; (50% of spike visible, mid heading) ZGS 65; (50% of spikes are flowering, mid flowering) ZGS 71; (kernels watery ripe, clear liquid). The CTD was measured at 11:00 am and 15:00 pm using an infrared thermometer (Model 910). CTD measurements techniques were made by Reynolds et al. 1998. The CTD values were calculated as

follows given by Balota et al., (2007); The CTD = Ta-Tc. Where, Ta: Air temperature, Tc: Canopy temperature. The CTD is positive when the canopy is cooler than the air. Abbreviations: CTD1: ZGS 55, CTD2: ZGS 65, CTD3: ZGS 71. SC (mmol m⁻²s⁻¹) was measured by a self-calibrated diffusion porometer (Decagon SC-1 Leaf Porometer) between 11:00 am and 16:00 pm. Measurements were taken on five flag leaves per plot. Abbreviations: SC1: ZGS 55, SC2: ZGS 65, SC3: ZGS 71. CC measurements were made on 15 flag leaves with a chlorophyll meter (SPAD 502). Abbreviations: CC1: ZGS 55, CC2: ZGS 65, CC3: ZGS 71. GY was determined from 4.8 square meters plot area. In addition, PH, S/m², TKW, TW, G/S, SSY, and DHE were measured. Analysis of variance was applied for investigated traits according to factorial design with pooled data. Mean comparisons for all characters were made according to the Duncan test by SPSS statistical software. Phenotypic correlations between investigated traits were also examined (Steel and Torrie, 1980). The monthly average temperature and total precipitation values of the locations were given in Figure 1.

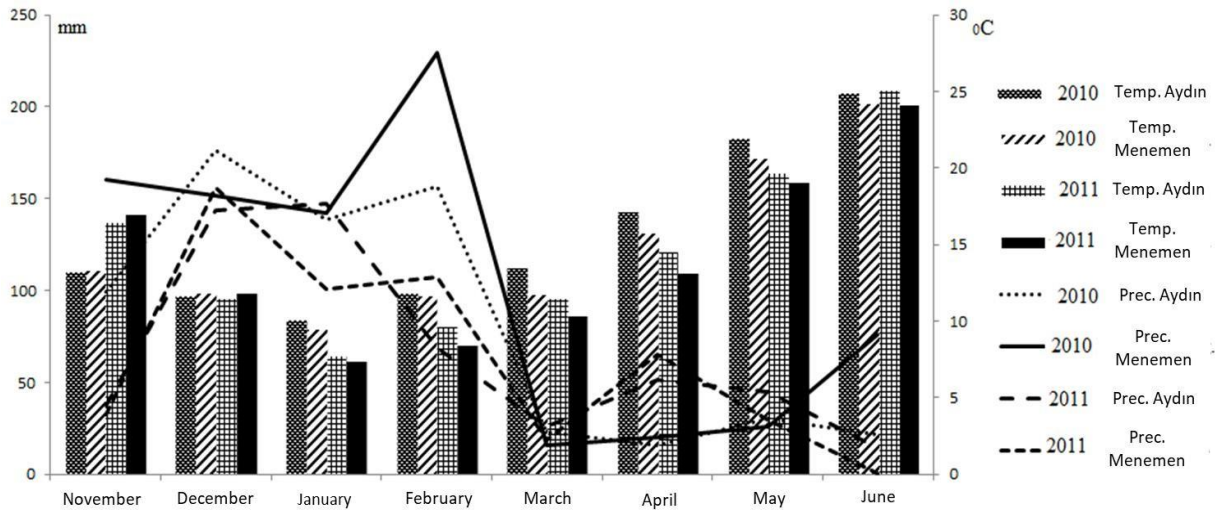


Fig 1. Monthly average temperature and total precipitation values for Aydın and Menemen locations

Results and Discussion

The results of variance analysis of the investigated traits are given in Table 1.

Table 1. Results of variance analysis of the investigated traits

SOV	DF	Mean of squares									
		CTD1	CTD2	CTD3	CC1	CC2	CC3	SC1	SC2	SC3	
Environment	3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Variety	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Env. x Var.	6	ns	*	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns

*,** significant at p< 0.05 and 0.01 respectively. ns:non-significant. Abbreviations: SOV: Source of variation, CTD: Canopy temperature depression, CC: Chlorophyll content, SC: Stomatal conductance, PH: Plant height, S/m²: Spike number per square meter, GY: Grain yield, TKW: Thousand kernel weight, TW: Test weight, G/S: Grain number per spike, SSY: Single spike yield, DHE: Number of days to heading

Table 1. Continued

SOV	DF	Mean of squares								
		PH	S/m ²	GY	TKW	TW	G/S	SSY	DHE	
Environment	3	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Variety	2	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	**
Env. x Var.	6	**	**	**	ns	**	*	**	ns	ns

*,** significant at p< 0.05 and 0.01 respectively. ns:non-significant. Abbreviations: SOV: Source of variation, CTD: Canopy temperature depression, CC: Chlorophyll content, SC: Stomatal conductance, PH: Plant height, S/m²: Spike number per square meter, GY: Grain yield, TKW: Thousand kernel weight, TW: Test weight, G/S: Grain number per spike, SSY: Single spike yield, DHE: Number of days to heading

Environment x variety was found significant for physiological parameters such as CTD2, CC2, and CC3 and yield and yield components such as PH, S/m², GY, TW, G/S and SSY. In

examining all traits, the differences between environments were significant. For SC3, GY, TW and DHE, the differences between varieties were significant (Table 1).

Mean values of investigated traits in environment x variety interaction are presented in Table 2. The highest (3.60 °C) and the lowest (-2.17 °C) CTD2 values were founded in the 2011 year of Menemen and 2011 year of Aydın location from a variety of Alibey respectively (Table 2). Canopy temperature values varied from -0.22 °C to 9.1 °C in several studies (Golestani and Assad, 1998; Reynolds et. al, 1998; Ayeneh et. al., 2002; Bahar et. al., 2005; Kumari et. al., 2007; Karimizadeh et. al., 2011; Ray and Ahmed, 2015; Al-Ghzawi et. al., 2018). The CTD2 measured in all varieties during the flowering period were found high in the second year of the Menemen location. This is because there is more rainfall in the second year of the Menemen location. As a result, in the second year of Menemen's location, SSY and the GY increased.

The highest (61.31%) and the lowest (51.62%) CC2 values were taken from Kaşifbey 95 variety in different locations and years. Similarly, the highest (58.97%) and the lowest (21.12%) CC3 values were taken from Kaşifbey 95 variety in different locations and years (Table 2). In other studies, chlorophyll values were varied from 38.5% to 75% (Reynolds *et al.*, 1998; Ayeneh et al., 2002; Babar et al., 2006; Karimizadeh et al., 2011; Al-Ghzawi et. al., 2018). In the first year of the Menemen location, the difference between CC2 and CC3 values in all varieties was found to be significant. There was chlorophyll loss compared to other locations and years. Thus, it can be stated as a description of the decrease in GY with TKW and SSY. Similarly, Reynolds *et al.*, (2001) reported that the decrease in the yield of wheat was related to the continuation of chlorophyll loss during the grain-filling period.

Table 2. Mean values of investigated traits in environment x variety interaction

Parameter	Variety	2010	2010	2011	2011
		Aydın	Menemen	Aydın	Menemen
CTD2	Basribey95	1.28b*	2.62a	-0.43b	3.40a
	Alibey	1.22b	2.75a	-2.17c	3.60a
	Kaşifbey95	1.62a	2.29ab	-0.22b	3.53a
CC2	Basribey95	56.51a	54.51a	59.65a	54.37a
	Alibey	57.40a	54.96a	58.92b	54.67a
	Kaşifbey95	55.83a	51.62b	61.31a	54.86a
CC3	Basribey95	46.85a	22.25b	57.60a	52.97a
	Alibey	41.23b	31.40a	57.18a	52.91a
	Kaşifbey95	44.56a	21.12b	58.97a	53.85a
PH	Basribey95	99.8a	83.3b	116.6a	95.5b
	Alibey	94.8a	85.4b	116.8a	93.1b
	Kaşifbey95	88.4b	93.5a	112.7a	104.9a
S/m²	Basribey95	515a	477a	729a	737a
	Alibey	480a	519a	717a	682a
	Kaşifbey95	560a	475a	653a	558b
GY	Basribey95	5380 a	4890 a	6690a	8180a
	Alibey	4630 b	4430 a	4350b	7200a
	Kaşifbey95	4590 b	3100 b	6690a	7480a
TKW	Basribey95	48.7a	32.9a	31.9a	40.2a
	Alibey	38.0b	33.3a	37.0a	38.7a
	Kaşifbey95	38.2b	25.9b	31.0a	39.2a
TW	Basribey95	80.2a	71.1a	76.4a	77.9a
	Alibey	72.8c	71.9a	72.8b	79.0a
	Kaşifbey95	76.6b	63.7b	70.5b	76.8a
G/S	Basribey95	47.5a	55.9a	42.1a	55.3b
	Alibey	45.1a	60.5a	35.6b	58.1b
	Kaşifbey95	44.9a	55.3a	47.1a	68.1a
SSY	Basribey95	2.19a	1.74a	1.81a	2.13b
	Alibey	1.60b	1.95a	1.65a	2.27b
	Kaşifbey95	1.53b	1.41b	1.90a	2.76a

*:Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level.

CTD: Canopy temperature depression, CC: Chlorophyll content, PH: Plant height, S/m²: Spike number per square meter, GY: Grain yield, TKW: Thousand kernel weight, TW: Test weight, G/S: Grain number per spike, SSY: Single spike yield.

The highest value for PH (116.8 cm) was observed in the Alibey variety in Aydın in the second year, and the lowest value (83.3 cm) was observed in Basribey 95 variety in the Menemen location in the first year (Table 2). Different PH values were reported by Yüce et al., (2001) between 91.3 cm to 111.2 cm and by Erkul et al., (2005) between 70.5 cm and 117.2 cm.

The highest value (717) in terms of the S/m^2 was found in the second year in the Menemen location from the Basribey 95, and the lowest value (475) in the Menemen location in the first year of Kaşifbey 95 (Table 2). Different values for this trait between 299.8 and 560 have been reported by several researchers (Demir et al., 1997; Dokuyucu et al., 1997; Çığ and Ülker, 2003).

In terms of GY, the highest GY (8180 kg ha⁻¹) was obtained from Basribey 95 in the Menemen location in the second year. The lowest GY (3100 kg ha⁻¹) was obtained from Kaşifbey 95 variety in the Menemen location in the first year (Table 2). Erkul *et al.*, (2005) reported that the GY varied between 2922 kg ha⁻¹ and 8615 kg ha⁻¹. Similar findings have been reported by several authors (Akıncı et al., 2001; Yüce et al., 2001; Genç et al., 2003).

When TKWs of the bread wheat varieties were examined, the highest TKW (48.7 g) was found in Basribey 95 variety in the first year in the Aydın location, and the lowest TKW (25.9 g) was determined in Kaşifbey 95 variety in the first year in the Menemen location (Table 2).

The highest value in terms of TW (80.2 kg/hl) was found in Basribey 95 variety in the first year in the Aydın location, and the lowest value (63.7 kg/hl) was determined in Kaşifbey 95 variety in the Menemen location in the first year (Table 2). The limits of variation in TW were determined by Şener et al., (1997) between 68.8 kg/hl and 83.1 kg/hl, by Dokuyucu *et al.*, (1999) between 80.3 kg/hl and 84.4 kg/hl, by Toklu et al., (1999) between 74.3 kg/hl and 81 kg/hl, by Karatopak and Dinçer (1999) between 72.6 kg/hl and 81.3 kg/hl.

The G/S values in the wheat varieties discussed in the study are given in Table 2. The highest G/S value (68.1) was determined in Kaşifbey 95 variety in the second year in the Menemen location, and the lowest G/S value (35.6) was determined in the Alibey variety in Aydın in the second year. The limits of variation in G/S were explained by Şener et al., (1997) between 41.4 and 56.4, by Dokuyucu et al., (1997) between 44.9 and 56.3, by Dokuyucu et al., (1999) between 34 and 54, by Çığ and Ülker (2003) between 23.3 and 50.4.

The highest SSY (2.76 g) was obtained from Kaşifbey 95 variety in the second year in the Menemen location, and the lowest SSY (1.41 g) was obtained from the Kaşifbey in the first year in the Menemen location (Table 2). Dokuyucu *et al.*, (1997), Dokuyucu et al., (1999) and Okur et al., (2003) have been reported similar findings in their studies.

Mean values of CTD1, CTD3, CC1, SC1, SC2, and SC3 in different environments are given in Table 3. CTD1 values measured during the period of ZGS 55 ranged from -0.76 °C to 3.18 °C in various locations and years. CTD3 values measured at the stage of ZGS 71 varied from 0.77 °C to 2.29 °C in different environments. CC values determined during the period of ZGS 55 ranged from 54.10% to 62.89% in mentioned environments (Table 3).

Table 3. Mean values of CTD1, CTD3, CC1, SC1, SC2, and SC3 in different environments

Parameter	2010 Aydın	2010 Menemen	2011 Aydın	2011 Menemen
CTD 1	1.27 B*	2.81 A	-0.76 C	3.18 A
CTD 3	2.04 A	1.43 A	0.77 B	2.29 A
CC 1	62.89 A	54.10 B	62.28 A	60.14 A
SC 1	97.56 B	100.00 B	178.60 A	147.13 A
SC 2	274.22B	297.70 B	307.69 B	401.55 A
SC 3	306.99B	311.44 B	170.94 C	494.08 A

*:Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level.
CTD: Canopy temperature depression, CC: Chlorophyll content, SC: Stomatal conductance.

SC values related to three of Zadok's growth periods ranged between 97.56 mmol m⁻²s⁻¹ and 494.08 mmol m⁻²s⁻¹ (Table 3). This agrees with the results explained by Fischer et. al., (1998). On the contrary, Bahar et. al., (2011) declared more highest SC values (between 505 mmol m⁻²s⁻¹ and 1003 m⁻²s⁻¹).

Correlations

Correlation coefficients of investigated traits are presented in Table 4. Although negative and significant correlation coefficients were found between CTD1, CTD2, SC3 and PH, positive and significant correlation coefficients were determined between CC1, CC2, CC3, SC1, and PH (Table 4). This means that canopy temperature depression increases in the parcels with high plant sizes. On the other hand, high CC in all three periods affected the PH positively.

Table 4. Correlation coefficients of investigated traits

	PH	S/m ²	GY	TKW	TW	G/S	SSY	DHE
CTD1	-0.781**	-0.688**	0.086	-0.086	-0.284	0.251	0.253	-0.597**
CTD2	-0.743**	-0.399*	0.278	0.181	0.219	0.665**	0.467**	-0.366*
CTD3	-0.178	-0.119	0.419**	0.397*	0.491**	-0.022	0.627**	0.242
CC1	0.559**	0.307	0.353*	0.412*	0.479**	-0.419**	0.185	0.941**
CC2	0.681**	0.442**	0.276	0.105	0.190	-0.521**	0.044	0.622**
CC3	0.729**	0.738**	0.644**	0.328	0.576**	-0.288	0.382*	0.834**
SC1	0.675**	0.705**	0.395*	-0.141	0.158	-0.233	0.186	0.383*
SC2	0.070	0.341*	0.383*	0.013	0.201	0.303	0.377*	0.037
SC3	-0.468**	0.043	0.367*	0.336*	0.395*	0.535**	0.414*	-0.170

*,** Significant at $p < 0.05$ and 0.01 respectively. Abbreviations: CTD: Canopy temperature depression, CC: Chlorophyll content, SC: Stomatal conductance, PH: Plant height, S/m²: Spike number per square meter, GY: Grain yield, TKW: Thousand kernel weight, TW: Test weight, G/S: Grain number per spike, SSY: Single spike yield, DHE: Number of days to heading.

Similar to the interpretation of PH can be made between the CTD and S/m². CTD was significantly adversely affected by high S/m². Similarly, CC was found to be significantly positive in the parcels where the S/m² was high. In the first two periods, SC was higher in parcels with higher spike numbers. When TKW and TW are evaluated together; there were positive and significant effects of late CTD and SC and early CC. Negative and significant correlation coefficients were found between the G/S and early CC. In the same period, considering the correlations with TKW and TW, it can be said that the CC increases the yield over the grain weight (Table 4).

Positive correlation coefficients were determined between the GY, and SSY and evaluated physiological parameters. The correlation coefficient with GY was positive and significant for CTD3, CC1, CC3, SC1, SC2, and SC3 (Table 4). It could be concluded that high values of the CTD, CC and SC were found to affect the yield positively. Similarly, Royo et al., (2002), Bahar et al., (2008) ve Guendouz et al., (2012) determined positive correlation coefficients between GY and the CTD and stated that the CTD could be an effective method for testing high temperature and drought-tolerant genotypes. On the other hand, the found positive and significant correlation coefficients between SPAD values measuring the CC and the GY were consistent with other researchers' results (Islam et al., 2014; Monostori et al., 2016). Fischer et al., (1998) revealed that they found positive and significant relationships between yield and the CTD, photosynthesis ratio and stomatal conductivity in their study. Besides, Bahar et al., (2009) found no significant correlations between SC and yield in early and late milk and late maturation periods, but found positive and significant correlation coefficients with the G/S. In our study, the positive and significant correlation coefficients between GY and SC in all three periods indicate that this traits can be used for the estimation of yield in physiological studies.

Conclusion

In this study, based on the physiological parameters evaluated, the CTD in ZGS 65 was a decisive role in gaining high GY. Also, CC in ZGS 65 and ZGS 71 can be defined as important physiological traits. On the other hand, the contribution of SC parameters determined in ZGS 55, ZGS 65 and ZGS 71 to the yield depends on the environment. Those parameters could be selection criteria in breeding programs for high yield due to positive and significant correlations with GY.

Acknowledgements

The authors are grateful to Wheat Department of Aegean Agriculture Research Institute, especially Chief Rıza ÜNSAL, Dr. Hatice GEREN and İsmail SEVİM. This research was supported through the Project No: SUMYO-10001 by Adnan Menderes University.

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.

References

- Akıncı, C., Yıldırım, M., Sönmez, N., 2001. Diyarbakır sulu koşullarına uygun ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının belirlenmesi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 69-74. 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Al-Ghzawi, A., Khalaf, Y., Al-Ajlouni, Z.I., Al-Quraan, N.A., Musallam, I., Hani, NB., 2018. The effect of supplemental irrigation on canopy temperature depression, chlorophyll content, and water use efficiency in three wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. Durum* desf.) varieties grown in dry regions of Jordan. *Agriculture*. 8(5): 67.
- Amani, I., Fischer, R.A., Reynolds, M.P., 1996. Evaluation of canopy temperature as a screening tool for heat tolerance in spring wheat. *J.Agron.Crop Sci*.176:119-129.
- Ayeneh, A., M., Van Ginkel, M.P., Reynolds, K.A., 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research*. 79: 173-184.
- Babar, M.A, Reynolds, M.P., Ginkel, M.V, Klatt, A.R, Raun, W.R, Stone, M.L, 2006. Spectral reflectance to estimate genetic variation for in-season biomass, leaf chlorophyll, and canopy temperature in wheat. *Crop Sci*. 46:1046-1057.
- Bahar, B., Barutçular, C., Yıldırım, M., Genç, İ., 2005. Buğdayda bitki topluluğu sıcaklığı düşüşünün verim ve verim unsurları ile ilişkisi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 2. 665-668. 5-9 Eylül, Antalya.
- Bahar, B., Yıldırım, M., Genç, İ., 2008. Effect of canopy temperature depression on grain yield and yield components in bread and durum wheat. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*. 36 (1): 34-37.
- Bahar, B., Barutçular, C., Yıldırım, M., 2009. Relationships between stomatal conductance and yield components in spring durum wheat under mediterranean conditions. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*. 37 (2):45-48.
- Bahar, B., Yıldırım, M., Yücel, C., 2011. Heat and drought resistance criteria in spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.): Morpho-physiological parameters for heat tolerance. *Scientific Research and Essays*. 6(10): 2212-2220.
- Balota, M., Payne, A.W.A., Evett, S.R., Lazar, M.D., 2007. Canopy temperature depression sampling to assess grain yield and genotypic differentiation in winter wheat. *Crop Sci*. 47:1518-1529.
- Condon, A.G., Farquar, G.D., Richards, R.A., 1990. Genotypic variation in carbon isotope discrimination and transpiration efficiency in wheat. *Aust. J. Plant Physiol*. 17:9-22.
- Çığ, F., Ülker, M., 2003. Yeni tescil edilen bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Van koşullarında verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 431-435. 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Demir, İ., Turgut, İ., Yüce, S., Konak, C., Sever, C., Tosun, M., 1997. Ege Bölgesinde farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğdayların verim ve bazı verim öğeleri üzerinde bir araştırma. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler: s. 11-15. 22-25 Eylül, Samsun.
- Dokuyucu, T., Akkaya, A., Nacar, A., İspir, B., 1997. Kahramanmaraş koşullarında bazı ekmeklik buğdayların verim, verim unsurları ve fenolojik özelliklerinin incelenmesi. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler: s.16-20. 22-25 Eylül, Samsun.
- Dokuyucu, T., Cesurer, L., Akkaya, A., 1999. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin Kahramanmaraş koşullarında verim ve verim unsurlarının incelenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 127-132. 15-20 Kasım 1999, Adana.
- Erkul, A., Konak, C., Turgut, İ., Öncan, F., 2005. Büyük Menderes Havzasına uyumlu ekmeklik buğday çeşitlerinin geliştirilmesi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt: 2. 669-674. 5-9 Eylül, Antalya.
- Faostat, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT Database. <http://faostat.fao.org/> (entered on 14th September 2022).
- Fischer, R.A, D., Rees, K.D., Sayre, Z.M., Lu, AG., Condon, A., Saavedra, L., 1998. Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate and cooler canopies. *Crop Sci*. 38:1467-1475.

- Gay, A.P., 1994. Breeding for leaf water conductance, its heritability and its effect on water use in *Lolium perenne*. Aspects of Applied Biology-Efficiency of Water Use in Crop Systems. 38:41-46.
- Genç, İ., Yağbasanlar, T., Özkan, H., Yıldırım, M., Yücel, C., Özer, S., Bahar B., Altıntaş, S., Topal, M., 2003. Çukurova koşullarına uygun buğday ıslah çalışmaları. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 41-46. 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Golestani, A.S., Assad, M.T., 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica 103:293-299.
- Guendouz, A., Guessoum, S., Maamri, K., Benidir, M., Hafsi, M., 2012. Canopy temperature efficiency as indicators for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in semi arid conditions. Journal of Agriculture and Sustainability. 1(1): 23-38.
- Hagos, H.G., Abay, F., 2013. AMMI and GGE biplot analysis of bread wheat genotypes in the northern part of ethiopia. Journal of Plant Breeding and Genetics. 1(1): 12-18.
- Islam, MR, Haque, K.M.S, Akter, N., Karim, M.A., 2014. Leaf chlorophyll dynamics in wheat based on spad meter reading and its relationship with grain yield. Scientia Agriculturae. 8(1): 13-18.
- Jones, H.G., Zeiger, E., Farguher, G.D., Cowan, I.R., 1987. Breeding for stomatal characters. In: Stomatal Function. pp. 431-443. Stanford University Press, Stanford.
- Karatopak, G., Dinçer, N., 1999. Çukurova Bölgesi için uygun ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 343-348. 15-20 Kasım, Adana.
- Karimizadeh, R., Mohammadi, M., Ghaffaripour, S., Karimpour, F., Shefazadeh, M.K., 2011. Evaluation of physiological screening techniques for drought-resistant breeding of durum wheat genotypes in Iran. African Journal of Biotechnology. 10(56) :12107-12117.
- Kumari, M., Singh, V.P., Tripathi, R., Joshi, A.K., 2007. Variation for staygreen trait and its association with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat. H.T.Buck *et al.* (Eds.), Wheat Production in Stressed Environments. pp. 357-363.
- Monostori, I., Arendas T., Hoffman, B., Galiba, G., Gierczik, K., Szira, F., Vagüjfalvi, A., 2016. Relationship between SPAD value and grain yield can be affected by variety, environment and soil nitrogen content in wheat. Euphytica. 1: 103-112.
- Okur, Ö., Yıldırım, A., Sakin, M.A., Gökmen, S., 2003. Tokat Artova-Kazova koşullarında bazı yazlık ekmeklik buğday hatlarının verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 446-450. 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Öztürk, İ., 2022. Environment by genotype interaction and stability of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under rainfed conditions in Trakia Region. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics. 8(2): 118-127.
- Rawson, H.M., Hulse, B., 1996. An inexpensive pocket-sized instrument for rapid ranking of wheat genotypes for leaf resistance. In: R.A. Richards *et al.* (Eds.), Proc. 8th Ass. Wheat Breed. Soc. Australia. pp. 127-129. CSIRO Plant Industry, Canberra.
- Ray, J., Ahmed, J.U., 2015. Canopy temperature affects on yield and grain growth of different wheat genotypes. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. 8(7) Ver. II (July. 2015), pp. 48-55.
- Rebetzke, G.J., Condon, A.G., Richards, R.A., Read, J.J., 2001. Phenotypic variation and sampling for leaf conductance in wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding populations. Euphytica. 121:335-341.
- Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I., Fischer, R.A., 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, dry irrigated conditions. Aust. J. Plant Physiol. 21:717-730.
- Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Largue-Saavedra, A., Quick, J.S., 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. Euphytica 100:85-94.
- Reynolds, M.P., Nagarajan, S., Razzaque, M.A., Ageeb, O.A.A., Reynolds, M.P., Monasterio, O., McNab, J.I., 2001. Breeding for Adaptation to Environmental Factors: Heat Tolerance in Application of Physiology in Wheat Breeding. pp. 124-135.
- Royo, C., Villegas, D., Garcia, Del Moral, L.F., Elhani, S., Aparicio, N., Rharrabti, Y., Araus, J.L., 2002. Comparative performance of carbon isotope discrimination and canopy temperature depression as predictors of genotypes differences in durum wheat yield in Spain. Aust J Agric Res. 53: 561-569.
- Skovmand, B., M.P., Reynolds, I.H., DeLacy., 2001. Mining wheat germplasm collections for yield enhancing traits. Euphytica 119:25-32.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics, Second Edition, New York: McGraw-Hill Book Co.

- Şener, O., Kılınç, M., Yağbasanlar, T., Gözübenli, H., Karadavut, U., 1997. Hatay koşullarında bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L. Em Thell) ve makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşit ve hatlarının saptanması. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler s. 1-5. 22-25 Eylül, Samsun.
- Toklu, F., Yağbasanlar, T., Özkan, H., 1999. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) hektolitre ağırlığı ile danenin fiziksel ve kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 339-342. 15-20 Kasım, Adana.
- Tsenov, N., Gubatov, T., Atanasova, D., Nankova, M., Ivanova, A., 2014. Genotype x environment effects on the productivity traits of common wheat (*Triticum aestivum* L.) II. Analysis of genotype reaction. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. Special Issue. 1: 1198-1208.
- Ünsal, R., Geren, H., 2008. Climatic factors affecting wheat yields in Aegean coastal region and adaptation of varieties. Anadolu, Journal of AARI 18(2): 1-10.
- Yüce, S., Konak, C., Demir, İ., Tosun, M., Turgut, İ., Akçalı, R.R., 2001. Ege Bölgesinde bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarında verim ve kimi özellikler üzerinde araştırmalar. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler Cilt: I. 29-35. 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. A Decimal Code for Growth Stages of Cereals. Weed Res. 14: 415-421.

Research Article

Molecular Identification of the Invasive Species, *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Lygaeidae) in Türkiye

Hanife Yandayan Genç^{1*} 

Ceren Saran² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Agricultural Faculty, Agricultural Biotechnology, 17100, Çanakkale, Türkiye.

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Agricultural Faculty, Agricultural Biotechnology, 17100, Çanakkale, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: hgenc@comu.edu.tr

Received Date: 17.03.2023

Accepted Date: 22.04.2023

Abstract

The false chinch bug, *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Lygaeidae), is an important pest with a wide host range. It was first discovered in Italy but now causing agricultural damage worldwide, including Türkiye. Specimens of *N. cymoides* were collected from surveys of the sunflower and corn fields in Malkara-Keşan province, in Edirne in July 2020. Because of the population increase of the pest and their damages to sunflowers and corn fields, the pest identification has become an important issue. We investigated molecular characterization and identification of the pest by using the mitochondrial cytochrome oxidase I (COI) barcode region. Adult and late immature stages of the specimens were examined under a stereozoom microscope and morphologically identified as well. The partial *COI* gene (659 bp) was amplified by using LCO1490/ HCO 2198 and PCR products were sequenced directly for molecular characterization. The sequence was registered GenBank database with accession number OL989232. Molecular analyzes were performed using MEGA X software. As a result, the nucleotide frequencies were A = 33.81%, T/U = 35.79%, C = 16.03%, and G = 14.37%. The distance-based species limitation method applied by using ASAP and ABGD, identified 5 species in the partition with the lowest ASAP score (1.5). The barcode gap distance of this partition with the best ASAP score was determined as 1.7%. Also, the threshold distance was determined as 1.62%. The highest nucleotide identity of the studied specimen (OL989232) was detected as 99.8% with the specimen of *N. cymoides* from France (KJ541649.1) in GenBank. The objective of this study was the first attempt to identify *N. cymoides* specimens collected in Edirne based on DNA barcode regions.

Keywords: *Nysius cymoides*, DNA barcode, COI, mtDNA, Molecular identification.

Türkiye’de İstalacı bir tür olan *Nysius cymoides* (Hemiptera: Lygaeidae)’in Moleküler Tanımlaması

Öz

Sahte çinç böceği, *Nysius cymoides* (Hemiptera: Lygaeidae), geniş bir konukçu çeşitliliğine sahip önemli bir zararlıdır. İlk olarak İtalya’da tespit edilen bu zararlı, şimdi Türkiye’de dahil olmak üzere tüm dünyada tarımsal zararlara yol açmaktadır. *N. cymoides* örnekleri, Temmuz 2020’de Edirne Keşan bölgesinde ayçiçeği tarlalarında yapılan sörvey araştırması sonucunda elde edilmiştir. Zararlının popülasyonundaki artış ve ayçiçeği ile mısır tarlalarındaki zararı, bu türün doğru teşhis edilmesi zorlu kılmıştır. Zararlının teşhisi ve moleküler karakterizasyonunun araştırılması için mitokondrial sitokrom oksidaz I (COI) barkod alanı kullanılmıştır. Ergin ve geç ergin öncesi dönem örnekleri stereozoom mikroskop altında incelenmiş ve morfolojik olarak tanımlanmıştır. COI genin bir parçası (659 bp) LCO1490/ HCO 2198 primerleri ile çoğaltılmıştır. Moleküler karakterizasyon için PCR ürünleri doğrudan dizilmiştir. Dizilim GenBank veri tabanına OL989232 erişim numarası ile kaydedilmiştir. Moleküler analizler MEGA X yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçta, nükleotid frekansları A = %33.81, T/U = %35.79, C = %16.03 ve G = %14.37 olarak belirlenmiştir. ASAP ve ABGD kullanılarak uygulanan mesafeye dayalı tür sınırlama yöntemi, en düşük ASAP puanına (1.5) sahip bölmede 5 tür belirlenmiştir. En iyi ASAP puanına sahip bu bölümün barkod boşluk mesafesi %1.7 olarak belirlenmiştir. Eşik mesafesi %1.62 olarak belirlenmiştir. Karşılaştırılan diziler arasında en yüksek nükleotid benzerliği, çalışmamız sonucu elde edilen dizi (OL989232) ile *N. cymoides* France (KJ541649.1) dizisi arasında %99.8 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Edirne’den toplanan *N. cymoides* örneklerinin ilk kez moleküler teşhisi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Nysius cymoides*, DNA barkod, COI, mtDNA, Moleküler tanımlama.

Introduction

Lygaeoidea is a superfamily belonging to Hemiptera order having mostly phytophagous pests. *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Lygaeidae) is known and widely distributed around the world (Hori, 2000; Sweet, 2000; Scaccini and Furlan, 2019). The common name is called as the false chinch bug and was described previously as *A. cymoides* (Bocchi et al., 2016; Haouas et al., 2019).

Nysius cymoides is thermophilic insect (Pericart, 1998; Aukema, 2013; Scaccini and Furlan, 2019). It is an epidemic and invasive species in Türkiye and commonly distributed in Europe, Central Asia and North Africa, the Middle East, and Arabian deserts (Pericart, 1998; Aukema, 2013; Scaccini and Furlan, 2019; Haouas et al., 2019). The false chinch bug is a polyphagous reported on quinoa, *Chenopodium quinoa*, and soy bean, *Glycine max* (Bocchi et al., 2016; Scaccini and Furlan, 2019) in Italy, on alfaalfa, *Medicago sativa* (Yasunage, 1990), cotton, *Gossypium hirsutum*, clover, *Trifolium* spp. (Wipfli et al., 1990), canola, *Brassica napus* (Sarafrazi et al., 2009), almond, *Prunus amygdalus* var. *dulcis* and apple, *Malus domestica* in Iran (Mollashahi et al., 2017). It is reported to prefer cruciferous plants as legumes and many other plant families (Haouas et al., 2019; Yazıcı, 2022). It is stated as univoltine or multivoltine at lower latitudes (Bocchi et al., 2016).

In Türkiye, it has been determined on canola in Hatay (Demirel, 2009), olive orchards in Edremit (Abacıgil et al., 2010), and cultivated fruit trees in Mardin and Siirt (Matocq and Özgen, 2010), pistachio (Bolu, 2012), vineyard (Özgen, 2012) and on tomato, cucumber, watermelon, eggplant, pepper, corn, purslane, alfalfa and weeds as well (Özgen et al., 2020).

The outbreaks occur in hot summer by increasing their population causing damages to seeds, vegetables and fruits. Several epidemic populations were reported for the false chinch bug on quinoa and canola (Bocchi et al., 2016). Like all sucking mouth insects, the damages of *N. cymoides* are caused by vascular tissues (phloem and xylem) and new growth parts of the plants by nymphs and adults (Özgen et al., 2020). The damaged plant turns to yellowish-brown in color and develops wilthing and necrosis. However, recent distributions and new host plants of this pest were determined, and the enhanced cultivated host plant list, the biology of the false chinch bug, the different biological stages, generation times, managements, biological control agents and molecular studies were not well studied.

Eventhough *Nysius* genus is well known, it is complex and hard to identify morphologically because of the similarities in appearance. In general, the adult stage is used to identify insect species based on their taxonomic characters. Molecular methods are important for the accurate and rapid identification of invasive pest species without depending on the biological stages (Kuyulu et al., 2019). Especially, the cytochrome oxidase subunit I (COI) has been used successfully in insect identification and keeping track of existing pest species and their distributions (Kuyulu and Genc, 2020; Yücel and Genc, 2022). The COI gene of mitochondrial DNA is called the barcode region to design PCR primers to identify insect species (Hebert et al., 2003). In this study, *N. cymoides* were collected from Keşan, Edirne, which had high infestation on canola plantations and then probably moved to maize and sunflower fields. The objective of the study was to identify and characterize *N. cymoides* specimens based on molecular methods which would be the initial step to develop management strategies.

Material and Methods

Collecting samples

Nysius cymoides specimens were collected from sunflower fields in Keşan, Edirne in July 2020. The intensive population was occurred in 2020 in Edirne and showed the adults and nymph stages on the plant, ground and irrigation pipes (Figure 1).



Figure 1. The nymph and adult population of *Nysius cymoides* on corn, soil and irrigation pipe (A, B, C).

The specimens were brought to Çanakkale Onsekiz Mart University, Insect Molecular Biology Laboratory. They were transferred to Eppendorf tubes with the help of a soft-tipped forceps and kept at -20°C until used. The adults were examined externally under the Olympus SZX9 stereo zoom microscope and photographed with an attached Olympus digital camera (Figure 2).

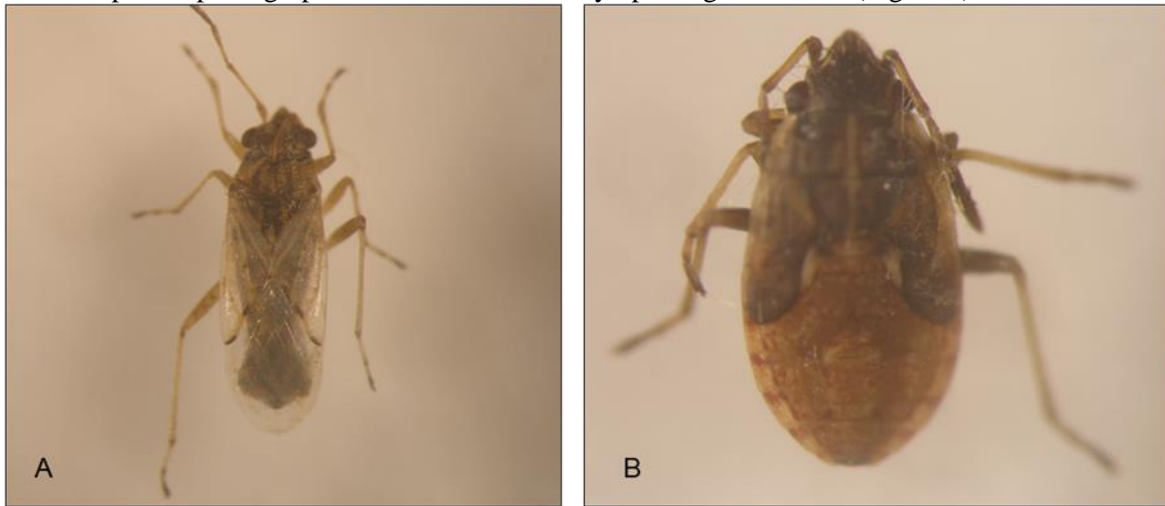


Figure 2. Images of *Nysius cymoides* adult (A) and nymph (B).

Morphological identification of the specimens was performed by Paul Skelley (in DPI, FDACS in Gainesville, Florida, USA).

DNA Extraction, PCR amplification

Total genomic DNA was isolated individually ($n=3$) from the whole body using the PureLink Genomic DNA Mini KitTM (Invitrogen) according to the manufacturer's instructions. The amount of DNA was quantified with a NanoDrop spectrophotometer. (Thermo ScientificTM, One/OneC Microvolume).

PCR amplification was performed using the universal primers (LCO1490F, 5'GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG 3' and HCO2198R, 5'TAAACTTCAGGCTGACCAAAAATCA 3') of the partial fragment of cytochrome oxidase I (*COI*) gene of mtDNA (Folmer et al., 1994). PCR was performed in a 25- μL final reaction volume, including 2.5 μL of 10XPCR buffer (Ampliqon), 1 μL of MgCl_2 (25 mM), 0.5 μL of dNTPs (10 mM each), 0.5 μL of each primer (10 pmol), 1 μL of template DNA (20 ng/ μL), and 1 U of Taq polymerase (Ampliqon). PCR was carried out with a Bio-Rad S1000TM Thermal cycler with programme setting as follows: 4 min

at 94 °C initial denaturation, then 36 cycles of 40 s at 94 °C, 1 min at 48 °C, 45 s at 72 °C and with a final extension for 10 min at 72 °C (Kuyulu et al., 2019). PCR products were confirmed on 1% agarose gel at 120 V for 30 min then sent to a company for sequencing one-way using forward primer.

The sequence was checked manually to avoid misreading. The resulting sequence was deposited in the NCBI database using BLASTn with standard settings and submitted in GenBank (Accession Numbers: OL989232). The sequence was edited using MEGA X (Kumar et al., 2018) and aligned using Clustal W 1.6 (Thompson et al., 1994). *Greenidea artocarpis* is used as an outgroup in this study. The haplotypes of the sequenced specimen were checked not to have internal stop codons to assure mtDNA nucleotides (Mutun and Atay, 2015).

Phylogenetic analyzes

Distance between samples was based on the parameter algorithm Kimura 2-Parameter (K2P) using MEGA X (Saitou and Nei, 1987). The phylogenetic tree was performed to investigate the relationships between the species and Neighbor-joining (NJ) was run using Kimura's two-parameter algorithm model. Support for individual clades was estimated by conducting bootstrap analyses with 1000 replications.

Analysis of haplotype and genetic diversity was performed using the DNA Sequence polymorphism (DnaSP) v6 software (Rozas et al., 2017). The haplotype network created to reveal evolutionary relationships was carried out in PopART 1.7 using the Median Joining (MJ) method (Bandelt et al., 1999). Pairwise Sequence Alignment analysis was performed using the Emboss matcher (<https://www.ebi.ac.uk>).

It was stated that ABGD (Automatic Barcode Gap Discovery) (Puillandre et al., 2012) showed the best compatibility with the morphologically studied species (Pentinsaari et al., 2017; Zhou et al., 2019). ASAP (Assemble Species by Automatic Partitioning) (Puillandre et al., 2021) score is created by calculating the probability of panmixia (p-value) and the corresponding barcode gap width (W) and the average of these two parameters. The lower the ASAP score achieved, the better the section is. At the same time, this method also calculates the distance threshold, revealing accelerated speciation rates. ASAP and ABGD, which were used to identify unknown species and explore species limitations, were used to identify species with the enumeration system based on the Kimura (K80) distance measurement model using default parameters.

Results and Discussion

The false chinch bug increases its population quickly and all biological stages of the pest damage the host plants so the identification should be needed as quickly as possible. The specimens were morphologically identified by Paul Skelley (DPI, FDACS) and then assured further on the sequences of partial *COI* gene of mtDNA in this study.

Mitochondrial *COI* is an effective tool to understand the genetic structure, insect identification and evolutionary rate among pest species (Kuyulu et al., 2019). A total of 3 specimens representing Edirne population of *N. cymoides* were successfully sequenced. A 659 bp of the mitochondrial *COI* gene fragments was successfully sequenced and used for molecular analyses. The insertion, deletion stop codon and/or nonsense mutations were not observed.

The obtained sequence was confirmed not to have any insertion, deletion and/or stop codon. The AT content was determined as 68.40% and the GC content was 31.60%. The mean nucleotide frequencies were observed as A = 32.9%, T/U = 35.5%, C = 16.4%, and G = 15.2%. A strong AT bias was found at 68.4%, a usual situation for in the mitochondrial gene of the insects (Mutun and Atay, 2015). The intraspecific and interspecific mean distances were calculated as 4% and 24.8%, respectively.

A sequence logo of *Nysius cymoides* was created after aligning the sequences of *Nysius* genus (Figure 3). The overall height of the resulting logo position depends on the degree of protection in the corresponding multi-row alignment column. Highly protected column alignments produce high logo positions. The letters of each stack were listed from the most frequent to the least frequent (Figure 3). The best BLAST search for the sequence obtained in Edirne, Türkiye (OL989232) succeed with the sequence KJ541649.1, which corresponded to *N. cymoides*, a French specimen, at an accuracy of 99.8% (Table 1).

The lowest nucleotide identity was detected as 91.4% with the sequence of *Nysius fuscovittatus* (KR033483.1) (Table 1). The alignment of the nucleotide sequence indicated 11 haplotypes, which were different than each other. The BLAST search for the obtained sequence (OL989232) called H1 haplotype was obtained with the sequences (KJ541649.1 and KJ541525.1) which corresponded *N. cymoides*, French specimens. The COI gene sequence was shown here as a monophyletic group in *N. cymoides* sequences (Figure 4).



Figure 3. Multiple aligned of the partial COI gene sequence logo of *Nysius cymoides*

Table 1. Matrix of pairwise identity percentages of *Nysius cymoides* and other sequences

(%)	OL989232	KJ541649.1	KJ541587.1	KJ541524.1	KJ541525.1	KR045234.1	KR030829.1	KR033483.1	KR040116.1	KR044831.1	KR034038.1	KR565634.1	KR578324.1	KR034420.1	KU373954.1	KR032099.1	KY829715.1	JX051422.1	
OL989232	32																		
KJ5416	99.49.1	8																	
KJ5415	99.87.1	99.7	8																
KJ5415	99.24.1	99.4	99.4	2															
KJ5415	99.25.1	99.7	99.7	99.5	99.5														
KR0452	94.34.1	94.6	94.7	94.6	94.3	95.0													
KR0308	94.29.1	94.6	94.8	94.7	94.3	95.0	100												
KR0334	91.83.1	91.4	91.8	91.9	90.9	91.0	92.1	92.2											
KR0401	98.16.1	99.9	99.1	99.2	98.4	98.6	94.1	94.2	91.5										
KR0448	99.31.1	99.1	99.2	99.4	98.6	98.8	94.2	94.2	91.1	99.8									
KR0340	98.38.1	99.9	99.1	99.2	98.4	98.8	94.0	94.1	91.3	99.7	99.8								
KR5656	99.34.1	99.2	99.4	99.5	98.8	98.9	93.1	94.1	91.2	99.8	100.8	99.8							
KR5783	99.24.1	99.1	99.3	99.5	98.7	98.8	94.9	94.9	91.7	100.4	100.5	99.8	100						
KR0344	95.20.1	95.2	95.4	95.3	94.8	95.4	98.8	98.8	92.7	94.5	94.7	94.7	94.7	94.5					
KU3739	95.54.1	95.3	95.1	95.6	94.2	95.9	98.9	98.9	92.7	94.4	94.5	94.5	94.5	94.3	99.5				
KR0320	95.99.1	95.3	95.1	94.6	95.2	98.9	98.9	92.7	94.4	94.5	94.5	94.5	94.3	99.8	99.7				
KY8297	97.15.1	97.2	97.4	96.8	97.2	95.5	95.6	91.9	97.1	97.2	97.2	97.1	96.8	96.1	95.9	95.9			
JX0514	75.22.1	75.1	75.4	74.7	75.7	75.1	75.4	74.6	75.5	75.5	75.8	75.1	73.3	76.7	76.7	76.7	74.9		

*Comparisons are shown using accession numbers. The names represented by the accession numbers are shown in detail in the phylogenetic tree.

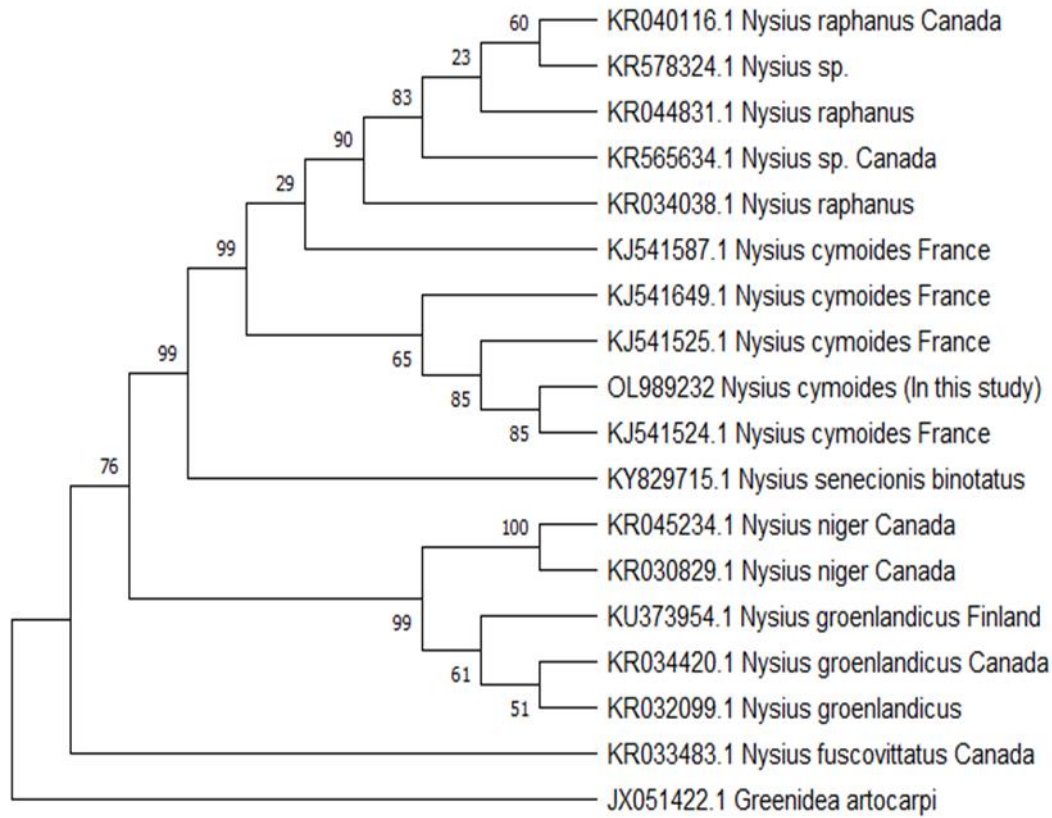


Figure 4. Phylogenetic tree based on partial sequence of COI gene of *Nysius cymoides* specimen. *Greenidea artocarpus* was used as outgroup.

Eight partitions have been defined by ASAP and ABGD. The 5 species were identified in the partition with the lowest ASAP score (1.5). The results supported that the phylogenetic tree was created previously with the 5 species and divided into groups, as the first group (n=10) included *N. cymoides*, *N. raphanus* and *Nysius sp.*, the second group (n=5) was *N. niger* and *N. groenlandicus* and the other group was *Nysius spp.* (*N. fuscovittatus*, *N. senecionis binotatus*) and the outgroup (*Greenidea artocarpus*). They were each represented as a separate group.

The barcode gap distance of this partition with the best ASAP score was determined as 1.7%. The threshold distance was determined as 1.62%. For each new group, the p-value calculated based on the pairwise differences between subgroups (intra) and (inter) was determined as 2.22e-01 (Figure 5).

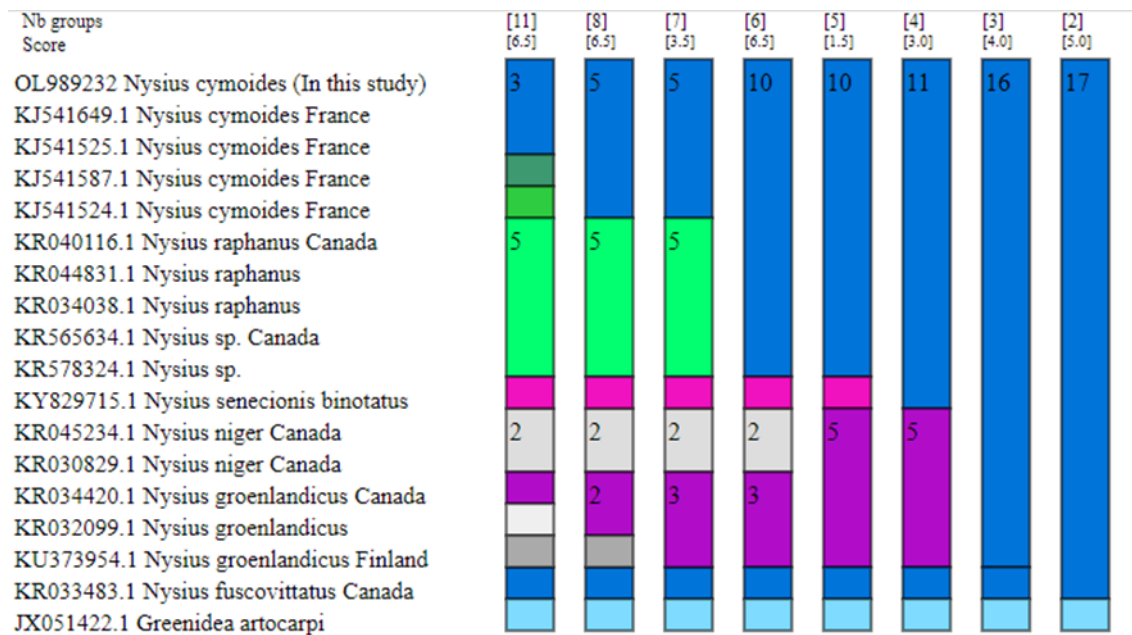


Figure 5. Boxed species chart using ASAP and ABGD.

To support the accuracy of the presented results, it is recommended that several subsequent partitions were considered, not just the partition with the best ASAP score (Puillandre et al., 2021). In the second-best ASAP score (3.00), 4 species were defined. *Nysius senecionis binotatus*, which formed a single group in the best part, was included in the first group. Other groups remained stable. In this partition, the threshold distance was determined as 2.97% (Figure 5).

As a result of the genetic diversity analysis of the *Nysius* species examined in the study, the average haplotype diversity (H_d) was determined as 0.866 and the nucleotide diversity (π) was also determined as 2.658%. Haplotype diversity varied between 0.00-1.00, while nucleotide diversity was found to vary between 0.00-0.403 (Table 2).

Table 2. Genetic diversity analysis of *Nysius* species.

Population	n	h	S	H_d	k	π (%)
<i>Nysius cymoides</i>	5	3	2	0.70	0.80	0.161
<i>Nysius niger</i>	2	1	0	0.00	0.00	0.00
<i>Nysius raphanus</i>	3	1	0	0.00	0.00	0.00
<i>Nysius</i> spp.	2	1	0	0.00	0.00	0.00
<i>Nysius groenlandicus</i>	3	3	3	1.00	2.00	0.403
<i>Nysius senecionis binonatus</i>	1	1	0	0.00	0.00	0.00
Total	16	10	30	0.866	13.238	2.658

*n: Number of sequences, h: Number of haplotypes, S: Number of segregating sites, H_d : Haplotype diversity, k: Average number of differences, π : Nucleotide diversity.

A Median-Joining tree was constructed to determine the phylogenetic network relationship between the haplotype of the studied *Nysius* species. The haplotype network was formed in 3 groups. The sample representing the Keşan region in Türkiye, is included in Group I. In this group, the H2 haplotype representing the *N. cymoides* France population is central. H2 is linked to two separate haplotypes, one of them is the H1 haplotype and shared *N. cymoides* specimens from France and Türkiye. The median joining tree was created to reveal the phylogenetic relationship also supported the accuracy of the species morphological identification (Figure 6).

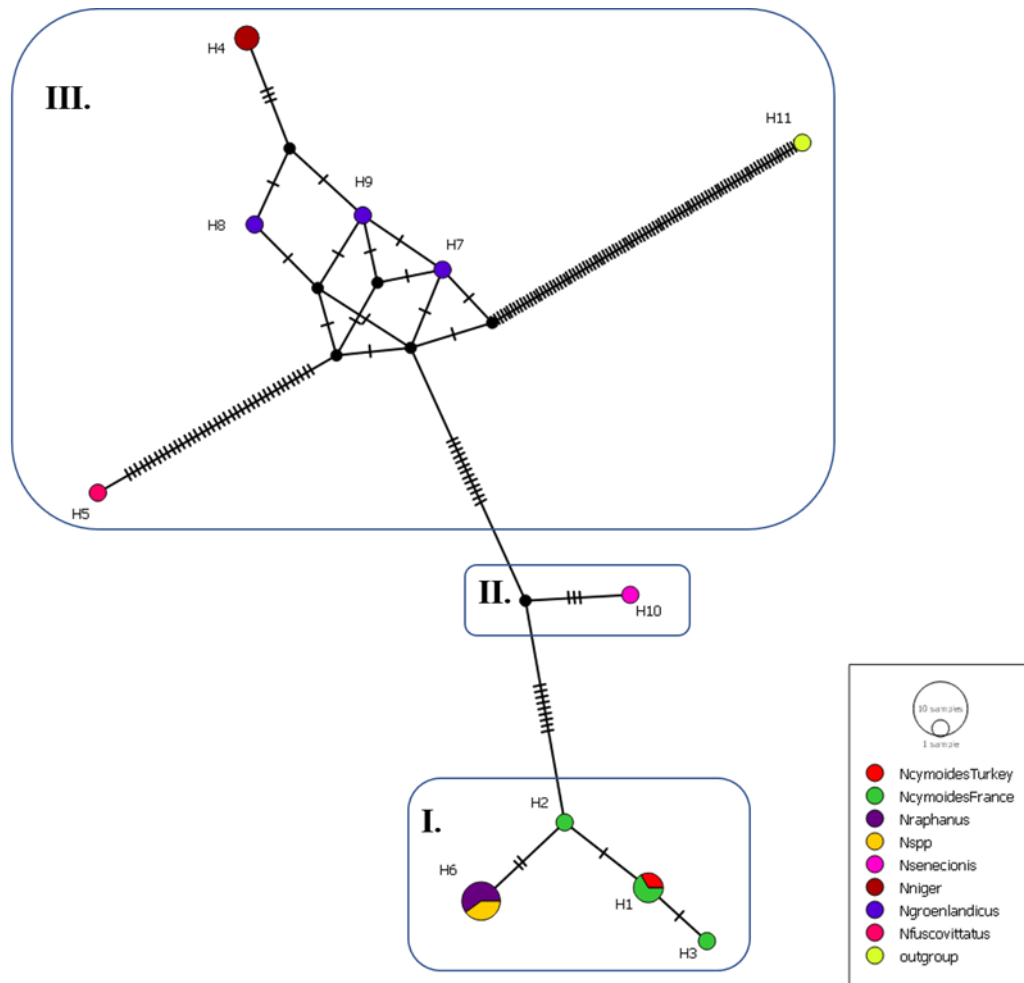


Figure 6. Median Joining Network analysis of COI haplotypes of *Nysius species*

Invasive pests were expected to exhibit genetic variation as a result of bottlenecks that tended to pass through at entry (Nei et al., 1975). This issue is important for the maternal inheritance and rapidly evolving *COI* gene of mtDNA. In this study, the DNA barcode was used to identify *N. cymoides* specimens based on both the morphological characters and the mitochondrial lineages within the species.

It was reported that *Nysius* spp are easily distributed all over the world except Antarctica continent (Ashlock, 1967). It is also listed as the main pest worldwide (Sweet, 2000), and the epidemics of *Nysius* species have also been reported in the regions where it is not considered to be a very important pest, including the Europe continent (Scaccini and Furlan, 2021).

The spread and infestation of *N. cymoides* are mainly due to their short life cycle, high mobility, and the high reproductive rate. It can adapt to the new environment resulting in as highly invasive pest and is very crucial to control *N. cymoides* during the summer season. So, the precise identification of the pest species is significant in surveillance and to applying management strategies. In order to do that molecular techniques are the best approaches providing supportive data besides morphological identification. The DNA barcode regions especially the *COI* gene has been used effectively for insect identification especially for invasive pests based on their high degree of polymorphism on *COI* gene and to understand the evolutionary rate (Hebert et al., 2003).

Especially, xerophiles and thermophiles species of *Nysius* require warmer climates to thrive (Scaccini and Furlan, 2021) and if the temperatures over 13.6 °C to 15.0 °C are considered to be thresholds for the development of egg and immature stages of *N. cymoides*. It has been reported that the development of the *Nysius* spp. is much faster when the temperature increases from 17.5 °C to 37.5 °C (Mohaghegh Neyshabouri, 2009). In addition to that they are more active on sunny days and the survival rate was higher in longer daylight period (Mollashahi et al., 2017). According to the survey study done

in 2018 in Eastern and Southeastern Anatolia, the population of *N. cymoides* was very high due to the dry and hot summer conditions (Özgen et al., 2020).

We carried out both morphological and molecular identification of *N. cymoides* specimens obtained during the surveys conducted in the sunflower fields in Edirne. The precise identification of the invasive pest with a high population is very important for the phytosanitary process and to control spreading of the pest. Further studies are needed regarding its biology, survival, host range, laboratory maintenance, and its behavior with the combination of climatic changes and agricultural factors.

Conclusion

The molecular approach is the best method based on the use of a partial *COI* gene can be effective in insect identification. This study is the first molecular report on the specimens of *N. cymoides* in Edirne, Türkiye. The phylogenetic relationship of the pest population is crucial to understand evolutionary rate, gene heterogeneity, population dynamics and gene flow. So, these results will be useful for the identification of invasive pest species and management programmes.

Acknowledgements

We thank to Dr. Pınar TURHAN for providing the specimens. We also thank to Paul Skelley for the identification of the specimen in Division of Plant Industry Florida Department of Agriculture and Consumer Services.

Authors' Contributions

The contribution of the authors is equal.

Conflicts of Interest Statement

The authors have declared no conflict of interest.

References

- Abacıgil, T.Ö., Varlı, V.S., Tezcan, S., 2010. Edremit (Balıkesir) Körfezi çevresindeki zeytin bahçelerinde kışlak tuzaklarla saptanan Heteroptera türleri. *Türk. Entomol. Derg.* 34 (1): 105-115.
- Ashlock, P.D., 1967. A generic classification of the Orsillinae of the world (Hemiptera-Heteroptera: Lygaeidae). *Univ Calif Publ Entomol.* 48:1-82.
- Aukema, B., 2013. *Nysius cymoides* (Spinola, 1837). Fauna Europaea version 2017.06 [WWW document].
- Badam, A. K., Mohagheg, M. A. J., Ostovan, H., 2006. Biofogy of the seed bug *Nysius cymoides* (Heteroptera: Lygaeidae) in Mazandaran canola fields. 17 th Iranian Plant Protection Congress, 2-5 Sept. Iran, 247 p.
- Bandelt, H.J., Forster, P., Röhl, A., 1999. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Molecular Biology and Evolution.* 16(1): 37-48.
- Becker, T., Knapp, M., 2004. A Powerful Strategy to Account for Multiple Testing in the Context of Haplotype Analysis. *AJHG.* 75(4): 561-570.
- Bocchi, S., Cinquanta, D., Negri, M., Dioli, P., Limonta, L., 2016. *Nysius cymoides* (Spinola) on Chenopodium quinoa Willd. cultivated in Italy. *Journal of Entomological and Acarological Research.* 48: 332-334.
- Bolu, H., 2012. Güneydoğu Anadolu Bölgesi antepfıstığı alanlarındaki böcek ve akar faunasının saptanması. *Türk. Entomol Derg.* 26 (3): 197-2008.
- Demirel, N., 2009. Determination of heteroptera species on canola plants in Hatay province of Turkey. *African Journal of Agricultural Research.* 4: 1226-1233.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology.* 3: 294-299.
- Haouas, D., Gnidez, HG., Hafsi, C., Nhaili, H., Matocq, A., 2019. *Nysius cymoides* (Heteroptera, Lygaeidae), an emerging insect pest in Tunisia. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin.* 49 (2): 355-358.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L., deWaard, J.R., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.* 270: 313-321.
- Hori, K., 2000. Possible causes of disease symptoms resulting from the feeding of phytophagous Heteroptera, pp. 11-35.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., Tamura, K., 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution.* 35: 1547-1549.
- Kuyulu A., S. Yücel., Genç, H., 2019. Molecular identification of invasive drosophilid, *Zaprionus tuberculatus* Malloch (Diptera:Drosophilidae) in Çanakkale, Turkey. *Turkish Journal of Zoology.* 43 (5): 531-535.
- Kuyulu, A., Genç, H., 2020. Genetic diversity of codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) populations in Turkey. *Turkish Journal of Zoology.* 44(5): 462-471.

- Matocq, A., Özgen, İ., 2010. A preliminary list of Heteroptera collected in Mardin and Siirt provinces from South-Eastern Anatolia of Turkey (Hemiptera). *Munis Entomology & Zoology*. 5: 1011-1019.
- Mohaghegh Neyshabouri, J., 2009. A temperature-dependent developmental rate model for *Nysius cymoides* (Het.: Lygaeidae). <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IR2011000266#>
- Mollashahi M, Sahragard A, Mohaghegh J, Hosseini R, Sabouri H., 2017. Two-sex life table of *Nysius cymoides* (Spinola) (Hem.: Lygaeidae) at different photoperiods under laboratory conditions. *Plant Pest Res.* 6(4):73–87.
- Mutun, S., Atay, G., 2015. Phylogeography of *Trigonaspis synaspis* (Hymenoptera: Cynipidae) from Anatolia based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Eur. J. Entomol.* 112(2): 259–269.F
- Nei, M., Maruyama, T., Chakraborty, R., 1975. The bottleneck effect and genetic variability in populations. *Evolution*. 29:1–10.
- Özgen, İ., 2012. The species of suborder Heteroptera (Hemiptera) on vineyards agroecosystems which found in Diyarbakır, Elazığ and Mardin provinces, Turkey. *Mun. Ent. Zool.* 7: 255-258.
- Özgen, İ., Kaymak Kara, B., Miroğlu, S., Koç, İ., Dioli, P., 2020. A New Potential Pest of East and Southeastern Anatolia in Turkey: *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Heteroptera, Lygaeidae). *Munis Entomology & Zoology*. 15 (1): 265-268.
- Pentinsaari, M., Vos, R., Mutanen, M., 2017. Algorithmic single-locus species delimitation: Effects of sampling effort, variation and nonmonophyly in four methods and 1870 species of beetles. *Molecular Ecology Resources*. 17: 393–404.
- Pericart, J., 1998. Hemipteres Lygaeidae Euro-Mediterraneens, Generalites systematique:1. Pre-miere partie.-Faune de France 84 A, Paris, France.
- Puillandre, N., Lambert, A., Brouillet, S. Achaz, G., 2012. ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation. *Mol. Ecol.* 21: 1864–1877.
- Puillandre, N., Brouillet, S., Achaz, G., 2021. ASAP: assemble species by automatic partitioning. *Molecular Ecology Resources*. 21(2): 609-620.
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J.C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S.E., Sánchez-Gracia, A., 2017. DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. *Molecular Biology and Evolution*. 34. (12): 3299-3302.
- Saitou, N., Nei, M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*. 4: 406-425.
- Sarafrazi A., Shiroudbakhshi R., Zahiri R., Zangeneh A., 2009. *Nysius* species fauna of Iran and their distribution on canola. In: 6th Asia-Pacific Congress of Entomology (APCE 2009), October 18–22, 2009, Beijing, China.
- Scaccini, D., Furlan, L., 2019. Outbreak of *Nysius cymoides* on second crop soybean *Glycine max* and proposal for Integrated Pest Management. *Bulletin of Insectology*.72 (1): 29-34.
- Scaccini, D., Furlan, L., 2021. *Nysius cymoides* (Hemiptera: Lygaeidae), a potential emerging pest: overview of the information available to implement integrated pest management. *International Journal of Pest Management*. 67(1): 73-88.
- Sweet, M.H., 2000. Seed and chinch bugs (Lygaeoidea). In: Schaefer CW, Panizzi AR (eds) *Heteroptera of economic importance*. CRC Press, Boca Raton, 143–264.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J., 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*. 22 (22): 4673-4680.
- Yasunaga T., 1990 A revision of the genus *Adelphocoris* Reuter (Heterptera, Miridae) from Japan. *Japan Journal of Entomology*. 58: 606–618.
- Wipfli M.S., Wedberg J.L., Hogg D.B., 1990. Damage potentials of three plant bug (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) species to birds foot trefoil grown for seed in Wisconsin. *Journal of Economic Entomology*. 83: 580–584.
- Yazıcı, G., 2022. Türkiye'de Kültür Bitkilerinde İstilacı Tür *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae)'in Yeni Konukçuları ve Yayılma Alanları. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*. 25 (2): 267-273.
- Yücel, S. ve H.Y. Genç., 2022. Genetic Diversity of Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) Population in Çanakkale. *COMU J. Agric. Fac.* 10(1): 211-221.
- Zhou, Z., Guo, H., Han, L., Chai, J., Che, X., Shi, F., 2019. Singleton molecular species delimitation based on COI-5P barcode sequences revealed high cryptic/undescribed diversity for Chinese katydids (Orthoptera: Tettigoniidae). *BMC Evolutionary Biology*. 19:79

Araştırma Makalesi/Research Article

Bazı DSİ Bölgelerindeki Sulama Oranları ve Sulanmayan Alanların Sulanmama Nedenleri

Muhammet İkbal Gümüş¹ 

Murat Tekiner^{1*} 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

* Sorumlu yazar: mtekiner@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.04.2023

Kabul Tarihi: 13.06.2023

Öz

2006-2010 yılları arasında 7 bölgede DSİ’ce işletilen ve devredilen sulamalardaki sulama oranları ile sulanmayan alanların sulanmama nedenleri tartışılmış ve DSİ işletmecilik performansı ile katılımcı sulama yönetimi mantığını benimseyen devir işletme performansları karşılaştırılmaya çalışılmıştır. İncelemesi yapılan beş yıllık dönemde DSİ’nin 5., 8., 9., 12., 17., 24. ve 25. bölgelerinde gerek DSİ tarafından gerekse devredilen kurumlar tarafından işletilen sulamalar materyal olarak seçilmiştir. Değerlendirmesi yapılan 7 bölgede toplam 12 farklı havzada, 13’ü DSİ ve 71’i devredilen sulama tesisi olmak üzere toplam 84 proje bilgileri dikkate alınmıştır. İncelenen bölgelerde üç sulama oranı da (sulama oranı, şebeke sulama oranı ve sulu tarım yapılan alan oranı) devredilen sulamalarda DSİ tarafından işletilen sulamalara göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Buna karşın çiftçi sulama oranında DSİ şebekeleri %1 gibi küçük bir oran da olsa devredilen şebekelere göre avantajlı olduğu belirlenmiştir. Toplam oranlar dikkate alındığında sulamaya açılan alanların ortalama %26.5’i kuru tarım nedeniyle, %11.2’si nadas nedeniyle sulanmamış ve geri kalan %27.2’si ise herhangi bir nedenle boş bırakılmıştır. Dolayısıyla gerek DSİ gerekse devredilen sulamalardaki net sulama alanları içerisinde sulanmayan alan ortalaması %64.9 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum, büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilen sulama projelerinin yeteri kadar kullanılmadığını dolayısıyla da projelerin bölge ve ülke ekonomisine yaptığı katkının beklenin altında kaldığını gösteren bir diğer sonuç olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sulama oranı, şebeke sulama oranı, sulu tarım yapılan alan oranı, sulanmama nedenleri

Irrigation Rates in Some State Hydraulic Works Regions and the Reasons for Non-Irrigated Areas

Abstract

The irrigation rates in the irrigations operated and transferred by DSİ in 7 regions between 2006-2010 and the reasons for not irrigating the irrigated areas were discussed. In the five-year period examined in these reports, irrigations operated by DSİ or transferred by the transferred institutions were selected as material of DSİ. In the 7 regions examined, the three irrigation rates were higher in the transferred irrigations compared to the irrigations operated by DSİ. On the other hand, in terms of farmer irrigation rate, DSİ networks were found to be advantageous compared to the transferred networks, albeit with a small rate of 1%. Considering the total rates an average of 26.5% of the net irrigation areas was not irrigated due to dry farming, 11.2% was not irrigated due to fallow, and the remaining 27.2% was left empty for any reason. Therefore, the average of the non-irrigated area among the net irrigation areas in both DSİ and the transferred irrigations was realized as 64.9%. This was another result that showed that irrigation projects, which were carried out with large investments, were not used sufficiently, and thus the contribution of the projects to the regional and national economy remained below expectations.

Keywords: Irrigation rate, network irrigation rate, irrigated agricultural area rate, reasons for not irrigating

Giriş

Su tüm canlıların yaşam kaynağı olduğu gibi sürdürülebilir kalkınmanın da en önemli girdisidir. Ancak hızlı nüfus artışı, küresel iklim değişkenliği, büyük salgınlar ve bilinçsiz tüketim nedenleriyle özellikle tatlı su kaynakları büyük tehdit altındadır. Birleşmiş Milletler tarafından

hazırlanan “2022 Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri” Raporunda; Son 300 yılda dünyamızın sulak alanlarının %85’inden fazlasının kaybolduğunu belirterek 2030 yılında 1.6 milyon insanın temiz içme suyundan, 2.8 milyon insanın sanitasyondan ve 1.9 milyon insanın da temel el hijyeninden yoksun kalacağını öngörmektedir (BMSGH, 2023).

Su yönetimi, suyu tüm paydaşlara, su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilirlik ilkelerini göz önüne alarak istenen zamanda, istenen miktar ve kalitede, istenen süreyle tahsisini bütüncül bir yaklaşımla kontrollü ve adil bir şekilde sağlayan yönetim biçimidir. Aküzüm ve ark., (2010) bu yönetim biçimindeki bütüncül yaklaşımın yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri de kapsadığını ve son yıllarda birçok ülkede uygulanmaya başlandığını ifade etmişlerdir.

Sulama yönetimi (tarımsal su yönetimi) ise bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun, doğal yollarla karşılanamayan kısmının ilgili tüm faktörlerin göz önüne alınarak bitki kök bölgesine gereken zaman ve miktarda kontrollü bir şekilde verilmesi ve kaynaktan bitki kök bölgesine kadar olan bu sürecin her aşamasında izleme-değerlendirme sistemini kullanarak sulama sistem performansının belirlenmesi, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli tüm faaliyetler olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla gerek su yönetimi gerekse tarımsal su yönetiminde, en büyük paydaş olan tarım sektöründe su kullanım etkinliğinin artırılmasının en önemli hedef olduğu çok net bir şekilde karşımıza çıkmaktadır.

DSİ, Türkiye’nin 2022 yılı gerçekleştirmelerine göre tamamlanan 992 baraj ve 709 gölette toplam 182.79 milyar m³ su depolandığını açıklamıştır. Ayrıca yıllık 112 milyar m³ olan su potansiyelimizin de 44 milyar m³’ünün (%77) sulama suyu, 13 milyar m³’ünün de (%23) içme-kullanma ve sanayi suyu olmak üzere toplamda 57 milyar m³ olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (Anonim, 2023).

Türkiye’nin yüz ölçümü yaklaşık 78 milyon hektardır. DSİ ve mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından yapılan etüt çalışmaları sonucunda ülkemizin ekonomik olarak sulanabilir tarım arazisi miktarını 8.5 milyon hektar olarak belirlemişlerdir. DSİ 2022 yılı faaliyet raporunda 2022 sonu itibarıyla ülkemizde sulamaya açılan alanın diğer kurumlarca sulamaya açılan alanlarla birlikte toplam 6.96 milyon hektara ulaştığını belirtmiştir (Anonim, 2023).

Ancak büyük yatırımlar yapılarak sulama imkanına kavuşturulan bu alanlarda beklenen sulu tarım etkinliğinin gerçekleşmediği bilinmektedir. DSİ, 2021 yılı sonuçlarına göre ülkemizde gerek DSİ’ce işletilen gerekse devredilen sulama şebekelerinde ortalama toplam sulama oranının %69 olarak gerçekleştiğini belirtmiştir (Anonim, 2022).

Bu çalışmada, 2006-2010 yılları arasında hem DSİ’ce işletilen hem de devredilen sulama tesislerinin yer aldığı 7 bölgede, sulama oranları ile sulanmayan alanların sulanmama nedenleri tartışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada, DSİ Genel Müdürlüğü tarafından her yıl yayınlanan “DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu” materyal olarak incelenmiştir. Bu raporlarda (Anonim, 2007; 2008; 2009; 2010; 2011) incelemesi yapılan beş yıllık dönemde (2006-2010), hem DSİ hem de devredilen sulama şebekelerinde sulama faaliyetlerinin gerçekleştiği tespit edilen yedi bölge (5, 8, 9, 12, 17, 24 ve 25) ikincil materyal olarak seçilmiştir. Seçilmeyen diğer bölgelerde sadece DSİ ya da sadece devredilen sulama proje alanlarında sulama gerçekleştiği için değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Bu bölgeler; Ankara (5. Bölge), Erzurum (8. Bölge), Elâzığ (9. Bölge), Kayseri (12. Bölge), Van (17. Bölge), Kars (24. Bölge) ve Balıkesir (25. Bölge)’de yer almaktadır. Ayrıca incelemesi yapılan 7 bölge, Kızılırmak, Batı Karadeniz, Sakarya, Yeşilirmak, Fırat, Aras, Dicle, Seyhan, Van Kapalı, Marmara, Susurluk, Kuzey Ege olmak üzere 12 farklı havza içerisinde yer almaktadır (Anonim, 2011). Bu bölgelerde 13’ü DSİ ve 71’i devredilen sulama tesisi olmak üzere toplam 84 projenin tarımsal etkinlik açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bölgelere göre sulama şebekeleri özellikleri de Çizelge 1’de verilmiştir.

Table 1. Characteristics of some irrigation networks in the regions (DSİ and Transfer)
Çizelge 1. Bölgelere ilişkin bazı sulama şebekelerinin özellikleri (DSİ ve Devir)

Bölgeler		5	8	9	12	17	24	25	Toplam
Su Temin Şekli (ha)	Yerçekimi	38790	60082	58247	70598	63862	65850	57408	414837
	Pompaj	5850	21202	10664	4040	2677	3700	6500	54633
Şebeke Uzunluğu (km)	Ana Kanal	498.7	522.8	554.7	965.0	549.3	479.9	690.3	4260.7
	Yedek Kanal	412.1	543.9	972.2	581.7	613.7	688.6	1195.7	5007.9
	Tersiyer Kanal	1098.1	1208.9	593.8	954.8	925.1	1292.8	734.5	6808.0
	Servis Yolu	927.8	1083.5	1212.5	2041.4	1178.1	3165.2	2070.8	11679.3

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi değerlendirilmesi yapılan 7 bölgede yerçekimi ile su temin edilen toplam sulama alanı 414837 ha iken pompaj ile su temin edilen toplam alan 54633 hektardır. En uzun sulama kanal şebekesi 2620.5 km ile 25. bölgede, en kısası ise 2008.9 km ile 5. bölgede inşa edilmiştir. En uzun servis yolu 3165.2 km ile 24. Bölgede en kısası ise 927.8 km ile 5. bölgede inşa edilmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada, 2006-2010 yıllarına ait 5 yıllık dönemde gerek bölgeler (5, 8, 9, 12, 17, 24 ve 25) gerekse işleten kurumlar (DSİ ve Devredilen), tarımsal etkinlik açısından 6 farklı gösterge ile değerlendirilmiş ayrıca sulanmayan alanların sulanmama nedenleri de incelenmeye çalışılmıştır.

Tarımsal etkinlik göstergeleri: Değerlendirmede kullanılan göstergeler ve özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Table 2. Agricultural efficiency indicators used and their characteristics
Çizelge 2. Kullanılan tarımsal etkinlik göstergeleri ve özellikleri

Gösterge	Tanım	Açıklama	Alıntı
(ÇSO) Çiftçi Sulama Oranı (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Sulanan Alan (ha): Şebeke sulama alanı içerisinde su kaynağı şebeke olmayan, sulanan I. ürün alanlarıdır. Net Sulama Alanı (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Anonim, 2018
(FSAO) Fiilen Sulanan Alan Oranı (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Sulanan Alan (ha): Şebeke sulama alanı içerisinde su kaynağı ne olursa olsun (şebeke, çiftçi kuyusu, akarsu vb.) sulanan I. ürün alanıdır. Net Sulama Alanı (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	FAO, 2020
(SO) Sulama Oranı (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Sulanan Alan (ha): Şebeke sulama alanı içerisinde su kaynağı sadece şebeke olan, sulanan I. ürün alanıdır. Net Sulama Alanı (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Anonim, 2018
(ŞSO) Şebeke Sulama Oranı (Toplam Sulama Oranı) (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Sulanan Alan (ha): Su kaynağı sadece şebeke olan gerek sulama alanı içindeki gerekse sulama alanı dışındaki (şebeke dışı alan) I., II. ve III. ürün alanlarıdır. Net Sulama Alanı (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Anonim, 2018
(BYAO) Bitkisel Üretim Yapılan Alan Oranı (%)	Şebeke alanı içerisinde tarım yapılan alan -----x100 Net Sulama Alanı	Şebeke Alanı İçerisinde Tarım Yapılan Alan (ha): Şebeke alanı içerisindeki şebeke tarafından sulanan I. ürün alanları ile çiftçi imkanları ile sulanan I. ürün alanları ve kuru tarım yapılan alanları kapsar. Net Sulama Alanı (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Bos ve ark., 2005
(SnAO) Sulanmayan Alan Oranı (%)	Sulanmayan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Sulanmayan Alan (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanı içerisinde su kaynağı ne olursa olsun herhangi bir nedenle sulanmayan alandır. Net Sulama Alanı (ha): Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Anonim, 2018

Sulama alanı içerisinde sulanmayan alanlar: Sulama alanı içinde hiçbir şekilde sulanmayan, diğer bir ifade ile sulanan I. ürün alanı ile çiftçi imkânları ile sulanan I. ürün alanının toplamının, net sulama alanından çıkarılması ile bulunan alandır. Sulanmayan alanlarda, bir yandan kuru tarım yapılan alan, nadas uygulanan alan ve çeşitli nedenlerden dolayı boş bırakılan alanlar bir yandan da sulanmayan alanların 10 farklı sınıfta sulanmama nedenleri dikkate alınmaktadır (Anonim, 2011). Bunlar;

1) Su kaynağı yetersizliği (1SKY): Su kaynağındaki yetersizlikler nedeniyle kuru tarım yapılan ve/veya boş bırakılan alanlar ifade edilmektedir.

2) Sulama tesislerinin yetersizliği (2STY): Sulama alanı içinde, depolama ve su alma, iletim ve dağıtım (isale, ana ve yedek kanallar, tersiyerler), boşaltım tesisleri, servis yolları, su ölçüm tesisleri gibi sulama tesisi ünitelerindeki noksan ve yetersizliklerden dolayı kuru tarım yapılan ve/veya boş bırakılan alanlar belirtilmektedir.

3) Tabansuyu yüksekliği (3TSY): Tabansuyu yüksekliğinin yarattığı problemler nedeniyle sulanmayan alanlar belirtilmektedir.

4) Tuzluluk / sodyumluluk (4TUSOD): Tuzluluk ve/veya sodyumluluk problemleri nedeniyle sulanmayan alanlar belirtilmektedir.

5) Bakım onarım yetersizliği (5BOY): Tesislerden beklenen hizmetin sürdürülebilmesi için her yıl veya periyodik olarak yapılması gereken bakım-onarım hizmetlerinin sulamayı engelleyecek şekilde yetersiz kalmasından dolayı sulanmayan alanları ifade etmektedir.

6) Arazinin topoğrafik yetersizliği (6TOPY): Sulama alanı içinde, arazinin eğimi, kot yüksekliği, tesviye durumu, bitkisel yüzey örtüsü (ağaçlar, yüksek çalılar), taşlılık gibi topoğrafik koşulların olumsuzluğu nedeniyle sulanmayan, kuru tarım yapılan ve/veya boş bırakılan alanlar belirtilmektedir.

7) Yağışların yeterli görülmesi / su talebinin olmaması (7YYOL): Yağışların yeterli olduğu düşüncesiyle çiftçilerin sulama suyu talep etmeden tarım yaptıkları alanlar bu bölümde belirtilmektedir. Bu durum sulu tarım kültürünün yetersizliği nedeniyle çoğunlukla hububat için geçerli olmaktadır.

8) Nadas (8NAD): Toprağın dinlendirilmesi amacıyla, o yıl için ekim / dikim yapılmayan arazilerin toplamı ifade edilmektedir.

9) Sosyal ve ekonomik nedenler (9SOSEKO): Tarımsal işletmelerde işletme arazilerinin çok parçalı ve küçük olması, arazilerin ihtilafı olması, girdi fiyatlarının yüksek ürün fiyatlarının düşük olması, uygun pazarların bulunmaması, sermaye yetersizliği, aile işgücünün eksikliği gibi sosyal ve ekonomik nedenlerden dolayı boş bırakılan, tarım yapılmayan alanları ifade etmektedir.

10) Diğer nedenler (10DGR): Sulama alanı içerisinde yukarıdaki nedenlerin dışında, çayır-mera alanı, su kirliliği, yerleşim alanına dönüşme gibi farklı nedenlerden dolayı sulanmayan alanlar ifade edilmektedir.

Adı geçen sulanmama nedenlerinin sulanmayan alan içerisindeki oranları da 2006-2010 yılları arasındaki 5 yıllık dönem için hem DSİ, hem de Devir işletmeleri için Excel ortamında hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

DSİ tarafından inşa edilen ve işletilen sulama şebekeleri (DSİ) ile DSİ tarafından inşa edildikten sonra çeşitli su kullanıcı teşkilatlara devredilen sulama şebekelerinin (Devir) 6 farklı gösterge ile 2006-2010 yılları arasındaki 5 yıllık dönem için DSİ Bölgeleri, tarımsal etkinlik açısından karşılaştırılmış ve sonrasında da bu bölgelerdeki sulu tarım alanlarında sulanmayan alanların sulanmama nedenleri irdelenmeye çalışılmıştır.

Devlet Su İşleri ve Devir İşletmelerinin Tarımsal Etkinlik Açısından Karşılaştırılması

DSİ ve Devir işletmelerinin DSİ Bölge ortalamalarına göre 5 yıllık, Çiftçi Sulama Oranı (ÇSO), Fiilen Sulanan Alan Oranı (FSAO), Sulama Oranı (SO), Şebeke Sulama Oranı (ŞSO), Bitkisel Üretim Yapılan Alan Oranı (BYAO) ve Sulanmayan Alan Oranı (SnAO) değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Table 3. Regional averages of agricultural efficiency indicators by years (2006-2010)
Çizelge 3. Yıllara göre tarımsal etkinlik göstergelerinin bölge ortalamaları (2006-2010)

Yıllar	İşleten Kurum	Çiftçi Sulama Oranı (%)	Fiilen Sulanan Alan Oranı (%)	Sulama Oranı (%)	Şebeke Sulama Oranı (%)	Bitkisel Üretim Yapılan Alan Oranı (%)	Sulanmayan Alan Oranı (%)
2006	DSİ	1.1	32.4	31.3	32.9	64.2	67.6
	DEVİR	2.3	44.4	42.1	43.5	70.1	55.6
2007	DSİ	1.1	26.4	25.3	25.7	51.1	73.6
	DEVİR	2.4	41.1	38.7	39.5	70.2	58.9
2008	DSİ	1.3	28.1	26.7	28.1	54.3	71.9
	DEVİR	3.3	42.9	39.5	40.6	68.8	57.2
2009	DSİ	1.4	26.0	24.6	25.9	53.4	74.0
	DEVİR	2.1	40.5	38.5	39.2	67.0	59.5
2010	DSİ	2.7	25.9	23.2	25.0	46.6	74.1
	DEVİR	2.4	43.6	41.1	42.3	70.1	56.4
Ortalama	DSİ	1.5	27.8	26.2	27.5	53.9	72.2
	DEVİR	2.5	42.5	40.0	41.0	69.2	57.5

ÇSO, sulama yatırımı yapılarak sulamaya açılan tarım alanı içerisinde sulama şebekesinin dışında (çiftçi kuyusu, drenaj kanalı, akarsu vb.) bir su kaynağını kullanarak sulanan I. ürün alanlarının net sulama alanına oranı ile hesaplanmaktadır. Bu gösterge, sulama alanı içerisinde çiftçilerin kendi imkânlarını kullanarak yaptıkları sulu tarım etkinliğini göstermektedir. Farklı bir ifadeyle ÇSO, şebekeye güvenmediği için ya da şebeke sulama suyu ücreti yüksek geldiği için çiftçilerin kendi imkânları ile sulu tarım yaptıkları alanı göstermektedir. Çizelge 3 incelendiğinde, 7 Bölgedeki ortalamalara göre ÇSO, DSİ işletmelerinde %1.1-2.7 arasında gerçekleşirken Devir işletmelerinde bu oran %2.1-3.3 arasında gerçekleşmiştir. Buna göre gerek DSİ gerekse Devir şebekelerinde, çiftçi imkânları ile sulanan alan oldukça azdır. Bir başka ifadeyle, şebeke yerine çiftçi imkânları ile diğer su kaynaklarından temin edilen su ile sulama yapılan alanlar %1.5-2.5 arasında değişmektedir. 2010 yılı verilerine göre ÇSO, Türkiye genelinde DSİ'ce geliştirilen sulama tesislerinde %6.3 olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (Anonim, 2011). Buna göre adı geçen 5 yıllık ortalama değerlerin 2010 yılı Türkiye ortalamasının altında olduğu söylenebilir.

FSAO, şebekenin sulamakla sorumlu olduğu alan (net sulama alanı) içerisinde tarım yapan çiftçilerin su kaynağı ne olursa olsun sulu tarım etkinlik düzeyini göstermektedir (Tekiner, 2020). Çizelge 3'te bu oranın 7 bölgedeki 5 yıllık ortalamalara göre DSİ'de %27.8, Devir de ise %42.5 olarak gerçekleştiği görülmektedir. DSİ 2010 yılı verilerine göre bu oranın Türkiye genelinde DSİ'ce geliştirilen sulama tesislerinde %63.1 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir (Anonim, 2011). Buna göre hem DSİ hem de Devir işletmeleri FSAO olarak Türkiye ortalamasının altında kalmıştır.

SO, şebekenin sulamakla sorumlu olduğu alan içerisinde su kaynağı olarak sadece şebekeyi kullanan ve sadece I. ürün olarak yapılan sulu tarım etkinlik düzeyini göstermektedir. Çizelge 3'te bu oranın 7 bölgedeki 5 yıllık ortalamalara göre DSİ'de %26.2, Devir de ise %40.0 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. 2010 yılında Türkiye genelinde DSİ'ce geliştirilen sulama tesislerinde ise bu oranın %56.8 olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (Anonim, 2011). Bu oranda da her iki işletme tipi ülke ortalamasının altında gerçekleşmiştir.

ŞSO ise şebekenin sulama suyunu kullanarak şebeke içi ve şebeke dışındaki alanların (I. ürün, II. ürün, III. ürün) sulanmasıyla yapılan sulu tarım etkinlik düzeyini göstermektedir. Bir başka ifadeyle sulama şebekesinin sulanan alan performansını gösteren bu gösterge 5 yıllık ortalamalara göre DSİ'de %27.5, devir sulamalarında ise %41.0 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde 2010 yılı verilerine göre ŞSO, Türkiye genelinde DSİ'ce geliştirilen sulama tesislerinde ise %64.0 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir (Anonim, 2011).

Bir başka tarımsal etkinlik göstergesi olan BYAO, şebeke alanı içerisindeki şebeke tarafından sulanan I. ürün alanları ile çiftçi imkânları ile sulanan I. ürün alanları ve kuru tarım yapılan alanların toplamının şebekenin net sulama alanına oranı olarak hesaplanmaktadır. Diğer bir anlatımla, sulamaya açılan alan içerisinde sulu ve kuru tarım yapılarak bitkisel üretim yapılan alan oranını göstermektedir. Bu oranın, adı geçen 7 bölgedeki 5 yıllık ortalama değerleri DSİ'de %53.9, Devirde ise %69.2 olarak

belirlenmiştir. Bu oranın 2010 yılında Türkiye genelinde DSI'ce geliştirilen sulama tesislerinde %81.7 olarak gerçekleştiği saptanmıştır (Anonim, 2011).

Son olarak, sulama alanı içerisinde herhangi bir nedenle sulanmayan alanların oranını gösteren SnAO, ÇSO dışında diğer tarımsal etkinlik göstergelerini farklı bir bakış açısıyla ortaya koyan bir orandır. Diğer göstergelerin oranı arttıkça sulama sistem performansı artmakta buna karşın SnAO arttıkça bu performans azalma göstermektedir.

Değerlendirilmesi yapılan 2006-2010 yılları arasındaki beş yıllık dönemde sulama alanı içerisinde sulanmayan alan oranlarının durumu Şekil 1'deki grafikte verilmiştir.

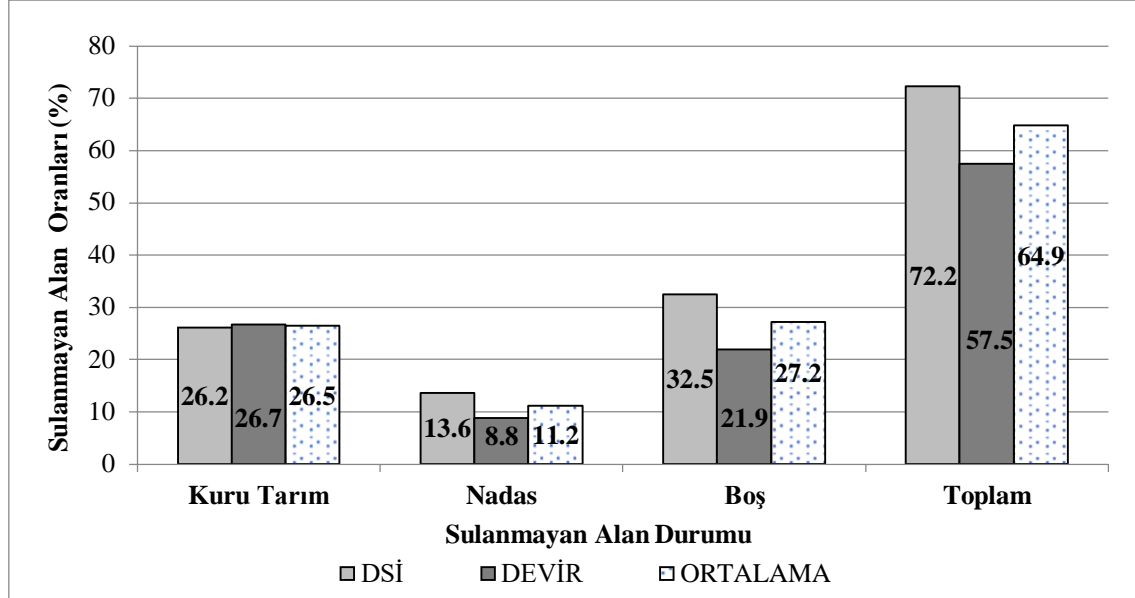


Figure 1. Five-year average non-irrigated area ratios of seven regions (DSI-Transfer)

Şekil 1. Yedi bölgenin beş yıllık ortalama sulanmayan alan oranları (DSİ-Devir)

Şekilden de görüldüğü gibi 5 yıllık dönemde 7 bölgede DSI'de sulanmayan alanların %26.2'si kuru tarım, %13.6'sı nadas olarak değerlendirilirken geri kalan %32.5 gibi büyük bir bölümü boş bırakılmıştır. Benzer biçimde Devir'de ise sulanmayan alanların %26.7'si kuru tarım, %8.8'i nadas olarak kullanılırken %21.9'u boş bırakılarak herhangi bir tarımsal üretim gerçekleştirilmemiştir.

Grafikteki hem DSI hem de Devir sulamalarının birlikte değerlendirildiği toplam oranlar dikkate alındığında, sulanmayan alanların %26.5'i kuru tarım nedeniyle, %11.2'si nadas nedeniyle sulanmamış ve geri kalan %27.2'si ise herhangi bir nedenle boş bırakılmıştır. Ayrıca gerek DSI gerekse Devir sulamalarındaki net sulama alanları içerisinde sulanmayan alan ortalaması ise %64.9 olarak gerçekleşmiştir. Bu durumun, devletin büyük masraflar yaparak gerçekleştirdiği sulama projelerinin yeteri kadar kullanılmadığını dolayısıyla da projelerin bölge ve ülke ekonomisine yaptığı katkının beklenin altında kalmasına neden olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz.

Tekiner ve Aktürk (2023) yaptıkları çalışmada, DSI 25. Bölge sınırları içerisindeki DSI tarafından inşa edilerek sulamaya açılan ve devredilen 108.709 ha alanda 6 yıllık süreçte (2015-2020) ortalama verilere göre sulanmayan alanın %61.4'ü kuru tarım alanı, %34.6'sı boş alan ve geri kalan %4.0'ı ise nadas alanı olarak kullanıldığını ve bu 6 yıllık süreçte çeşitli nedenlerle sulanmayan bu alanlarda sulu tarım yapılmamasından dolayı yaklaşık 707 milyon ABD \$ üretim değeri kaybı olduğu ifade edilmiştir.

Sulama Alanı İçerisinde Sulanmayan Alanların Sulanmama Nedenleri

Sulama alanı içinde sulanmayan alanda ya kuru tarım yapılmakta ya da farklı nedenlerle boş bırakılmaktadır. Bu farklı nedenler bu çalışmada 10 başlık altında toplanmıştır.

Bunlar, 1) su kaynağı yetersizliği, 2) sulama tesislerinin yetersizliği, 3) tabansuyu yüksekliği, 4) tuzluluk/sodyumluluk, 5) bakım onarım yetersizliği, 6) arazinin topoğrafik yetersizliği, 7) yağışların yeterli görülmesi / su talebinin olmaması, 8) nadas, 9) sosyal ve ekonomik nedenler ve 10) diğer nedenlerdir.

2006-2010 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemde 7 farklı bölgedeki DSİ ve Devir şebekelerinde sulanmayan alanların sulanmama nedenleri Şekil 2’de verilmiştir.

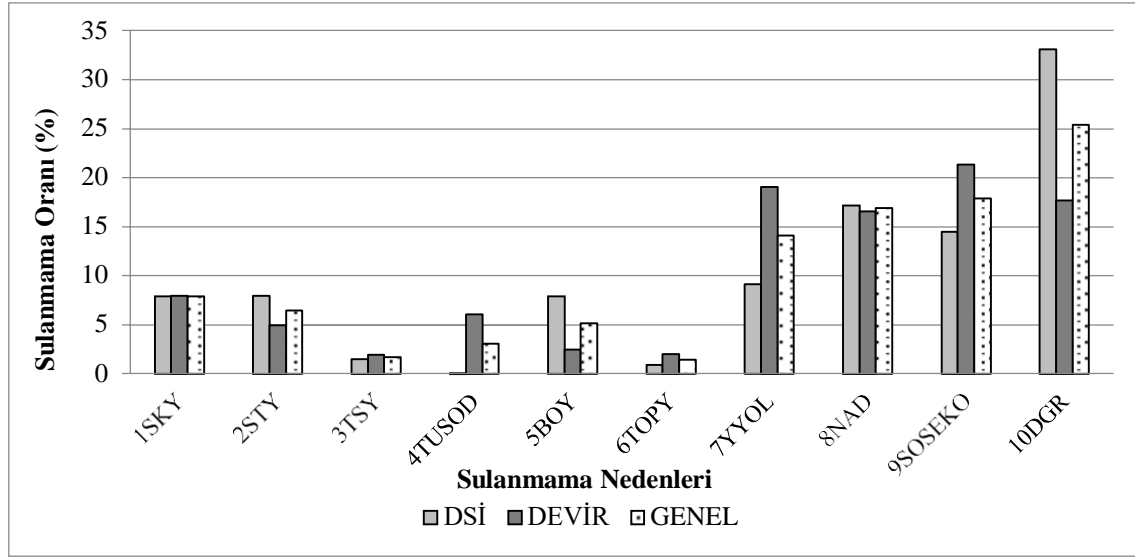


Figure 2. Reasons for non-irrigation of five-year average non-irrigated areas of seven regions
Şekil 2. Yedi bölgenin beş yıllık ortalama sulanmayan alanların sulanmama nedenleri

Bütün sulamaların dikkate alındığı (DSİ ve Devir) genel değerlendirmede, sulanmayan alanların sulanmama nedenleri sırasıyla %25.4 diğer nedenler (10DGR), %17.9 sosyal ve ekonomik nedenler (9SOSEKO), %16.9 nadas (8NAD), %14.1 yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması (7YYOL), %7.9 su kaynağı yetersizliği (1SKY), %6.4 sulama tesislerinin yetersizliği (2STY), %5.2 bakım onarım yetersizliği (5BOY), %3.0 tuzluluk/sodyumluluk (4TUSOD), %1.7 tabansuyu yüksekliği (3TSY) ve %1.4 arazinin topoğrafik yetersizliği (6TOPY) olarak sıralanmıştır.

Diğer nedenlerin çok büyük bir bölümünün çayır-mera alanları ile sanayi, yerleşim ve turizm alanlarına dönüştürülen sulama alanlarından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Anonim, 2011). Bayar (2018), tarım alanlarının değişimi üzerine yaptığı çalışmada 2006 yılında tarım alanı niteliğindeki arazilerin yaklaşık 96144 hektarının 2012 yılında tarım dışı alan olarak kullanıldığını ve değişen bu alanın %63.0 gibi büyük bir bölümünün yerleşim yeri, maden ve sanayi gibi yapay alanlara dönüştüğünü ifade etmiştir.

Şekil 2’deki grafikten görüldüğü gibi sulanmayan alanların en yüksek orandaki sulanmama nedeni %33.1 ile DSİ sulamalarında diğer nedenler olarak hesaplanmış buna karşın en düşük orandaki sulanmama nedeni ise yine DSİ sulamalarında %0.0 ile tuzluluk/sodyumluluk nedenleri olduğu tespit edilmiştir. Devredilen sulamalarda en düşük sulanmama nedeni oranı %1.9 ile tabansuyu yüksekliğinden, en yüksek orandaki sulanmama nedeni ise %21.3 ile sosyal ve ekonomik nedenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Barutçu ve ark. (2013) Adana’daki sulama altyapısının sorunları üzerine yaptıkları bir çalışmada, 2012 yılında sulanmayan alanın 30250 ha olduğu ve bu alandaki sulanmama nedeninin %23 ile en önemli sebebinin çiftçilerin yağışları yeterli görerek sulama talebinde bulunmaması olduğunu tespit etmişlerdir. Çimenci ve Değirmenci (2016) Türkiye genelindeki 21 DSİ bölgesinde sulanmama nedenleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, bu bölgelerden 12’sinde Barutçu ve ark. (2013)’da olduğu gibi çiftçilerin yağışları yeterli bulmasından, 4 bölgede sosyal ve ekonomik nedenlerden, 2 bölgede arazinin topoğrafik yetersizliğinden ve diğer birer bölgede ise nadastan, su kaynakları yetersizliğinden ve bakım onarım yetersizliğinden kaynaklı arazilerin sulanmadığı ifade edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Türkiye genelinde 2006-2010 yılları arasında DSİ tarafından geliştirilen sulama projelerinin, tarımsal etkinlik bakımından sulama sistem performansını ortaya koymak ve büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilen sulu tarım alanlarında tarımsal etkinliğin beklenenin altında

kalmasına en önemli sebeplerden birisi olan sulanmayan alanların sulanmama nedenlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, bahsedilen beş yıllık dönemde toplamda 25 bölge içerisinde hem DSİ tarafından hem de devredilen kuruluşlar tarafından işletilen alanların bulunduğu 7 bölge (5, 8, 9, 12, 17, 24 ve 25) tespit edilmiştir. Değerlendirmesi yapılan bu 7 bölgede toplam 12 farklı havzada, 13'ü DSİ ve 7'i devredilen sulama tesisi olmak üzere toplam 84 proje bilgileri dikkate alınmıştır. Bu 84 proje bilgileri kullanılarak 6 farklı tarımsal etkinlik göstergesi Excel ortamında hesaplanmış, beş yıllık dönemde bu bölgelerde sulanmayan alanların sulanmama nedenleri 10 farklı başlık altında incelenmiştir.

Değerlendirilmesi yapılan beş yıllık dönemde adı geçen 7 bölgenin ortalama tarımsal etkinlik göstergeleri DSİ ve Devir olarak sırasıyla ÇSO; %1.5-2.5, FSAO; %27.8-42.5, SO; %26.2-40.0, ŞSO; %27.5-41.0, BYAO; %53.9-69.2 ve SnAO ise %72.2-57.5 oranlarında gerçekleşmiştir.

ÇSO değerlerinin 2010 yılı Türkiye ortalamasından (%6.3) düşük olması bu bölgelerdeki çiftçilerin çok az bir kısmının şebekeyi kullanmadan sulu tarım yapması olumlu bir gelişme olarak değerlendirilirken diğer göstergelerde Türkiye ortalamalarına göre (FSAO; %63.1, SO; %56.8, ŞSO; %64.0, BYAO; %81.7 ve SnAO; %36.9) dezavantajlı durumda oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bu sonuçlara göre Devir şebekelerinin DSİ tarafından işletilen şebekelere göre ÇSO dışındaki göstergelerde daha avantajlı olduğu ve 1993 yılından itibaren ülke genelinde yoğun olarak katılımcı sulama yönetiminin benimsenmesiyle tesislerin çeşitli çiftçi organizasyonlarına devredilmesinin bir sonucu olduğunu ifade etmek yanlış olmayacaktır.

İncelemesi yapılan beş yıllık dönemde yedi bölgede, DSİ şebekelerinde sulanmayan alanların %26.2'si kuru tarım, %13.6'sı nadas olarak değerlendirilirken geri kalan %32.5 gibi büyük bir bölümü boş bırakılmıştır. Benzer biçimde Devir şebekelerinde sulanmayan alanların %26.7'si kuru tarım, %8.8'i nadas olarak kullanılırken %21.9'u boş bırakılarak herhangi bir üretim gerçekleştirilmemiştir. Hem DSİ hem de Devir şebekelerinin birlikte değerlendirildiği toplam oranlar dikkate alındığında sulamaya açılan alanların ortalama %26.5'i kuru tarım nedeniyle, %11.2'si nadas nedeniyle sulanmamış ve geri kalan %27.2'si ise herhangi bir nedenle boş bırakılmıştır. Bu durum, devletin büyük masraflar yaparak gerçekleştirdiği sulama projelerinin yeteri kadar kullanılmadığını dolayısıyla da projelerin bölge ve ülke ekonomisine yaptığı katkının beklenin altında kalmasına neden olduğu çok açıktır.

Bütün sulamaların dikkate alındığı genel değerlendirmede, sulanmayan alanların sulanmama nedenleri sırasıyla %25.4 diğer nedenler, %17.9 sosyal ve ekonomik nedenler, %16.9 nadas, %14.1 yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması, %7.9 su kaynağı yetersizliği, %6.4 sulama tesislerinin yetersizliği, %5.2 bakım onarım yetersizliği, %3.0 tuzluluk/sodyumluluk, %1.7 tabansuyu yüksekliği ve %1.4 arazinin topoğrafik yetersizliği olarak sıralanmıştır. Diğer nedenlerin çok büyük bir bölümü çayır-mera alanları ile sanayi, yerleşim ve turizm alanlarına dönüştürülen sulama alanlarından kaynaklandığı DSİ tarafından ifade edilmiştir.

Yukarıda verilen rakamlardan da anlaşılacağı üzere en önemli sulanmama nedenleri DSİ işletmelerinde diğer nedenler ve nadas iken Devir işletmelerinde sosyo-ekonomik nedenler ve yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmamasıdır.

Tüm bu verilerin ışığında gerekli olduğu düşünülen öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

1. DSİ'nin inşa ettiği sulama tesislerinin tamamının su kullanıcıların bir araya gelerek kurdukları çeşitli kurumlara ya da izleme değerlendirme sistemini aktif olarak kullanan profesyonel sulama danışmanlarından oluşan özel kuruluşlara devredilmesi,

2. En büyük şebekelerden başlamak üzere eskimiş ve ekonomik ömrünü bitirmiş klasik sulama şebekelerinin rehabilite edilerek kapalı borulu şebekelere dönüştürülmesi için gerekli yatırımların önünü açacak yasal düzenlemelerin hayata geçirilmesi,

3. Su kullanıcıların suladıkları birim alandan daha kaliteli ve daha fazla ürün almasını dolayısıyla mevcut su ile daha fazla alan sulanmasına olanak sağlayacak basınçlı sulama yöntemlerinin kullanılmasını teşvik edecek su kullanım hizmet bedellerinin belirlenme politikalarının titizlikle gerçekleştirilmesi,

4. Su kullanıcıların yeteri kadar su kullanmasını teşvik edecek ölçülü su tahsisi sistemlerinin (su iletim ve dağıtım otomasyonu) kurumlarca benimsenmesini sağlayan yasal düzenlemelerin yapılması,

5. Büyük yatırım masrafı yapılarak sulamaya açılan sınırlı tarım alanlarının nadasa ve boş bırakılmasının önüne geçecek yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmesi,

6. Tarım Bakanlığı başta olmak üzere ilgili kurumların, havza bazlı ulusal üretim planlamasını yaparak sulu tarım alanlarındaki kuru tarım faaliyetlerinin sınırlandırılmasının sağlanması ve

7. Özellikle sulu tarım alanlarının sanayi, yerleşim yeri ve turizm alanına dönüşmesini engelleyecek yasal düzenlemeleri ivedilikle hayata geçirmesi bahsi geçen problemlerin çözümüne yardımcı olacağı düşünülmektedir.

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

- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z. 2010. Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 3 (1): 67-74.
- Anonim, 2007. 2006 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2008. 2007 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2009. 2008 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2010. 2009 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2011. 2010 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2018. 2016 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2022. DSİ 2021 Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2023. DSİ 2022 Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Daire Bşk. Ankara.
- Barutçu, F., Bülbül, R., Uyan, A., Tepeli, E., Çınar, M., Sarıtaş, H. 2013. Adana Tarımsal Sulama Altyapısının Analizi Sulamanın Sorunları ve Çözüm Önerileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Adana Ziraat Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmet İçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayın No: 26, 2013, Adana
- Bayar, R. 2018. Arazi kullanımı açısından Türkiye’de tarım alanlarının değişimi. Coğrafi Bilimler Dergisi.16 (2): 187-200.
- Bos, M.G., Burton, M. A., Molden, D. J. 2005. Irrigation and Drainage Performance Assessment. Practical Guidelines. CABI.
- BMSGH, 2023. The Sustainable Development Goals Report 2022. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>, (08.04.2023).
- Çimenci, F., Değirmenci, H., 2016. DSİ Tarafından devredilen sulama projelerinde sulanmayan alanlar ve nedenleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 30(2): 11-22.
- FAO, 2020. AQUASTAT. Percentage Area Irrigation Actually Irrigated <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>, (24.07.2020).
- Tekiner, M. 2020. Pompajla su temin eden bazı sulama birliklerinin sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi.7(4): 1087-1097.
- Tekiner, M., Aktürk, D. 2023. Sulamaya açılan alanlarda sulu tarım dışındaki faaliyetler sonucu bitkisel üretim değerinde meydana gelen kayıpların değerlendirilmesi: DSİ 25. Bölge Müdürlüğü Örneği. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 11(1): 65-73.



Research Article

Agricultural Land Use Classification Using Vegetation Indices, PCA, and Google Earth Engine: Case Study of Söke/Aydın

Melis İnalpulat^{1,2*}  Neslişah Civelek^{2,3}  Metin Uşaklı^{2,4}  Levent Genç^{2,5} 

¹Agricultural Remote Sensing Laboratory (AGRESEL), Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University,

²Computer-Agriculture-Environment-Planning (ComAgEnPlan) Study Group, Çanakkale Onsekiz Mart University,

³Department of Geographical Information Technologies, School of Graduate Studies, Çanakkale Onsekiz Mart University,

⁴Department of Real Estate Development, School of Graduate Studies, Çanakkale Onsekiz Mart University,

⁵Land Use and Climate Change Laboratory (LULC-Lab), Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Architecture and Design, Çanakkale Onsekiz Mart University.

*Corresponding author: melissacan@comu.edu.tr

Received Date: 10.05.2023

Accepted Date: 07.06.2023

Abstract

Land use and land cover (LULC) classification is known to be one of the most widely used indicators of environmental change and environmental degradation all over the world. There are various algorithms and methods for LULC classification, whereby reliability of the classification maps presents the principal concern. The study focused on evaluation of accuracies of LULC maps produced from original bands of Sentinel-2 imageries together with Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), and Principal Component Analysis (PCA) using Google Earth Engine (GEE) platform to identify best enhancing method for agricultural land use classification. Moreover, short-term LULC changes aimed to be identified in the specified area. To achieve the aims, all available imageries acquired in the same month of different years with less than 10% cloud contamination were used to compose averaged images for May 2018 and May 2022 for generating LULC₂₀₁₈ and LULC₂₀₂₂ maps. The area has separated into seven main classes, namely, olive (O), perennial cultivation (P), non-perennial cultivation (NP), forest (F), natural vegetation (N), settled area-bare land (SB), and water surface (W) via random forest algorithm. Reliabilities of LULC maps were evaluated through accuracy assessment procedures considering stratified randomized control points. Transitions between each LULC classes were identified.

Keywords: Agricultural land use, classification accuracy, Google Earth Engine, PCA, Sentinel-2, vegetation indices

Vejetasyon İndeksleri, Ana Bileşenler Analizi ve Google Earth Engine Kullanılarak Tarımsal Alan Kullanım Sınıflandırması: Söke/Aydın Örneği

Öz

Arazi kullanım ve arazi örtüsü (AKAÖ) sınıflaması çevresel değişim ve bozulmanın dünya genelinde en çok kullanılan göstergelerinden biri olarak bilinmektedir. AKAÖ sınıflaması için çeşitli algoritmalar ve metotlar var olup, en önemli hususların başında sınıflama haritalarının güvenliği gelmektedir. Çalışma, Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılarak tarımsal sınıflama için en geliştirici metodu belirlemek için Sentinel-2 görüntülerinin original bantlarının yanında Normalize Edilmiş Farklılık Vejetasyon İndeksi (NDVI), Yeşil NDVI (GNDVI) ve Ana Bileşenler Analizi (ABA) ile üretilmiş AKAÖ haritalarının doğruluğunun değerlendirilmesi üzerine odaklanmıştır. Bunun yanında, seçilen alan içerisindeki kısa dönem AKAÖ değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Amaçlara ulaşabilmek için, farklı yılların aynı ayında alınmış olan bulutluluk oranı %10' dan az olan görüntüler kullanılarak AKAÖ₂₀₁₈ ve AKAÖ₂₀₂₂ haritaları elde edilmesi için Mayıs 2018 ve Mayıs 2022 için ortalama görüntüler oluşturulmuştur. Alan rassal orman (RO) algoritması ile zeytin (Z), ekili tarım (E), Dikili tarım (D), orman (O) doğal vejetasyon (DV), yerleşim alanı-çıplak alan (YÇ) ve su yüzeyi (S) olmak üzere yedi ana sınıfa ayrılmıştır. AKAÖ haritalarının güvenilirlikleri sınıf alanı büyüklüğüne göre rastgele dağıtılmış

kontrol noktaları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Sınıfların birbirlerine dönüşümleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ana Bileşenler Analizi, Google Earth Engine, Sentinel-2, sınıflama doğruluğu, tarımsal alan, vejetasyon indeksleri.

Introduction

Land use and land cover (LULC) change is a continuous phenomenon against natural events and anthropogenic activities, and has an essential role in monitoring of the alternations on the Earth surface. Human population declared to have exponential effects on land properties (Vivekananda et al., 2021). Starting from the industrial revaluation, population growth and urbanization trends have accelerated socioeconomic development in many areas. The situation also led to various environmental issues (Derdouri et al., 2021), such as ecosystem services, biodiversity, hydrological processes, and climate (Ahmet et al., 2009; Forkel et al., 2013; Usman et al., 2015; Hussain et al., 2022). The major part of LULC changes occur against urbanization, and usually led to loss of agricultural and natural vegetative covers (Dutta et al., 2020). Researchers from various disciplines have paid attention on human-environment interactions and LULC dynamics for better understanding of environmental processes and health (Kesgin-Atak and Ersoy-Tonyaloğlu, 2020). Monitoring of historical changes has great importance for a sustainable development, considering ecosystems and food security to maintain scarce resources.

Remote sensing technologies have long been used for LULC change detection by providing the data required for short-term and long term change analysis (El-kawy et al., 2019), with different spectral, spatial, radiometric, and temporal resolutions. On the other hand, the acceptability of LULC maps depends on their reliability (Rwanga and Ndambuki, 2017). Therefore, assessment of classification accuracy has become a primary step for remote sensing studies. Using appropriate techniques increase classification accuracy. However, selection of appropriate method, algorithm or bands for change detection presents a great challenge (Lu et al., 2004; Chughtai et al., 2021). As it is cited by Mallick and Rudra (2021), different algorithms including maximum likelihood (MLA), support vector machine (SVM) or random forest (RF), and indices like Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI) have recently used for enhancing classification (Rawat et al., 2013; Maity et al., 2020). On the other hand, original bands generally correlate with one to other, thus, use of less number of non-correlated variables reduces the biases in classification stage, whereas principal component analysis (PCA) is widely preferred for this purpose (Balazs et al., 2018).

Expansion of available remote sensing data and developments in satellite sensor systems have increased access and study with time series datasets, at higher costs of time and labor, and thus, remote sensing studies have shifted from traditional software to cloud-based platforms (Vizzari, 2022). Among these geospatial analytic platforms, Google Earth Engine (GEE) presents a user-friendly interface and contains various data and algorithm library (Schmitt et al., 2019; Belcore et al., 2020; Lodato et al., 2023). Moreover, using GEE provides the advantage of making instant changes at any stage without repetition of whole process (Parente et al., 2019), and enables users to overcome the difficulties in management, storage, processing and analysis of data in a time, cost and labor effective way (Gorelick et al., 2017; Vizzari, 2022). Therefore, GEE became one of the most widely used platforms for image processing.

In present study, it was aimed to compose LULC maps from the original band images, NDVI and Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI) added images, and PCA images for identification of more appropriate technique for agricultural land use classification, and to determine short-term (five-year) changes in agriculture-related LULC classes using the most reliable LULC map in Söke district of Aydın Province. Sentinel-2 imageries of May 2018 and May 2022 were used as the main data source. The RF algorithm was adopted for LULC classification, and accuracies of maps were determined considering the same reference points for a systematic assessment using GEE.

Materials and Methods

Study Area

The study was conducted in Söke district of Aydın province, Turkey. The center coordinates of the area is 37°45'7" N and 27°24'20" E. The area presents typical characteristics of Mediterranean

climate. The area was selected due to its importance in agricultural sector whereas many agricultural products can be grown due to suitable climate and soil conditions. Particularly, cotton, field crops, olive, citrus, and fig are known to be the main agricultural products in the area.

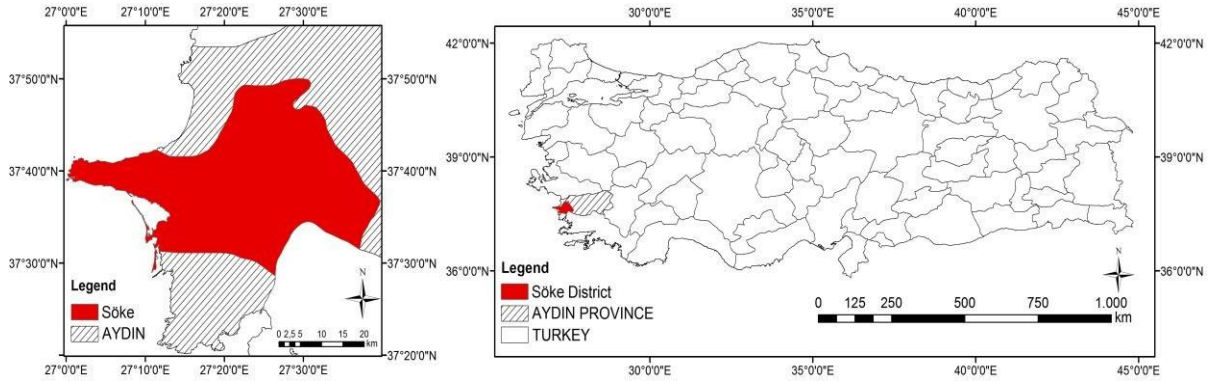


Figure 1. Location of Söke district within Aydın province and Turkey

Data Collection and Processing

Short-term LULC changes occurred in five-year period between 2018 and 2020 were identified through Sentinel-2 imageries. The years were selected depending on the alternations in areas and production amounts of perennial plants in the area (TÜİK, 2023). Sentinel-2 imageries acquired in May of 2018 and 2022 with cloud cover under 10% were used to obtain averaged images for the specified months. Bands of (2,3,4,5,6,7,8,8A,11, and 12) of each date were used to create original ten (10B) images. In present study, NDVI (Rouse et al., 1973) and GNDVI (Gitelson et al., 1996) images were generated (Eq. 1 and Eq. 2). In addition to original bands, NDVI and GNDVI were added prior to the classification whereas NIR, green and red bands were excluded, and new images were obtained including nine bands (9B) (Eq. 3). Moreover, 10B imagery was reduced into fewer bands using PCA (Eq. 4-9) (Estornell et al. (2013).

$$NDVI = \frac{B_{NIR} - B_{RED}}{B_{NIR} + B_{RED}} \quad (1)$$

$$GNDVI = \frac{B_{NIR} - B_{GREEN}}{B_{NIR} + B_{GREEN}} \quad (2)$$

$$9B = (10B - (B_{NIR}, B_{GREEN}, B_{RED}) + NDVI + GNDVI) \quad (3)$$

where, B_{NIR} , B_{RED} and B_{GREEN} represents NIR, red and green bands of Sentinel-2 imageries.

$$X_b = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{10} \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$C_{b,b} = \begin{pmatrix} \sigma_{1,1} & \dots & \sigma_{1,10} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{10,1} & \dots & \sigma_{10,10} \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$\sigma_{i,j} = \frac{1}{N-1} \sum_{p=1}^N (DN_{p,i} - \mu_i)(DN_{p,j} - \mu_j) \quad (6)$$

$$\det(C - \lambda I) = 0 \quad (7)$$

$$Y_{10} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{1,1} & \dots & w_{1,10} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{10,1} & \dots & w_{10,10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{10} \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$(C - \lambda_{10}I)w_{10} = 0 \quad (9)$$

Where X is vector of original data, X_b is simplified Sentinel-2 matrix, b is number of bands, C is covariance matrix, σ_{ij} is covariance of each bands' pair, $DN_{p,i}$ digital number of specified pixel (p) of a band (i), μ_i and μ_j are means DN's of B_i and B_j , λ is Eigenvalues, I is diagonal identity matrix, Y is PC vector, W is transformation matrix.

Image Classification, Accuracy Assessment, and Change Analysis

Original 10b, NDVI and PCA imageries were classified using RF algorithm via GEE platform to obtain LULC_{2018-10B}, LULC_{2018-9B}, LULC_{2022-9B}, LULC_{2018-PCA}, and LULC_{2022-PCA} maps. Main LULC classes were determined as, olive cultivation (O), perennial cultivation (P), non-perennial cultivation (NP), forest (F), natural vegetation (N), settled-bare area (SB), and water surface (W). Training samples are randomly collected and number of samples for each LULC class was altered depending on the magnitudes and complexity of classes (Table 1).

Table 1. Number of training samples for each year

Year/Class	W	NP	SB	P	O	N	F	Total
2018	209	632	1047	112	134	330	503	2967
2022	221	659	1054	112	164	432	518	3160

Subsequently, accuracies of LULC maps were determined according to Congalton and Green (2009). The assessment procedure refers to comparison of classified image and reference or ground-truth data for determination of LULC map pixels are well-classified or misclassified. Overall accuracy (OA) (%), overall kappa values (K), and user's accuracies (UA) (%) were calculated and compared to identify best performing imagery for agricultural land use classification.

Subsequent to the accuracy assessment procedures a post-classification change detection method is applied to most accurate LULC maps of 2018 and 2022. A post-classification change detection technique was used to evaluate 'from-to' changes occurred in short-term between 2018 and 2022 for calculation of gains and losses from different types of agricultural land uses.

Results and Discussion

Prior to the classifications, components from PCA were selected to the retain majority of the total variance depending on band weighting values for each component (%). The first three components of PCA₂₀₁₈ have represented 74.90 %, 19.44 %, 4.38 %, while the first three components of PCA₂₀₂₂ represent 64.18 %, 29.52, and 4.88 % of total variance with the same order. This situation has demonstrated that 98.77 % and 98.58 % of total variances for 2018 and 2022 can be presented using these components. Accordingly, three components were used in the PCA imagery of each year. Composed LULC maps are given in Figure 2a, b, Figure 3a, b, and Figure 4a, b.

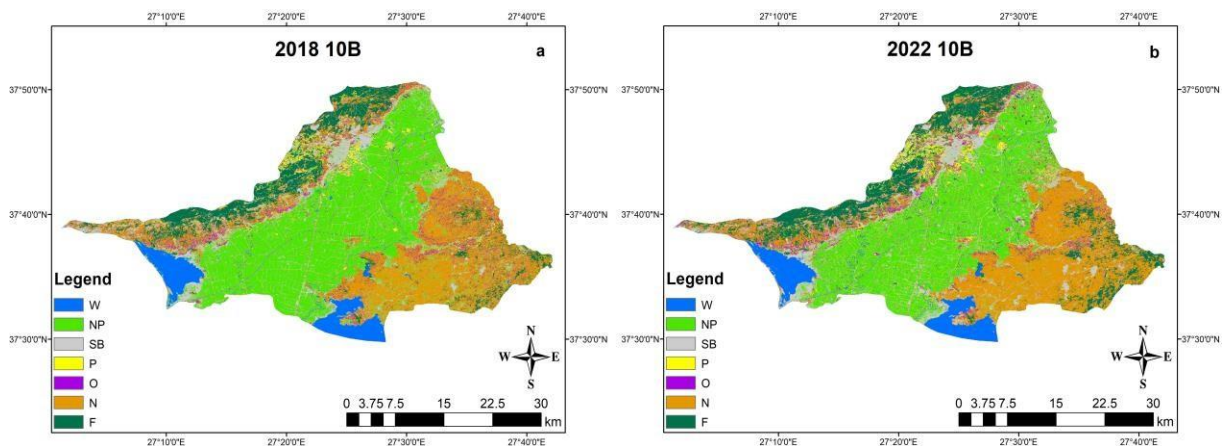


Figure 2. LULC maps derived from original 10B images a. LULC_{2018-10B}, b. LULC_{2022-10B}

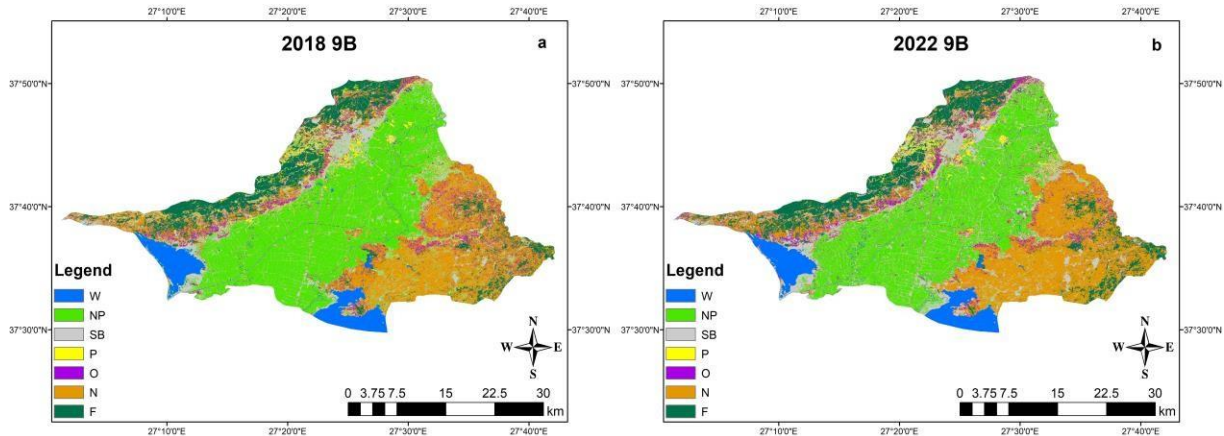


Figure 3. LULC maps derived from 9B images a. LULC_{2018-9B}, b. LULC_{2022-9B}

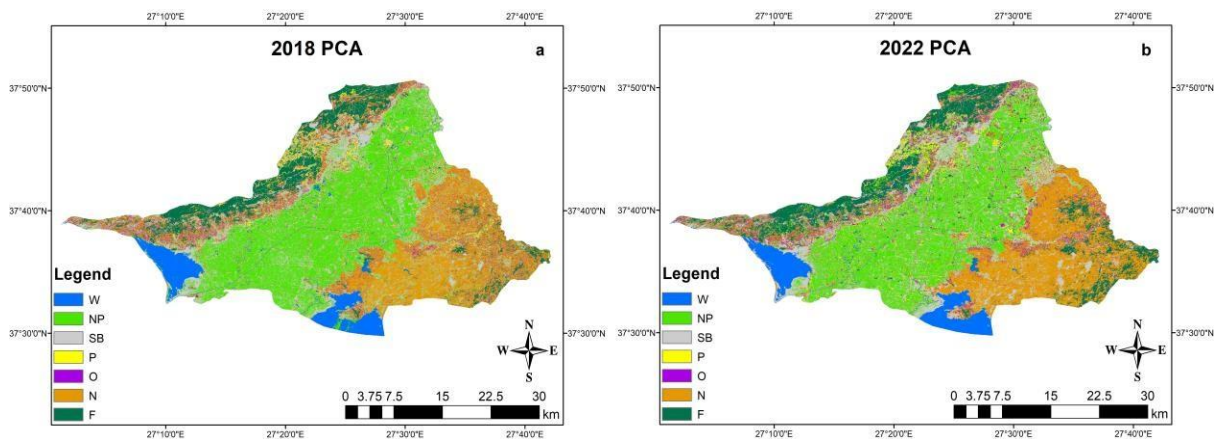


Figure 4. LULC maps derived from PCA images a. LULC_{2018-9B}, b. LULC_{2022-9B}

Areas of LULC classes were calculated depending on the LULC maps (Table 2). It was seen that there are noticeable differences in both magnitudes and directions of temporal changes between 10B, 9B and PCA-based classifications. Particularly, there are observable differences in agriculture-related classes, namely, NP, O and P, as well as SB class. The trends on change directions (-/+ and severities of LULC_{10B}, LULC_{9B} and LULC_{PCA} maps were considerably different. On this account, identification of most accurate LULC map has great importance for more reliable evaluation of the historical changes, and presents one of the most significant operations for determination of the quality of product (Rwanga and Ndambuki, 2017).

Table 2. 2018 and 2022 LULC class areas obtained from different band combinations (ha)

Class	LULC _{2018-10B}	LULC _{2022-10B}	LULC _{2018-9B}	LULC _{2022-9B}	LULC _{2018-PCA}	LULC _{2022-PCA}
W	6277	6363	6341	6350	6421	6654
NP	38877	33421	37672	33338	33316	29534
F	11358	13148	15280	12556	11297	13289
SB	14835	16150	12589	17853	21527	21247
O	4489	4137	5153	5308	5114	5329
P	3925	3770	3925	3039	3982	4362
N	26608	29380	25409	27925	24712	25954
Total	106369	106369	106369	106369	106369	106369

Table 3 shows the accuracies of derived LULC maps terms of OA, K, and UA. The OA and K values have shown that addition of NDVI and GNDVI bands instead of green, red and NIR bands have increased the classification accuracy in both years. This finding has revealed that addition of NDVI

and GNDVI may slightly improve reliability of the overall classification. However, individual user's accuracies of each class provide better indication for understanding the effects of applied methods on reliability of the specific classes. Adding NDVI and GNVI instead of green, red, and NIR bands has significantly increased accuracies of O and P classes, while a slight decrease occurred in NP. The findings were coherent with other studies since consideration of indices, such as NDVI and GNDVI, instead of original bands in classification models have recommended to be useful in agricultural and environmental studies (Yassine et al., 2021). In comparison, using PCA resulted in decreased accuracy levels in all agriculture-related classes in 2018. However, there was an observable increase in accuracy of O class in LULC_{2022-PCA}, which was sourced from the misclassifications of complex spectral structure in the natural olives around forest areas in 2018, while the reduction in NP and N classes were more drastic. As the LULC_{9B} maps of each year gave the most satisfactory results, the changes are determined considering LULC_{2018-9B} and LULC_{2022-9B}. Accordingly, F, NP and P classes have decreased by 2724 ha, 4334 ha, and 886 ha, respectively. In addition to these alternations, visual interpretations has revealed that agricultural related class, particularly P and O, seemed more dispersed with smaller patches, whereby increase of smaller number patches in agricultural classes also triggers increase in fragmentation (Lasanta et al., 2015), as similar situations have reported for İzmir province (Kara et. al., 2019). On contrary, areas of W, SB, N, and O classes were increased by 9 ha, 5264 ha, 2516 ha, and 155 ha.

Table 3. Total and class accuracy indicators of 2018 LULC maps

Classes	LULC _{2018-10B}	LULC _{2018-9B}	LULC _{2018-PCA}	LULC _{2022-10B}	LULC _{2022-9B}	LULC _{2022-PCA}
	UA (%)	UA (%)	UA (%)	UA (%)	UA (%)	UA (%)
W	100.00	99.13	100.00	93.35	99.17	98.32
NP	98.49	99.24	92.06	96.11	96.88	87.64
F	96.64	96.64	94.17	97.98	98.39	93.23
SB	90.07	93.05	83.17	95.04	95.04	88.68
O	96.15	96.23	76.67	84.88	81.05	81.82
P	87.84	88.46	75.32	80.00	86.15	77.63
N	87.28	90.59	82.84	85.59	89.50	84.23
OA(%)	94.51	95.05	87.38	93.14	94.14	88.33
K	0.9323	0.9391	0.8541	0.9165	0.9287	0.8584

Finally, the transformations between LULC classes have gathered from transition matrix of LULC_{2018-9B} and LULC_{2022-9B} (Table 4). Consideration of agricultural land use classes of NP, and P have revealed that main part of losses from these classes were consisted of transitions to SB class, demonstrating that LULC₂₀₁₈ NP and P class served as spaces for new SB areas with a total of 5800 ha. Major part of transitions of LULC₂₀₁₈ O class was into N class in until 2022 (982 ha). This situation sourced from decrease in greenness of shrubs under natural olive trees and classified as N class whereby coverages of olive trees were difficult to differentiate and misclassified, thus, overestimated in LULC₂₀₁₈ which can also be seen from the UA of LULC₂₀₁₈ O class. The gains from SB areas from agricultural classes were followed by gains from N class with an area of 1537 ha. In addition to transitions of N class into SB, a part of the class has started to use for agricultural production purposes in different ways (NP, P, and O). Similar situations have occurred in SB class since there were transitions from bare lands into agriculture. On the other hand, the transitions in W class sourced from alternations in of water level. Moreover, changes in marshlands and mine pits seemed responsible for the changes from different LULC types, especially in F and N class, where the canopy cover gave identical spectral signatures with each other due to changes in wetness or dryness levels of the soils located at such exceptional sites. Thus, the water content of the plants dependently affected, and the situations have directly impacted the reflectance characteristics. The losses in vegetative covers from forests and other natural vegetation, as well as agricultural lands, have resulted in increased land surface temperatures in Aydın province (Kesgin-Atak and Ersoy-Tonyalıoğlu, 2020). The alternations in meteorological parameters believed to be responsible for such situations.

Table 4. Transitions matrix showing gains and losses from each LULC class between 2018 and 2022

Class ₂₀₁₈₋₂₀₂₂	W	NP	SB	P	O	N	F	Total
W	5735	93	108	13	32	174	186	6341
NP	44	29949	5124	547	587	1327	94	37672
SB	24	1148	8641	384	594	1622	176	12589
P	21	468	676	1227	328	657	548	3925
O	4	321	547	193	2942	982	164	5153
N	54	486	1537	478	1841	19126	1887	25409
F	221	274	476	568	196	1557	11978	15280
Total	6323	33078	17847	2963	5657	27842	12659	106369

Conclusions

The study aimed to evaluate the use of two vegetation indices of NDVI and GNDVI, and PCA for enhancing classification accuracies of specified agricultural land use classes of NP, P and O, and to determine the changes occurred between 2018 and 2022 years depending on the LULC maps with highest accuracy in Söke district of Aydın province, Turkey. Findings have revealed that adding NDVI and GNDVI images instead of green, red and NIR bands have increased both OA and UA with higher K value and concluded to have potential to be used for NP and P classifications in Aegean-Mediterranean coast of Turkey under similar climate, soil and vegetative cover conditions. The difficulty of discriminating natural olives from other natural vegetation cover presented the major handicap of the study especially in 2022 due to altered meteorological conditions. Accurate LULC maps enables reliable monitoring of past changes, not only for detecting and solving current problems, but also for enhancing ongoing management strategies, and forecasting future situations for agricultural lands. Depending on the most reliable maps of LULC_{2018-9B} and LULC_{2022-9B}, it was seen that there were considerable decreases in NP and P class with over 7000 ha, while O class increased (155 ha). The SB areas have expanded by 5264 ha during the considered years and agricultural related classes comprised place for majority of recent settlements with a total area of 6347 ha. Using GEE provided an efficient and rapid tool for mapping LULC changes, particularly for agricultural land use with high accuracies. Moreover, the codes can be used for future studies with different variables such as samples or datasets. In conclusion, adoption of more controlled development strategies concluded to have great importance for maintenance of vulnerable and environmentally valuable ecosystems in the future, whereas VIs have recommended to be important components of agricultural classification, particularly in the areas with complex production pattern as well as the study area.

Author Contributions

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

Conflicts of Interests Statement

The authors declare no conflicts of interests.

Kaynaklar

- Ahmed, J., Ahmed, M., Laghari, A., Lohana, W., Ali, S., Fatmi, Z., 2009. Public private mix model in enhancing tuberculosis case detection in District Thatta, Sindh, Pakistan. *J. Pak. Med. Assoc.* 59(2): 82.
- Balazs, B., Biro, T., Dyke, G., Singh, S.K., Szabo, S., 2018. Extracting water-related features using reflectance data and principal component analysis of Landsat images. *Hydrological Sciences Journal.* 63(2): 269-284.
- Belcore, E., Piras, M., Wozniak, E., 2020. Specific Alpine environment land cover classification methodology: Google Earth Engine processing for Sentinel-2 data. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* XLIII-B3-2: 663-670.
- Chughtai, A.H., Abbasi, H., Karas, I.R., 2021. A review on change detection method and accuracy assessment for land use land cover. *Remote Sensing Applications: Society and Environment.* 22: 100482.
- Congalton, R.G., Green, K., 2009. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. *Photogramm. Rec.* <https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2010.005742.x>.
- Derdouri, A., Wang, R., Murayama, Y., Osaragi, T., 2021. Understanding the links between lulc changes and SUHI in Cities: Insights from two-decadal studies (2001–2020). *Remote Sensing.* 13: 3654.

- Dutta, V., 2012. Land use dynamics and peri-urban growth characteristics: Reflections on master plan and urban suitability from a sprawling north Indian city. *Environment and Urbanization ASIA*. 3(2): 277-301.
- El-kawy, A.O.R., Ismail, H.A., Yehia, H.M., Allam, M.A., 2019. Temporal detection and prediction of agricultural land consumption by urbanization using remote sensing. *Egypt. J. Remote. Sens. Space Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.05.001>.
- Estornell, J., Marti-Gavila, J.M., Sebastia, M.T., Mengual, J., 2013. Principal component analysis applied to remote sensing. *Modelling in Science Education and Learning*. 6(2/7): 83-89.
- Forkel, M., Carvalhais, N., Verbesselt, J., Mahecha, M., Neigh, C., Reichstein, M., 2013. Trend change detection in NDVI time series: effects of inter-annual variability and methodology. *Remote Sensing*. 5(5): 2113-2144.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sens. Environ.* 202: 18-27.
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y.J., Merzlyak, M.N., 1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sens. Environ.* 58: 289-298.
- Hussain, S., Mubeen, M., Karuppanan, S., 2022. Land use and land cover (LULC) change analysis using TM, ETM+ and OLI Landsat images in district of Okara, Punjab, Pakistan. *Physics and Chemistry of the Earth*. 126: 103117.
- Kara, B., 2019. Agrarian and wetland areas under metropolitan threats: learning from the case of Inciralti, Izmir (Turkey). *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(6): 15087-151102.
- Kesgin-Atak, B., Ersoy-Tonyaloğlu, E., 2020. Monitoring the spatiotemporal changes in regional ecosystem health: A case study in Izmir, Turkey. *Environ. Monit. Assess.* 192: 385.
- Kesgin-Atak, B., Ersoy-Tonyaloğlu, E., 2020. Evaluation of the effect of land use/land cover and vegetation cover change on land surface temperature: The case of Aydın province. *Turkish Journal of Forestry*. 21(4): 489-497
- Lasanta, T., Nadal-Romero, E., Arnáez, J., 2015. Managing abandoned farmland to control the impact of re-vegetation on the environment. The state of the art in Europe. *Environmental Science & Policy*. 52: 99-109.
- Liu, J., Pattey, E., and Jégo, G., 2012. Assessment of vegetation indices for regional crop green LAI estimation from Landsat images over multiple growing seasons. *Remote Sensing of Environment*. 123: 347–358.
- Lodato, F., Colonna, N., Pennazza, G., Praticò, S., Santonico, M., Vollero, L., Pollino, M., 2023. Analysis of the spatiotemporal urban expansion of the Rome Coastline through GEE and RF Algorithm, Using Landsat imagery. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 12: 141.
- Lu, D., Mausel, P., Brondízio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *Int. J. Rem. Sens.* 25(12): 2365-2401.
- Maity, B., Mallick, S.K., Rudra, S., 2020. Spatiotemporal dynamics of urban landscape in Asansol municipal corporation, West Bengal, India: a geospatial analysis. *GeoJournal*. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10315-z>.
- Mallick, K.S., Rudra, S., 2021. Land use changes and its impact on biophysical environment: Study on a river bank. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 24: 1037-1049.
- Parente, L., Taquary, E., Silva, A.P., Souza, C., Ferreira, L., 2019. Next generation mapping: Combining deep learning, cloud computing, and big remote sensing data, *Remote Sens.* 11(23): 2881.
- Rawat, J.S., Biswas, V., Kumar, M., 2013. Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India. *Egypt. J. Remote Sensing Space Sci.* 16(1): 111-117.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., 1973. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). *Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium*.
- Rwanga, S.S., Ndambuki, J.M., 2017. Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS. *Int. J. Geosci.* 8: 611-622.
- Salem, M., Tsurusaki, N., Divigalpitiya, P., 2021. Remote sensing-based detection of agricultural land losses around Greater Cairo since the Egyptian revolution of 2011. *97(2020)*: 1-8.
- Schmitt, M., Hughes, L.H., Qiu, C., Zhu, X.X., 2019. Aggregating cloud-free Sentinel-2 Images with Google Earth Engine. *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* IV-2/W7: 145–152.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, İlçe bazlı bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>, (08.05.2023)
- Usman, M., Liedl, R., Shahid, M.A., Abbas, A., 2015. Land use/land cover classification and its change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. *J. Geosci.* 25(12): 1479-1506.
- Vivekananda, G.M., Swathi, R., Sujith, A.V.L.N., 2021. Multi-temporal image analysis for LULC classification and change detection. *European Journal of Remote Sensing*. 54(Supp.2): 189-199.





Vizzari, M., 2022. PlanetScope, Sentinel-2, and Sentinel-1 data integration for object-based land cover classification in Google Earth Engine. *Remote Sens.* 14: 2628.

Yassine, H., Tout, K., Jaber, M., 2021. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B3-2021, XXIV ISPRS Congress.



Araştırma Makalesi/Research Article

Maş Fasulyesi Tohumlarında *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Erginlerinin Beslenme Miktarı ve Çimlenme Özelliklerine Etkileri

Ruziye Karaman^{1*}  Cengiz Türkyay¹  Şeyma Yumak²  Ali Kemal Birgücü² 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 32260, Isparta-Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta-Türkiye
Sorumlu yazar: ruziyekaraman@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.03.2023

Kabul Tarihi: 10.04.2023

Öz

Baklagil tohum böcekleri maş fasulyesinde önemli ekonomik zarara neden olmaktadır. Bu zararlıya karşı mücadele yapılmaması üründe % 100'e varan oranlarda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Çalışmada da maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] tohumları farklı sayıdaki *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) erginleri ile farklı sürelerde aynı ortamda tutulmuş ve erginlerin beslenme miktarları belirlenmiştir. Daha sonra erginlerin üzerinde beslendiği bu maş fasulyesi tohumlarının çimlenme ve fide özellikleri incelenmiştir. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada farklı sayıda (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 adet) *C. maculatus* erginleri ve beslenme süreleri (7., 14., 21., 28. ve 35. gün) faktör olarak kullanılmıştır. İkinci aşamada ise beslenme süresi sona erdiğinde üzerinde zararlıların beslendiği tohumların çimlenme ve fide özellikleri incelenmiştir. Çalışmada *C. maculatus* erginlerinin tükettikleri besin miktarı, tohumların çimlenme oranı, vigor indeksi, fide ve kök uzunluğu özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, beslenme sürelerinin ve erginlerin sayısının artması ile tüketilen besin miktarı da artmıştır. Ergin sayılarının artması ile nem içeriği artmış, çimlenme oranı, vigor indeksi, filiz ve kök uzunluğu azalmıştır. Sonuç olarak maş fasulyesi tohumlarının depolandığı ortamda *C. maculatus* erginlerinin bu tohumlar ile beslenmesi sebebiyle çimlenme ve fide gelişim özelliklerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Bu sebeple depo ortamında *C. maculatus* erginlerine karşı hem tarlada hem de depoda önlem alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme Miktarı, *Callosobruchus maculatus*, Maş Fasulyesi, Çimlenme Oranı, Vigor İndeksi.

Feeding Quantity of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Adults in Mung Bean Seeds and Effects on Germination Characteristics

Abstract

Legume seed beetles cause significant economic damage to mung beans. Lack of control against this pest causes economic losses up to 100% of the crop. In this study, mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] seeds were kept in the same environment with different numbers of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) adults for different periods of time and the feeding amounts of the adults were determined. Then, germination and seedling characteristics of these mung bean seeds on which the adults fed were examined. The study consisted of two stages. In the first stage, different numbers of *C. maculatus* adults (5, 10, 15, 20, 25 and 30) and feeding periods (7th, 14th, 21th, 28th and 35th day) were used as factors. In the second stage, the germination and seedling characteristics of the seeds on which the pests fed at the end of the feeding period were examined. The amount of food consumed by *C. maculatus* adults, seed germination rate, vigor index, seedling and root length characteristics were analyzed. As a result of the study, the amount of food consumed increased with the increase in feeding time and number of adults. Moisture content increased with increasing number of adults, while germination rate, vigor index, shoot and root length decreased. As a result, in the storage environment of mung bean seeds, *C. maculatus* adults fed on these seeds and caused negative effects on germination and seedling growth characteristics. Therefore, precautions should be taken against *C. maculatus* adults both in the field and in storage.

Keywords: Feeding Amount, *Callosobruchus maculatus*, Mung Bean, Germination Rate, Vigor Index.

Giriş

Maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] dünyadaki kurak ve yarı kurak bölgelerin önemli bir baklagil bitkisidir. Özellikle Asya, Güney Avrupa ve Güney Amerika kıtalarında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde ise maş fasulyesi, genellikle yerel çeşitler kullanılarak, aile ihtiyacı ya da yöresel pazarlara yönelik olarak yapılmaktadır (Karaman, 2019; Karaman ve Türkay, 2022). Tohumlarındaki yüksek protein içeriği, onu önemli ve üstün bir gıda haline getirmektedir. Nitekim, Dünya çapında yetiştirilen diğer baklagillerden daha sağlıklı sindirilebilir protein içeriğine sahiptir (Tabasum ve ark., 2010). Maş fasulyesi taneleri %26 protein, %3.5-4.5 lif, %50 karbonhidrat, %3 yağ ve %3 vitamin içermektedir (Faruque ve ark., 2000). Diğer taraftan, maş fasulyesi hasadından sonra kalan bitki kısımları hayvan beslenmesinde kaliteli bir kaba yem kaynağıdır (Baraki ve ark., 2020; Karaman ve ark., 2022) Bunların dışında, maş fasulyesi azot fikse etme yeteneği ve toprağa organik maddece zenginleştirmesi ile toprak verimliliğinin korunmasında önemli bir rol üstlenmektedir (Delfin ve ark., 2008).

Maş fasulyesinde biyotik ve abiyotik stres faktörleri önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Gosh ve ark., 2020). Biyotik stres faktörleri içerisinde maş fasulyesinin üretimini ve pazarlamasını etkileyen en ciddi zararlılardan biri de tohum böcekleridir. Baklagil tohum böcekleri doğası gereği kozmopolit olup, maş fasulyesi, nohut, bezelye ve mercimek gibi çok çeşitli baklagillerle beslenebilmektedir (Keneni ve ark., 2011; War ve ark., 2017). Baklagil tohum böceklerinden olan *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) maş fasulyesinde hem tarlada baklaları hem de depodaki tohumları istila eden önemli bir zararlıdır (Baidoo ve ark., 2010).

Baklagil tohum böcekleri yılda bir döl ve çok döl verenler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Yılda bir döl verenlerde dişi yumurtasını tarlada gelişmekte olan baklagil bitkilerinin tohum kapsülleri üzerine bırakmaktadır. Yumurtadan çıkan larva hemen kapsülü delerek doğrudan tane içine girer ve larva ile pupa dönemini tane içinde geçirmektedir. Ergin hale gelen birey hasattan sonra tane ile birlikte depoya taşınmaktadır. Birden fazla döl verenler ambar, depo ve benzeri yerlerde bulunan olgun, sert veya tamamen kuru olan tohumlar içinde gelişmektedirler (Turanlı, 2007). Depo koşullarında tohum böceklerinin enfeksiyonu özellikle tohumlarda ciddi hasara yol açmaktadır (Tripathi ve ark., 2016; Chawe ve ark., 2019). Böcek istilasına uğramış bir tohum, depolama koşulları altında baklagil tohum böceği popülasyonu gelişimi için potansiyel bir besin kaynağıdır (Samyuktha ve ark., 2022). Bulaşmış oldukları tohumda beslenmeleri sonucu, üründe ağırlık kayıplarına, tohumluk özelliklerinin düşmesine, kalite ve besin değerlerinde olumsuz değişimlere yol açarak ticari değerini düşmesine neden olmaktadır (Boxall, 2001; Ofuya ve ark., 2010). Baklagil tohum böcekleri çeşitli bakliyalarda altı aylık bir süre içinde zarar oranı %30-40 arasında değişmekte iken, gözetimsiz bırakıldığında zarar oranı %100'e kadar çıkabilmektedir (Dongre ve ark., 1996; Majhi ve Mogali 2020). Bu durum tohumun canlılığını etkilemekte ve sonuç olarak çiftçilerden tüketicilere kadar doğrudan kayıplara neden olmaktadır. Dolayısıyla, hasat sonrası kayıplar gelişmekte olan ülkelerde gıda güvenliğine ulaşmanın önündeki en büyük engeldir (Somta ve ark., 2007; Ponnusamy ve ark., 2014; Gosh ve ark., 2020). Bu nedenle hasat sonrasında *C. maculatus* depoya taşındığında, bu türün zararının belirlenmesi önemlidir. Yapılan bu çalışmada da farklı sayılardaki *C. maculatus*'ın, maş fasulyesi tohumlarında farklı sürelerde beslenme miktarı ve çimlenme ile fide özelliklerindeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2022 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada Börülce Tohum Böceği, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae)'un erginleri ve tohum materyali olarak Partow adlı maş fasulyesi çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan *C. maculatus* erginleri 25±2°C sıcaklık ve %50±5 nispi nemde tamamen karanlık koşullarda çalışan iklim kabinindeki stok kültüründen temin edilmiştir.

Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada toplam 175 tane (5 tekerrür x 7 birey sayısı x 5 zaman) cam kavanoz (250 ml) hacminde kullanılmıştır. Stok kültürden dikkatli bir şekilde yumuşak pens yardımıyla alınan farklı sayıdaki *C. maculatus* erginleri (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 adet ergin) 300 (22.5 g) adet temiz maş fasulyesi tohum bulunan cam kavanozlara aktarılmıştır. Cam kavanozların ağızları kapak ile kapatılarak 25±2 °C sıcaklık ve %50± 5 nispi neme sahip iklim kabinine bırakılmıştır. Ardından farklı sürelerde (7, 14, 21, 28 ve 35

gün) maş fasulyesi tohumlarında böceklerin beslenme miktarı belirlenmiştir. Maş fasulyesi tohumları üzerinde farklı sayıdaki böceklerin beslenmesinden önce ve sonra tohumların hassas terazi (Kern ABC 220-4 m, max= 220 mg, min= 10 mg, e= 1 mg, d= 0.1 mg) ile mg cinsinden tartılmıştır. Bu şekilde maş fasulyesi tohumlarında incelenen süreler sonunda eksilen ağırlık miktarı belirlenmiştir.

Çalışmada 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerin sonunda, farklı sayıdaki *C. maculatus* erginleri ile aynı ortamda bulunan maş fasulyesi tohumlarında nem oranı, çimlenme (çimlenme oranı ve vigor indeksi) ve fide özellikleri yine 5 tekerrürlü olacak şekilde incelenmiştir. Nem oranının belirlenmesinde ISTA (1993) kuralları kullanılmıştır. Çimlenme oranı (%), çimlenen tohumların sayısının, çimlenme ortamına konulan tohum sayısına oranlanıp, 100 ile çarpılması ile hesaplanmıştır. Kök ve filiz uzunluğu (cm), çimlenme sürelerinin sonunda fidelerin kök ve sürgünleri birleşme yerlerinden jiletle kesilerek uzunlukları milimetrik bir cetvel yardımı ile ölçülmüş ve cm cinsinden belirlenmiştir (Karaman ve Kaya, 2017). Vigor indeksinin (VI) belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Hu ve ark., 2005).

$$VI = [\text{Çimlenme yüzdesi} \times (\text{kök uzunluğu} + \text{filiz uzunluğu})] \quad (1)$$

Denemede incelenen özelliklere ilişkin elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre Minitab 17 istatistik paket programı ile varyans analizi yapılmış ve farklılık gruplandırmaları 0.05 düzeyinde Tukey testi göre yapılmıştır.

Bulgular

Farklı sayıdaki *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) erginlerinin 7 gün aralıklarla (7., 14., 21., 28. ve 35. gün) maş fasulyesi tohumlarında tükettikleri besin miktarları Çizelge 1’de verilmiştir. Çalışmada böcek sayılarına göre ortalama besin tüketimi 54.18-2323.84 mg arasında değişim göstermiştir. En az ortalama besin tüketimi 5 adet böcek sayısında, en fazla ise 30 adet böcek sayısında tespit edilmiştir. *Callosobruchus maculatus*’un erginlerinin farklı sürelerde ortalama tükettikleri besin miktarı incelendiğinde ise, en fazla 35. günde (1097.97 mg), en az ise 7. Günde (443.03 mg) belirlenmiştir. Denemede incelenen süreler içerisinde en fazla besin tüketimi 30 adet *C. maculatus* erginlerinin bulunan kavonozlarda, en az besin tüketimi ise 5 adet erginin bulunan kavonozlarda görülmüştür (Çizelge 1). Çalışmada *C. maculatus* erginlerinin sayısı ve beslenme süresinin artmasıyla birlikte erginlerin tükettiği besin miktarı da artış göstermiştir.

Table 1. The amount (mg) of food consumed by the larvae hatching from eggs laid on mung bean seeds in jars created at different *Callosobruchus maculatus* adult population densities at 7-day intervals (7th,14th, 21th, 28th and 35th days)

Çizelge 1. Farklı *Callosobruchus maculatus* ergin popülasyon yoğunluklarında oluşturulan kavonozlarda maş fasulyesi tohumlarına bırakılan yumurtalardan çıkan larvalarının 7 gün aralıklarla (7., 14., 21., 28. ve 35. gün) tükettikleri besin miktarları (mg)

Ergin Böcek Sayısı	Larva Beslenme Süresi					Ort.
	7. Gün	14. Gün	21.Gün	28. Gün	35. Gün	
5	17.22±1.85 C e	25.18±2.16 C e	41.00±3.89 BC f	73.74±4.46 AB f	113.76±9.26 A f	54.18 F*
10	31.30±1.73 D e	51.94±5.17 CD e	91.28±3.64 C e	175.32±3.43 B e	242.08± 6.14 A e	118.38 E
15	107.68±4.47 E d	172.62±4.68 D d	240.94± 2.91 C d	326.74± 6.04 B d	453.02±4.04 A d	260.20 D
20	262.60±5.15 E c	376.20±2.68 D c	547.36±15.51 C c	644.42±18.75 B c	977.00±27.4 A c	561.52 C
25	726.42±40.3 E b	936.92±45.0 D b	1138.24±11.8 C b	1393.34±68.4 B b	1741.42±50.3 A b	1187.27 B
30	1512.98± 43.5 E a	1980.20±14.7 D a	2335.22±48.3 C a	2730.26±39.4 B a	3060.56±30.3 A a	2323.84 A
Ort.	443.03 E	590.51 D	732.34 C	890.64 B	1097.97 A	

*Aynı satırda farklı büyük harfleri ve aynı sütunda farklı küçük harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar (P<0.05) istatistiksel olarak önemlidir.

Maş fasulyesi tohumlarının kavonozlarında bulunan farklı sayıdaki *C. maculatus*’un erginleri 35. gün sonunda çıkarılmıştır. Ardından maş fasulyesi tohumlarında önce nem içeriği belirlenmiş ve sonra da tohumlar çimlenmeye bırakılmıştır. Deneme sonucunda farklı sayıdaki *C. maculatus*’un erginleri ile aynı ortamda bulunan maş fasulyesi tohumlarının nem içeriği, çimlenme ve fide özelliklerinde yapılan istatistiki analizde incelenen özellikler istatistiki olarak önemli bulunmuş (P<0.05) ve bu özellikler ait değerler Çizelge 2’de verilmiştir.

Maş fasulyesi tohumlarının nem içeriği ergin sayısının artışına bağlı olarak %5.35 ile 8.28 arasında değişim göstermiştir. Nem içeriği en yüksek 30 erginin bulunduğu ortamda elde edilmiş olup, 20 (%7.77) ve 25 erginin (%8.23) bulunduğu ortamlar arasında istatistiki bir fark olmadığı

belirlenmiştir (Çizelge 2). En düşük nem içeriği ise kontrol ve 5 adet erginin bulunduğu kavanozlarda bulunan maş fasulyesi tohumlarından tespit edilmiştir. Ergin sayısının artışına bağlı olarak nem içeriği de artmıştır. Maş fasulyesi tohumlarının çimlenme oranı özelliği % 100 ile en yüksek kontrol grubunda, %56 ile en düşük ise de 30 adet *C. maculatus* erginlerinin bulunduğu ortamdaki tohumlarda belirlenmiştir. 30 ile 25 adet erginin bulunduğu ortamlardaki maş fasulyesi tohumlarının çimlenme oranları istatistiki olarak aynı grupta yer almış olup, bu miktar erginlerin bulunduğu ortamdaki tohumların çimlenme oranları arasında istatistiki bir farklılık bulunmamıştır. *C. maculatus* erginlerinin sayısının artması ile çimlenme oranında belirgin azalmalar görülmüştür. Maş fasulyesinin filiz uzunluğu *C. maculatus* erginlerinin sayısının artmasıyla 1.92-6.66 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek filiz uzunluğu kontrol grubunda, en düşük ise 30 erginin bulunduğu ortamdaki tohumlardan elde edilen filizlerde belirlenmiştir. *C. maculatus* erginleri kapalı ortamda maş fasulyesi tohumları ile beslenmeleri sonucunda tohumluk özelliğinin kaybolmasına sebep olmuş ve çimlenme ile fide özellikleri bu durumdan olumsuz olarak etkilenmiştir. Farklı sayıda *C. maculatus* erginleri ile aynı ortamda bulunan maş fasulyesi tohumlarının kök uzunluğu 2.12 ile 6.88 cm arasında değişmiş ve kontrol grubunda en yüksek, 30 erginin bulunduğu ortamda kalan tohumların kök uzunluğu en düşük değerleri almıştır. En yüksek kök uzunluğunun olduğu kontrol grubu ile 5 ve 10 erginin bulunduğu ortamda kalan tohumların kök uzunluğu, istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Ergin sayısının artmasıyla kontrole göre 30 adet erginin bulunduğu ortamdaki tohumların vigor indeksi %79.5 oranında azalmıştır. En yüksek vigor indeksi kontrol grubunda, en düşük 30 erginin bulunduğu ortamda kalan tohumlarda tespit edilmiştir. Genel olarak ergin sayısının artmasına paralel olarak maş fasulyesi tohumlarının vigor indeksi de azalmıştır.

Table 2. Moisture content, germination and seedling characteristics of different numbers of *Callosobruchus maculatus* adults and the larvae hatched from the eggs laid by these adults and mung bean seeds in the same environment

Çizelge 2. Farklı sayıdaki *Callosobruchus maculatus* erginleri ve bu erginlerin bıraktıkları yumurtalardan çıkan larvalar ile aynı ortamda bulunan maş fasulyesi tohumlarının nem içeriği, çimlenme ve fide özellikleri

Ergin Böcek Sayısı	Nem İçeriği	Çimlenme Oranı	Filiz Uzunluğu	Kök Uzunluğu	Vigor İndeksi
Kontrol	5.35 ±0.28 c	100.00 ±0.01 a	6.66 ±0.29 a	6.88 ±0.23 a	1354.00 ±98.1 a
5	5.61 ±0.28 c	87.00 ±2.74 b	5.91 ±0.69 ab	6.69 ±0.32 a	1098.50 ±46.4 b
10	6.44 ±0.39 b	86.00 ±4.18 b	5.28 ±0.47 bc	6.46 ±0.42 ab	1011.50 ±48.3 b
15	6.67 ±0.27 b	86.00 ±4.18 b	4.60 ±0.42 cd	5.86 ±0.43 b	897.90 ±43.5 c
20	7.77 ±0.56 a	71.00 ±4.18 c	3.89 ±0.35 d	4.26 ±0.31 c	576.95 ±24.6 d
25	8.23 ±0.67 a	63.00 ±2.74 d	2.73 ±0.23 e	3.04 ±0.22 d	364.54 ±4.39 e
30	8.28 ±0.48 a	56.00 ±4.18 d	1.92 ±0.11 f	2.12 ±0.11 e	230.90 ±5.77 f

*Aynı sütunda farklı küçük harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar (P<0.05) istatistiksel olarak önemlidir.

Tartışma

Çalışmada *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) erginlerinin sayıları (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 adet) ve beslenme süreleri (7, 14, 21, 28, 35 gün) arttıkça erginlerinin tükettiği besin miktarı da artış göstermiştir. Paikaray ve ark. (2022), maş fasulyesinde *Callosobruchus chinensis* L. zararının depolama süresinin artmasıyla tohumların ağırlık kayıplarının arttığını (% 5.60-53.77), ayrıca ağırlık kaybının çeşitlere (% 19.73-29.14) göre değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir. Singh ve ark. (2017), nohut tohumunda 1, 2, 4, 8 ve 16 çift ergin baklagil böceğinin (*Callosobruchus chinensis*) neden olduğu kayıpları belirledikleri çalışmada, 30 gün sonunda en az ağırlık kaybı 1 çift ergin (%1.25), baklagil böceğinde, en fazla ağırlık kaybına (%9) ise 16 çift ergin baklagil böceğinde tespit etmişlerdir. On iki börülce genotipi üzerindeki *C. maculatus*'un davranışını inceleyen Padmavathi ve ark. (1999) ise, börülce genotiplerinin tohum ağırlığında %10.39 ile %56.53 oranında kayıp gözlemlemişlerdir. Ahmed ve ark. (2019), *C. chinensis*'in en fazla ağırlık kaybı nohutta (% 19.9), ardından mercimek (%13.4) ve maş fasulyesinin (% 8.9) geldiğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, tohum sertliği ve tohum kabuğu kalınlığı gibi fiziksel karakterlerin bruchid böceklerine karşı direnç sağladığı tespit edilmiştir (Janzen, 1977). Nitekim, *C. chinensis* erginlerinin besin tüketiminin incelendiği çalışmada elde edilen bulgular ile konuyla ilgili yapılan çalışmalar benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Nitekim bu farklılığın, depolama koşullarından, baklagil türünden, tohumun fiziksel ve kalite özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada böcek sayısının artmasıyla nem oranı artış gösterirken, çimlenme özellikleri (çimlenme oranı, filiz özellikleri, kök uzunluğu, vigor indeksi) azalmıştır. Chauhan ve ark. (2022), depolama süresinin artmasıyla *C. chinensis* erginlerinin maş fasulyesi tohumlarında zararı arttırdığını ve bununla birlikte de tohumların çimlenme kaybını yükselttiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Singh (2020), *Callosobruchus maculatus*'un küçük ve büyük tane iriliklerine sahip *Cajanus cajan* tohumlarında çimlenme kaybında farklılıklar (sırasıyla %42 ve %33,6) gösterdiğini tespit etmişlerdir. Singh ve ark. (2017), nohut tohumlarına farklı sayıdaki (1, 2, 4, 8 ve 16 çift ergin) *C. chinensis*'nin zararını inceledikleri çalışmada, ergin sayısı ve muhafaza süresinin artmasıyla çimlenme kaybının da arttığını ifade etmişlerdir. Mutungi ve ark. (2014), maş fasulyesi ve *Cajanus cajan* tohumlarında 6 ay süre ile *C. maculatus* etkilerini inceledikleri çalışmada, tohumların çimlenme oranının azaldığını, nem oranlarının ise arttığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, yapılan çalışmada da tohumların depolama süreleri boyunca *C. maculatus* tarafından büyük ölçüde zarar görmesi, çimlenme özelliklerinin (çimlenme oranı, filiz özellikleri, kök uzunluğu, vigor indeksi) azalmasında oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, depo şartlarında *Callosobruchus* spp.'nin popülasyon yoğunluğu aşırı derecede yüksek bir seviyeye ulaştığında, ısınmanın ve yoğun solunumun neden olduğu tohum nemindeki artıştan dolayı çimlenme ciddi bir şekilde etkilenebilmektedir (Weinberg ve ark., 2008; Mutungi ve ark., 2014). Kaya ve Hıncal (1989), yaptıkları çalışmada baklagil tohum böceklerinin tohum çimlenme gücünü %98'e varan oranda düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Callosobruchus spp. baklagil tohumlarından tükettikleri besin miktarı, tohum üzerinde oluşturdukları zararın en önemli etmenleri arasındadır. Depolanmış maş fasulyesi üzerindeki bruchid saldırısından kaynaklanan kayıplar genellikle hem niceliksel hem de niteliksel olup, zarar oranı yaklaşık %20 civarındadır (Kaya ve Hıncal, 1989). Bruchid beslemesi, tohum kaybına ve pazarlanabilir ağırlık kaybı ile karakterize edilen niceliksel kayıplara neden olmaktadır. Diğer taraftan niteliksel kayıplar ise, canlı böceklerin ve tohum hasarının varlığında kendini gösterir ve bu da tüketici çekiciliğinin, piyasa değerinin veya piyasa fırsatının tamamen kaybedilmesiyle sonuçlanmaktadır (Mutungi ve ark., 2014). Yapılan bazı araştırmalarda, böcek saldırılarının ağırlık kaybına ve ekonomik açıdan önemli hasara neden olduğunu bildirilmiştir (Henckes, 1994; Compton ve ark., 1998).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada farklı sayılardaki *C. maculatus*'ın, maş fasulyesi tohumlarında farklı sürelerde beslenme miktarı ve çimlenme ile fide özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada, *C. maculatus* erginlerinin miktarının farklı sürelerde maş fasulyesi tohumlarıyla belirli bir kapta farklı sürelerde bekletildiğinde erginler bu tohumlar ile beslenmektedir. Beslenme süresi ve ergin sayısının artması ile maş fasulyesi tohumlarında çimlenme ve fide gelişim özelliklerinde azalma gözlemlenmiştir. Bu sebeple yılda çok döl veren *C. maculatus* erginlerine karşı hem tarlada hem de depoya konulmadan önce gerekli önlemler alındığı takdirde tohuma gelecek zarar en az seviyeye inecektir.

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

- Ahmed, S., Haque, A., Mahmud, H., Khalequzzaman, K.M., 2019. Egg deposition and weight loss of seeds by pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. on different genotypes of pulses. Bangladesh J. Agric. Res. 44 (3): 513-524.
- Baidoo, P.K., Mochiah, M.B., Owusu-Akyaw, M., 2010. The effect of time of harvest on the damage caused by the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Fab.)(Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Products and Postharvest Res. 1 (3): 24-28.
- Baraki, F., Gebregergis, Z., Belay, Y., Berhe, M., Zibelo, H., 2020. Genotype x environment interaction and yield stability analysis of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes in Northern Ethiopia. Cogent Food Agric. 6(1): 1729581.
- Boxall, R.A., 2001. Post-harvest losses to insects—a world overview. Int. Biodeterior Biodegradation. 48(1-4): 137-152.
- Chauhan, R., Meena, R. S., Singh, P.S., 2022. Estimation of losses caused by pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (L.) in stored mung bean seed. J. Exp. Zool. India. 25 (2): 2013-2017.

- Chawe, K.G., Venkataramana, P.B., Ndakidemi, P.A., 2019. Assessment of farmers' indigenous knowledge and preferences: A tool for sustainable lablab bean (*Lablab purpureus* L. Sweet) improvement and utilization in Northern Tanzania. *J. Adv. Biol. Biotechnol.* 21: 1–14.
- Delfin, E.F., Paterno, E.S., Torres, F.G., Santos, P.J.A., 2008. Biomass, nitrogen uptake and fixed nitrogen partitioning in field grown mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) inoculated with bradyrhizobium. *Philipp. J. Crop. Sci.* 33:24–33
- Dongre, T.K., Pawar, S.E., Thakare, R.G., Harwalkar, M.R., 1996. Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* (F.)) in *Vigna* sp. and inheritance of their resistance in black gram (*Vigna mungo* var. mungo). *J. Stored Prod. Res.* 32 (3): 201-204.
- Faruque, A., Haraguchi, T., Hirota, O., 2000. Growth analysis, yield and canopy structure in maize-mungbean intercropping. *Bull. Inst. Trop. Agric. Kyushu. Univ.* 23: 61–69.
- Gosh, S., Roy, A., Kundagraml, S. 2020. Screening of mungbean (*Vigna radiata*) genotypes against bruchid (*Callosobruchus maculatus*) attack to reduce post-harvest losses. *Legum. Res.* 1: 9-11.
- Harshitha, G.P., Jayamani, P., Manimegalai, S., Muthuswamy, A., 2022. Host plant resistance for bruchids in pre-breeding lines of green gram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Legum. Res.* 1: 5.
- Kaya, N., Hıncal, P., 1989. Ege Bölgesi yemeklik baklagillerinde hastalık, zararlı ve yabancı otlar ile bunların mücadelesinin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. *Bornova Zir. Müc. Arş. Enst., Arş. Pro. Sonuç Raporu*, 10 s. (Yayınlanmamış).
- Janzen, D. H., 1977. How southern cowpea weevil larvae (Bruchidae: *Callosobruchus maculatus*) die on nonhost seeds. *Ecology.* 58(4): 921-927.
- Karaman, R., Türkay, C., Kaya, M., 2022. Maş fasulyesi tohum hasadı artıklarının hayvan beslemede kullanılabilme potansiyeli. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi.* 19(1): 108-119.
- Karaman, R., Türkay, C., 2022. Türkiye'deki maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotiplerinin çıkış ve fide özellikleri yönünden karakterizasyonu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi.* 27(3): 434-444.
- Karaman, R., 2019. Maş fasulyesi (*Vigna radiata* Wilczek) genotiplerinin/yerel populasyonlarının Isparta koşullarında fenolojik, morfolojik, agronomik ve bazı teknolojik özellikler yönünden karakterizasyonu., Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi, 226 s.
- Keneni, G., Bekele, E., Getu, E., Imtiaz, M., Damte, T., Mulatu, B., Dagne, K., 2011. Breeding food legumes for resistance to storage insect pests: potential and limitations. *Sustainability.* 3(9): 1399-1415.
- Majhi, P.K., Mogali, S.C., 2020. Characterization and selection of bruchid [*Callosobruchus maculatus* (F.)] tolerant greengram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotypes. *Indian J. Agric. Res.* 54(6): 679-688.
- Mutungu, C.M., Affognon, H., Njoroge, A.W., Baributsa, D., Murdock, L.L., 2014. Storage of mung bean (*Vigna radiata* [L.] Wilczek) and pigeonpea grains (*Cajanus cajan* [L.] Millsp) in hermetic triple-layer bags stops losses caused by *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.* 58: 39-47.
- Ofuya, T.I., Olotuah, O., Akinyoade, D., 2010. The effect of storage on the efficacy of *Eugenia aromatica* (Baill.) in the control of *Callosobruchus Maculatus* (Fabricius)(Coleoptera: Bruchidae) pest. *J. Appl. Sci. Environ. Manag.* 14(1): 97-100.
- Padmavathi, C., Seth, R., Khan, A.A., 1999. Preferential behaviour of pulse beetle (*Callosobruchus maculatus* Fab.) in fodder cowpea genotypes: implications for seed quality. *Seed Sci. Res.* 27: 100-105.
- Paikaray, S.S., Satapathy, S.N., Sahoo, B.K., 2022. Estimation of yield loss due to pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (L.) on different mung bean cultivars. *J. Pharm. Innov.* 11(3): 924-927.
- Ponnusamy, D., Pratap, A., Singh, K.S., Gupta, S., 2014. Evaluation of screening methods for bruchid beetle (*Callosobruchus chinensis*) resistance in greengram (*Vigna radiata*) and blackgram (*Vigna mungo*) genotypes and influence of seed physical characteristics on its infestation. *Vegetos.* 27: 60-67.
- Samyuktha, S.M., Malarvizhi, D., Mariyammal, I., Karthikeyan, A., Seram, D., Dhasarathan, M., Senthil, N., 2022. The hunt for mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes and breeding lines resistance to South Indian bruchid strain. *Agriculture.* 12(7): 1050.
- Singh, A., 2020. Damage and weight loss due to *Callosobruchus chinensis* infestation in arhar and their effect on germination during storage of most susceptible months. *Bull. Pure Appl. Sci. Sec.* 39A(2): 495-502.
- Singh, R.B., Nishad, R.N., Singh, R.P., 2017. Relative efficacy of botanicals against pulse beetle (*Callosobruchus chinensis* L.) infestation in chickpea during storage. *Environ. Pharmacolo. and Life Sci.* 6(1): 333-36.
- Somta, P., Ammaranan, C., Ooi, P.A-C., Srinives, P., 2007. Inheritance of seed resistance to bruchids in cultivated mungbean (*Vigna radiata*, L. Wilczek). *Euphytica.* 155: 47-55.
- Tabasum, A., Saleem, M., Aziz, I., 2010. Genetic variability, trait association and path analysis of yield and yield components in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Pak. J. Bot.* 42: 3915–3924.

- Tripathi, A., Tripathi, D.K., Chauhan, D.K., Kumar, N., Singh, G.S., 2016. Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 216: 356–373.
- War, A.R., Murugesan, S., Boddepalli, V.N., Srinivasan, R., Nair, R.M., 2017. Mechanism of resistance in mungbean [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek var. *radiata*] to bruchids, *Callosobruchus* spp.(Coleoptera: Bruchidae). *Front. Plant Sci.* 8: 1031.
- Weinberg, Z.G., Yan, Y., Chen, Y., Finkelman, S., Ashbell, G., Navarro, S., 2008. The effect of moisture level on high-moisture maize (*Zea mays* L.) under hermetic storage conditions—in vitro studies. *J. Stored Prod. Res.* 44(2): 136-144.

Research Article

Machine Learning in Water Resources Management: Paddy Rice Irrigation Case Study

Ünal Kızıl^{1*}  Hakki Fırat Altınbilek² 

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

²Ministry of Agriculture and Forestry, İpsala District Directorate, 22400, İpsala/Edirne

*Corresponding author: unal@comu.edu.tr

Received Date: 01.02.2023

Accepted Date: 18.05.2023

Abstract

Paddy rice irrigation takes an important role in water consumption. Therefore, the savings to be made in paddy rice irrigation will have significant impacts. In the sustainable use of water resources, both the irrigation methods and the methods to be used in the planning of water resources are critical. Hence, the use of drip irrigation should be expanded. On the other hand, the use of modern satellite technologies and machine learning models should be used while planning irrigation. In this study, Google Earth Engine (GEE), which is a cloud-based image processing platform was employed in the calculation of paddy rice cultivation areas. Random Forest (RF) and Support Vector Machines (SVM) machine learning algorithms were applied. The results showed that RF algorithm can calculate the paddy cultivation areas with an accuracy of 97%. A difference of 27.69 km² was found between the officially declared cultivation areas and the calculated area. This can yield a miscalculation of water requirement with an error of 33.8, 38.1 and 155 million m³, in subsurface drip irrigation, drip irrigation and basin irrigation methods, respectively. Results showed that accurate calculation of paddy rice cultivation areas and drip irrigation will both minimize this error and allow 4 times more area to be irrigated.

Keywords: Remote sensing, Machine learning, Random forest, Support vector machine, Drip irrigation, Paddy rice

Su Kaynakları Yönetiminde Makine Öğrenmesi: Çeltik Sulaması Uygulama Örneği Öz

Su tüketiminde çeltik sulama önemli bir yer tutmaktadır. Dolayısıyla çeltik sulamasında yapılacak tasarruf önemli etkiler meydana getirecektir. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımında hem sulama yöntemleri hem de su kaynaklarının planlanmasında kullanılacak yöntemler kritik öneme sahiptir. Bu nedenle damla sulama kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Öte yandan, sulama planlaması yapılırken modern uydu teknolojilerinden ve makine öğrenme modellerinden yararlanılmalıdır. Bu çalışmada çeltik ekim alanlarının hesaplanmasında bulut tabanlı bir görüntü işleme platformu olan Google Earth Engine (GEE) kullanılmıştır. Rassal Orman (RO) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Sonuçlar, RO algoritmasının çeltik ekim alanlarını %97 doğrulukla hesaplayabildiğini göstermiştir. Resmi olarak beyan edilen ekim alanları ile hesaplanan alan arasında 27,69 km² fark olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, yüzeyaltı damla sulama, damla sulama ve göllendirme ile sulama yöntemlerinde sırasıyla 33,8, 38,1 ve 155 milyon m³'lük bir hata ile su ihtiyacının yanlış hesaplanmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, çeltik ekim alanlarının doğru hesaplanması ve damla sulama uygulamalarının hem bu hatayı en aza indireceğini hem de 4 kat daha fazla alanın sulanabilmesini sağlayacağını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, Makine öğrenmesi, Rassal orman, Destek vektör makineleri, Damla sulama, Çeltik

Introduction

Although paddy rice is grown all over Türkiye, Marmara and Black Sea Regions are the major producers (Tuna, 2012). In order Türkiye to become self-sufficient in paddy rice production,

cultivation areas should be expanded. The only way of achieving this goal is to increase irrigated areas (Gençtan, Çölgeçen and Başer, 1995). However, there are constraints such as the paddy rice plant's relatively high-water consumption compared to other plants and the decrease in water resources due to climate change.

In Türkiye, paddy rice is grown on an area of approximately 50,000 hectares in the Thrace Region, where paddy farming is most intense. The irrigation is generally in the form of flooded ponds up to 10-20 cm continuously. This means 1.4×10^9 m³ water is required every year in Thrace region. Considering that the flow rate of Meric river, main water source in İpsala, decreases to 0.9×10^9 m³ during the irrigation season, the importance of water restriction in paddy rice especially in the Thrace region, becomes evident (Delibaş et al., 2010).

In Türkiye and especially in the Marmara Region, studies on the application of subsurface and drip irrigation (DI) methods have been started in paddy rice cultivation in recent years. Nar et al., (2018) determined the performance of DI with water retention barriers in same region. They reported that water applied in conventional, drip irrigation and drip irrigation + water retention barrier applications were 5,580, 1,375 and 930 mm, respectively. They observed a decrease in yield while significant water was saved with alternative methods. Demirel et al., (2020) investigated the performance of the subsurface drip irrigation method and again the water retention barrier. It has been stated that up to 50% water can be saved with the subsurface drip irrigation method, and up to 69% water can be saved if this method is used together with the water retention barrier.

Ponding irrigation can be applied in flat lands while the drip irrigation is applicable in almost all lands as far as the slope is concern. Therefore, even though there is a decrease in yield with drip irrigation method, the increase in irrigable area may tolerate this disadvantage (Beşer and Sürek, 2009).

Sustainable use of soil and water resources has become essential to maintain food security which is an important issue. Therefore, modern decision support tools are needed to determine the optimum water requirement. One of these tools is Remote Sensing (RS) technique (Köksal, 2007). The RS is the method of obtaining information about the Earth's surface without being in contact with it (Jensen, 2007). Remote sensing data is usually spatial in nature and typically in the form of images. The processing of remotely sensed data requires multidisciplinary knowledge including engineering, computer science, mathematics and statistics (Blake and Warner, 2014). In recent years, satellite images have become the most important data source used in fields such as land use/land cover mapping (Shelestov et al., 2017).

Today, satellites that regularly send high-resolution images are a very important source of data. In addition, newly sent satellites such as Sentinel-1, Sentinel-2, Proba-V and Landsat-8 increase the data capacity to be measured in petabytes (Roy et al., 2014). It is very difficult to work with such large data with expensive and complex software installed on desktop computers. Therefore, user-friendly cloud-based systems make it possible to access and analyze massive data through a web browser with efficient coding languages. The GEE is one of those tools has been used in RS studies (Gorelick et al., 2017). The GEE is a cloud-based image processing software that does not have to be installed on a computer. It provides free access to satellite images, the use of algorithms of machine learning models, and different operations on images. The first step was to determine the satellite image to be processed and the desired period and visualize it on the GEE platform. Satellite images are taken at certain time intervals and are in clusters called collections.

Automated classification methods applied to RS data to determine what the land is covered with or for what purpose they are used are based on the calculation of the spectral signatures of the selected land cover classes using training data and pixel-based decomposition between different land cover types (Pfeifer et al., 2012). Different types of surfaces reflect radiation differently in various channels. The reflected radiation in the form of wavelength is called the spectral signature (ESA, 2022). Therefore, GEE can also be defined as a platform for automatic classification of differences in wavelengths of energy reflected by surfaces covered with different materials.

The Machine Learning (ML) algorithms are defined as the self-training of the computer with the experience and information it learns from the data without any human intervention and its ability to classify (Mohri et al., 2018). The most recommended machine learning algorithms in the discipline of remote sensing are RF and SVM (Tassi and Vizzari, 2020). In this study, it was aimed to determine paddy rice cultivation areas by using satellite images, RF and SVM machine learning algorithms in

Edirne province, İpsala district. İpsala was chosen since approximately 16% of the Türkiye's paddy rice production is done there. Therefore, it was concluded that the results to be obtained would be meaningful for the region.

The water used in irrigation with traditional methods and the amount of water to be used in case of drip irrigation as an alternative were calculated.

Material and Method

Study Area and Used Data

The study was conducted using satellite data and other terrestrial data of Edirne province, İpsala district located at latitude 40.8865 and longitude 26.3712 (Figure 1).

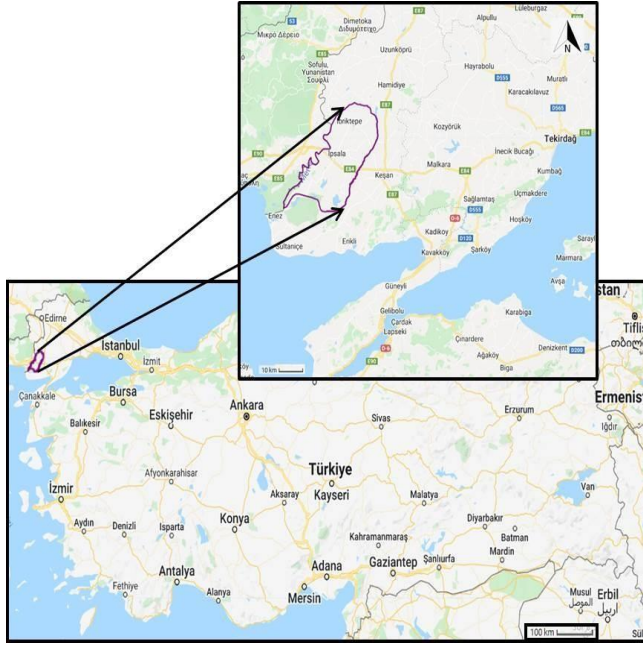


Figure 1. Study area

In this study, Sentinel-2 multispectral (MSI) Level-1C satellite image, which is provided free of charge by the European Space Agency (ESA) and has spatial resolution in the range of 10-60 m according to the bands it includes, was used. The main reason for launching this satellite is to collect data for studies on land cover and use (Dereli, 2019). These satellite images contain 13 bands of different wavelengths (Chung et al., 2019).

Another data used in the study is the coordinates of the paddy rice parcels in 2021. In order for the model to learn which of the reflectance values of the satellite image corresponds to the paddy areas, the samples of the cultivation areas were marked on the satellite image, and they were defined as paddy rice in the models. For this purpose, the coordinates of the paddy rice parcels in 2021 were obtained from the İpsala District Directorate of Agriculture and Forestry (IDDAF). Out of the data set containing all paddy parcels, 100 coordinates data were used in the model for model development (training phase), and another 100 coordinates were used in the cross-validation phase to determine whether the model classifies the paddy rice parcels correctly.

Apart from the paddy rice cultivation areas, water surfaces (river, lake, dam, etc.), other vegetations and settlement areas were also determined. Settlement class included all areas except water, vegetation, and paddy rice. Training and verification data related to water, other vegetation and settlement areas were determined visually via satellite imagery. Since the aim of the study was only to determine the paddy rice parcels, ground verification of the other 3 classes, especially other vegetation, and other areas, was not required. After creating the classification map, vector data of Ipsala district in shape (shp) format was used to clip the main project area within the borders of Ipsala district.

Machine Learning Models

The most recommended machine learning models in land use studies are RF and SVM. The RF is an ensemble learning approach based on the decision trees (DT) algorithm. In other words, it is

an algorithm that consists of more than one decision tree and therefore is defined as a random forest. In the RF algorithm, the training data set is divided into many subclasses and thus many decision trees are formed, and the performance of the model is determined according to the classification made by the class with the most votes. Trees are generated by establishing a subset of training examples by substitution. This means the chance of same samples to be selected more than a time always exists, while others samples may have selections chance of nothing. For example, about 2/3 of samples are used in training step, the remaining samples are used in cross-validation to predict the model performance. Each decision tree is generated independently without any pruning, and each node is split using a randomly selected, user-defined number of features. The forest is grown by the model up to a pre-defined number of trees, creating members with high variance and low bias (Breiman, 2001). The final classification decision is determined by averaging the class assignment probabilities calculated by all trees produced. Thus, a new unlabeled data entry is evaluated against all decision trees created in the community, and each tree votes for a class membership. The membership class that gets the most votes becomes the finally elected member (Breiman, 2001).

The SVM is a supervised machine learning model like RF. In such algorithms, when an unknown sample is presented to the model according to a training data set divided into different categories, the class of the new sample can be determined (Pradhan, 2012). The target of the SVM algorithm is to determine the location of the hyperplane that separates two different classes. When traversing the hyperplane, the data closest to each other (support vectors) in both classes are considered. The maximum margin hyperplane is passed to maximize the distance between these two support vectors, and the class of the new data, whose class is unknown, falls on which side of this margin, is determined (Kim et al., 2003).

Calculation of Paddy Rice Water Requirement for Ponding and Drip Irrigation Based on Regional Conditions

The water used in paddy rice irrigation varies based on the local conditions (climate and soil) of the region and even the tendency of the farmers. Considering the local conditions and the farmers preference, the amount of water used by the ponding method has been revealed as a priority. Nar et al., (2018), stated that the water used in ponding method in paddy rice production in one irrigation season is approximately 5,580 mm for the Enez, a neighbouring district with similar climatic and soil conditions. The same value was considered in the calculation of the water used in the ponding.

The same researchers calculated the required irrigation water employing Equation 1 in case of using drip irrigation method in a sample plot.

$$I = WHC \times P \times P_w \times A \quad (1)$$

In Equation 1; I is water used in liters, WHC is water holding capacity at a depth of 25 cm in mm, P is the consumed amount WHC (10-20%), P_w is the percentage of wetted area in the field, and A is the field surface area in m^2 .

In this study, using the methods and data detailed above, required calculations, and suggestions were made based on the flowchart given in Figure 2.

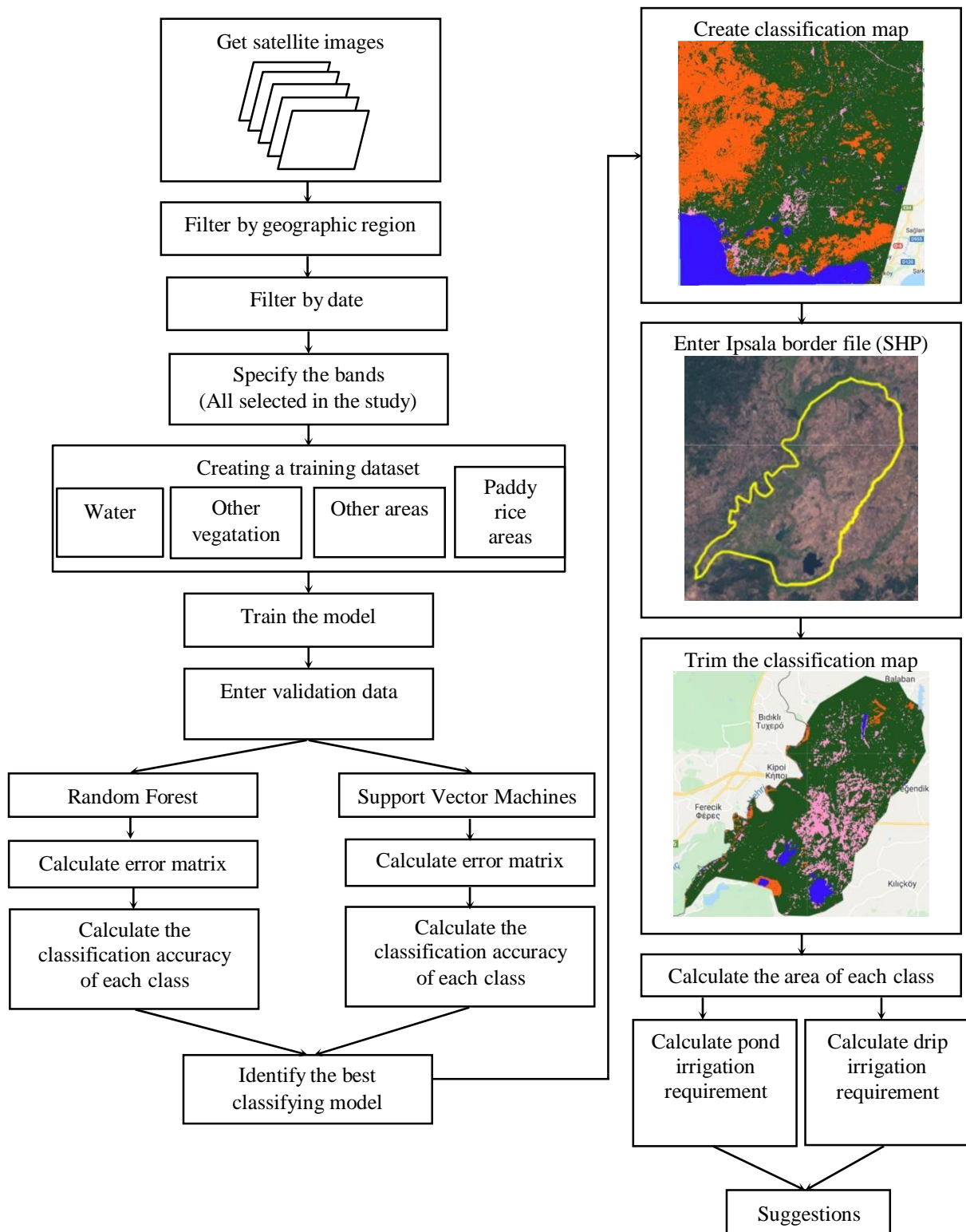


Figure 2. Flowchart of the study

Statistical Analysis of Model Results

One of the methods used to determine the classification performance of each algorithm is the creation of error matrices. The error matrix gives information about how often an observation belonging to a certain class is correctly detected and how often it is determined as another class

(Ruuska et al., 2018). Also, some statistical parameters such as general accuracy (GA), producer accuracy (PA), user accuracy (UA) and kappa coefficient (KC) are used to determine the classification performance of the model. GA is a concept that describes what percentage of validation data is classified as correct. PA refers to the percentage of correct classification in each row of the matrix. UA refers to the ratio of the number of correctly classified data in each class to the total amount of data in the rows in that class in the matrix. KC, on the other hand, is a coefficient used in calculating the fit between data belonging to more than one class (Yiğit and Uysal, 2021). In the study, classification performance of 4 classes of data was tested using these 4 parameters.

Results and Discussion

Training Dataset

The GEE is a cloud-based image processing software that does not have to be installed on a computer. It provides free access to satellite images, the use of algorithms of machine learning models, and different operations on images. The first step was to determine the satellite image to be processed and the desired period and visualize it on the GEE platform. Satellite images are taken at certain time intervals and are in clusters called collections. Initially, a wider area covering the study area, was loaded with satellite images. The most suitable image was determined from the collection containing 913 satellite images. The point to be noted here is that the paddy rice areas are covered with water. If a satellite image of a time when the paddy rice plant was very small is, machine learning algorithms assign these areas to the water class. If the post-harvest image of the time when the water is removed from the areas was used, the paddy rice area can be confused with other vegetation areas. Therefore, a date should be determined just before harvest and when the plant is most prominent in the field. Therefore, Sentinel-2 Multispectral (MSI) Level-1C satellite image of a cloudless day (17.09.2021) with these features was used.

Samples from paddy rice parcels, water-covered areas, settlements, and other vegetation areas should be presented to the model as training data on the satellite image. For this purpose, 100 paddy rice parcels, whose coordinate information was obtained from the IDDAF were located on the image.

The training data set was prepared after the paddy rice areas coordinates were marked with coding and the data in the other class were manually marked on the image (Figure 3). In the training dataset, 67 points covered with water, 67 points from settlements and 44 points from other vegetation areas were determined.

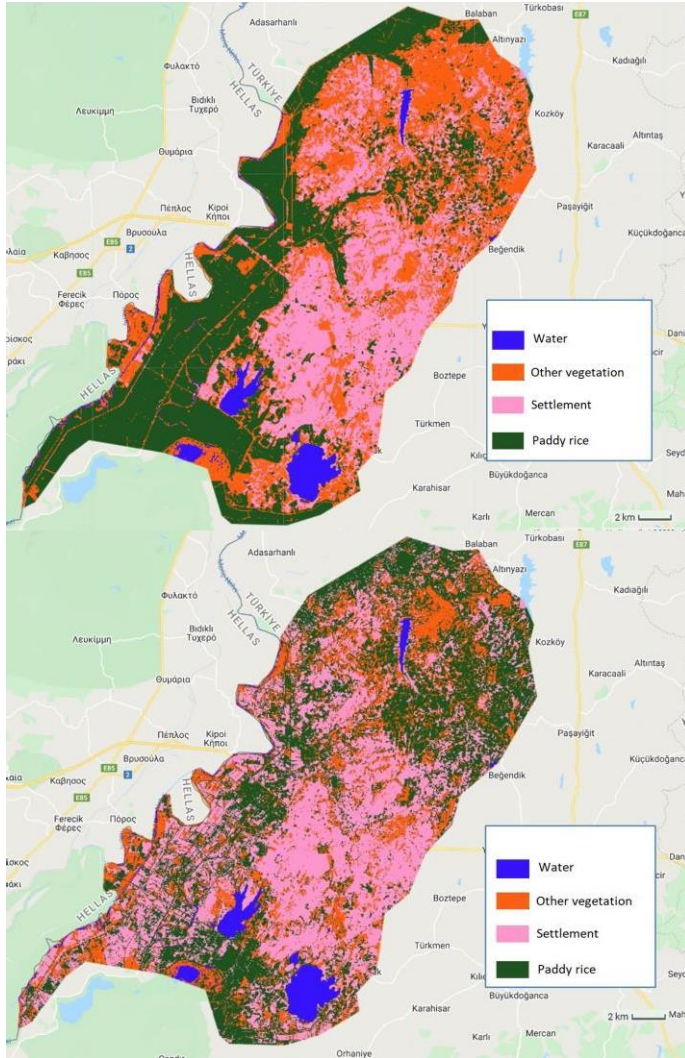


Figure 3. Training dataset

With a similar method, 100 different paddy rice areas coordinates and 50 data points belonging to other classes were prepared as a validation data set, and classification maps were created using machine learning algorithms.

Classification Maps

After the datasets were prepared, classification maps created using RF and SVM algorithms. While determining the model parameters in coding, classification was started by using default parameters, then these parameters were changed by trial-and-error method until achieving the highest classification accuracy. After classification, cropping process was carried out using the shp file showing the district borders of Ipsala. The classification maps created by the RF and SVM algorithms based on the selected model parameters are given in Figure 4.



(a) RF classification (b) SVM classification
Figure 4. Machine learning classification maps

The error matrices of both algorithms were calculated. Accordingly, the error matrix for the SVM classification is given in Table 1.

Table 1. Error matrix for SVM classification
Çizelge 1. DVM için hata matrisi

	Water	Other vegetation	Settlement	Paddy Rice Area	User Accuracy
Water	46	2	2	0	0.92
Other vegetation	0	41	1	8	0.82
Settlement	0	2	45	3	0.90
Paddy Rice Area	0	25	36	39	0.39
User Accuracy	1.00	0.59	0.54	0.78	

As can be seen in Table 1, the model developed using the SVM algorithm correctly classified 39 out of 100 paddy rice areas used for validation. Of the remaining paddy rice areas, 25 were misclassified as other vegetation and 36 as settlements. When other statistics are examined, PA and UA were obtained in the water class. The lowest PA was obtained in the paddy rice area classification,

and the lowest UA was obtained in the settlement class. The GA of the model was approximately 69%. In other words, only 69% of the 250 data used for validation belong to the correct class. The KC, which expresses the agreement between the classified data, was determined as 0.584 in the SVM algorithm. Landis and Koch (1977) suggested Table 2 in the evaluation of the kappa coefficient.

Table 2. Kappa coefficients interpretation
Çizelge 2. Kappa katsayılarının yorumu

Kappa coefficient	Status
<0	Very Bad
0.01 – 0.20	Insignificant
0.21 – 0.40	Poor
0.41 – 0.60	Average
0.61 – 0.80	Good
0.81 – 1.00	Very Good

Considering Table 2, it is seen that the agreement between the data is at a moderate level. All the evaluation parameters obtained; it is seen that the SVM algorithm is insufficient in classifying 4 different classes of land use in this study.

Similarly, the error matrix created for the RF algorithm is given in Table 3. In the classification made with the RF algorithm, it is seen that 97 out of 100 paddy areas are correctly classified. In addition, GA rate was 93%. Considering the KC, a very high fit value of 0.89 was obtained. Higher values of PA and UA were obtained based on the SVM algorithm. Both accuracy values of the paddy rice class are quite high.

Table 3. Error matrix for RF classification
Çizelge 3. RO için hata matrisi

	Water	Other vegetation	Settlement	Paddy Rice Area	User Accuracy
Water	48	2	0	0	0.96
Other vegetation	0	47	0	3	0.94
Settlement	0	10	39	1	0.78
Paddy Rice Area	0	2	1	97	0.97
User Accuracy	1.00	0.77	0.98	0.96	

The RF algorithm yielded more successful results based on all statistical parameters. Therefore, the area value obtained by this algorithm is used in the calculation of irrigation water requirement. The areas of each class calculated by the RF are given in Table 4.

Table 4. Calculated areas
Çizelge 4. Hesaplanan alanlar

Algorithm	Area (km ²)			
	Water	Other Vegetation	Settlement	Paddy Rice Area
RF	147.03	326.70	59.06	221.92

According to the data obtained from the IDDAF for 2021, the declared paddy rice cultivation area was 194,23 km². However, this data is based on the farmer's declaration as stated above. It is known that mostly declared statements do not represent real production areas (Sitokonstantinou et al., 2021; Xu et al., 2021). As can be seen here, 27.69 km² more paddy rice cultivation was calculated in Ipsala district in 2021 than declared. Comparative analysis of models for paddy rice mapping classification is given Table 5.

Table 5. Comparative analysis of models for paddy rice mapping
Çizelge 5. Çeltik haritalaması için modellerin karşılaştırmalı analizi

Author	Model	Image Property	General accuracy
Onojeghuo et al., 2018	SVM and RF	Sentinel-1 and Landsat	0.82 – 0.97
Thorp and Drajat, 2021	Recurrent neural network (RNN)	Sentinel-1 and Sentinel-2	0.76 – 0.80
Sitokonstantinou et al., 2021	K-means and RF	Sentinel-1 and Sentinel-2	0.87 – 0.97
Torbick et al., 2017	RF	Sentinel-1, Landsat-8 OLI and PALSAR-2	0.78
Nguyen et al., 2016	Decision Tree (DT)	Sentinel-1	0.87

As can be seen in Table 5, The GA of the proposed study is promising when compared to previous studies. GA can be increased by using more images in the training set. This causes an overfitting problem in the model.

After the actual paddy rice cultivation area was determined using Sentinel 2 satellite image and RF algorithm, the paddy rice water requirement was calculated based on the climatic conditions of the region according to both the traditional ponding method and the drip irrigation method. As explained in the method section, it is stated that the application of the ponding method in regional conditions is 5,580 mm (Nar et al., 2018). This figure reveals an irrigation application of more than 4,000-5,000 mm as reported in Özgenç and Erdoğan (1988). In fact, these amounts are almost double the water required by the paddy rice plant, even in ponding irrigation. Demirel et al., (2020) used 2,444 mm of water for paddy rice in their study in Edirne, where they applied the ponding method in a controlled study. Therefore, an excessive amount of water consumption is observed in paddy rice production. The same researchers stated that total irrigation water amount would decrease up to 1,220 mm in application of subsurface drip irrigation. Nar et al., (2018) also calculated the amount of water required for paddy rice irrigation with drip irrigation as 1,375 mm, which is compatible with other literature. The irrigation water requirements in the current situation in case of using drip irrigation application, which were calculated and summarized in Table 6.

Table 6. The amount of water used in 3 different irrigation systems
Çizelge 6. Üç farklı sulama sisteminde kullanılan su miktarları

		Subsurface Drip Irrigation (m ³)	Drip Irrigation (m ³)	Ponding Irrigation (m ³)
Official area (km ²)	194.23	0.237×10 ⁹	0.267×10 ⁹	1.080×10 ⁹
Calculated area (km ²)	221.92	0.271×10 ⁹	0.305×10 ⁹	1.240×10 ⁹

As summarized in Table 6, approximately 4,6 times more water is consumed comparing to subsurface drip irrigation, and 4.1 times more than drip irrigation, by ponding method in paddy rice cultivation areas in a production season.

It is normal to have yield losses with drip irrigation method. Nar et al., (2018) reported the yield losses encountered in drip irrigation in the study region. They stated that while the yield of 708 kg da⁻¹ was obtained in the ponding irrigation method in which 5,580 mm of water was applied, this yield decreased to 576 kg da⁻¹ with drip irrigation. However, it should be considered that the area that can be irrigated under current conditions increases more than 4 times with the drip irrigation method. Therefore, since the area to be planted may increase during the total production season, this 19% decrease in yield can be compensated. In addition, it is thought that the high amounts paid for irrigation labor will be minimized by the drip irrigation method. It is stated that with the decrease in field preparation practices, labor, diesel and time savings will be achieved. This, in turn, will reduce the cost of expenses, which are the most important for farmers.

Conclusions

There is a difference of 27.69 km² between the paddy rice cultivation areas calculated in this study and the official data. There will be a large margin of error when planning irrigation. Such a difference is very important in the calculation of paddy rice cultivation areas, or more generally in agricultural production planning. In system planning, subsurface drip irrigation corresponds to an incorrect capacity calculation of 33.8, 38.1 and 155 million m³ in drip irrigation and ponding methods, respectively. Therefore, it is seen that the capacity, area, and consumption values calculated by machine learning methods obtained with satellite images in real time will be very useful in regulations and studies related to drought that arises due to global climate change.

Acknowledges: We would like to thank İpsala District Directorate of Agriculture and Forestry for providing the dataset.

Authors' Contributions

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

Conflicts of Interest Statement

The authors declare no competing interests.

References

- Anonim, 2003. Rice Irrigation in the Near East: Current Situation and Prospects For Improvement. FAO Regional Office for the Near East Cairo, Egypt. 1-23.
- Beşer, N., Sürek, H., 2009. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Damla sulama araştırmaları projesi sonuç raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne.
- Blake, L., Warner, T.A., 2014. The information milieu of remote sensing: an overview. *Reference Services Review*. 42(2):351-363.
- Bouman, B.A.M., Lampayan, R.M., Tuong, T.P., 2007. Water Management in Irrigated Rice: Coping with Water Scarcity. International Rice Research Institute, Los Banos.
- Breiman, L., 2001. Random forests. *Machine learning*. 45(1):5-32.
- Chung, M., Jung, M., Kim, Y., 2019. Wildfire damage assessment using multi-temporal Sentinel-2 data, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. 42(3/W8): 97-102.
- Darryl, B., Virkler, L., 2016. Farm to Table: The Essential Guide to Sustainable Food Systems for Students, Professionals, and Consumers; Chelsea Green Publishing: Hartford, VT, USA, 2016.
- Delibaş, L., Yüksel, A.N., Albut, S., İstanbulluoğlu, A., Konukcu, F., Kocaman, İ., 2010. Meriç Ergene Sularının İpsala Çeltik Alanlarındaki Toprak Kirliliği ve Besin Zinciri Üzerine Etkileri. TÜBAP – 715 Proje Sonuç Raporu, Tekirdağ.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., Tatar, Ö., Nar, H., Boran, A., Eroğlu, İ., Genç, L., 2020. Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 25(2):108-121.
- Dereli, M., 2019. Sentinel-2A uydu görüntüleri ile Giresun il merkezi için kısa dönem arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 19(2):361-368.
- ESA, 2022. Spectral Signatures. European Space Agency. https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_EN/SEMPNQ3Z2OF_0.html, (13.06.2023).
- Gençtan, T., Çölgeçen, M., Başer, İ., 1995. Sıcak İklim Tahılları Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi, 429-448, 1995.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Remote Sensing of Environment Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sens. Environ*. 2017, 202.
- IRRI, 1998. Sustaining Food Security Beyond the Year 2000: A Global Partnership for Rice Research, IRRI Rolling Medium-Term Plan 1999-2001. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Jansing, M.S., Mahichi, F., Dasanayake, R., 2020. Sustainable irrigation management in paddy rice agriculture: a comparative case study of Karangasem Indonesia and Kunisaki Japan. *Sustainability*. 2020(12):2-16. 1180.
- Jensen, J.R., 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, 2nd ed.; Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2007.

- Kim, H-C., Pang, S., Je, H-M., Kim, D., Bang, S.Y., 2003. Constructing support vector machine ensemble. *Pattern Recognition*. 36 (2003): 2757 – 2767.
- Klemm, W., 1999. Water saving in rice cultivation. In: *Assessment and Orientation Towards the 21st Century. Proceedings of 19th Session of the International Rice Commission, Cairo, Egypt, 7–9 September 1998.* FAO, Rome, pp. 110–117.
- Köksal, E.S., 2007. Sulama suyu yönetiminde uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22(3):306-315.
- Landis, J.R., Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 33:159-74.
- Mohri, M., Rostamizadeh, A., Talwalkar, A., 2018. *Foundations of machine learning*: MIT press.
- Nar, H., Çamoğlu, G., Demirel, K., 2018. Çeltikte damla sulama ile su tutma bariyerinin kullanımı. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 6(2): 73-82.
- Nguyen, D.B., Gruber, A., Wagner, W., 2016. Mapping rice extent and cropping scheme in the Mekong Delta using Sentinel-1A data. *Remote Sensing Letters*. 2016 (7): 1209–1218.
- Onojeghuo, A. O., Blackburn, G. A., Wang, Q., Atkinson, P. M., Kindred, D., Miao, Y., 2018. Mapping paddy rice fields by applying machine learning algorithms to multi-temporal Sentinel-1A and Landsat data. *International journal of Remote Sensing*. 39(4): 1042-1067.
- Özgenç, N., Erdoğan, F.C., 1988. DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 88-91.
- Özşahin, E., 2016. CBS kullanılarak çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirmesi: Hayrabolu deresi havzası (Trakya yarımadası) örneği. *Journal of Agricultural Sciences*. 22(216): 295-306.
- Pfeifer, M., Disney, M., Quaife, T., Marchant, R., 2012. Terrestrial ecosystems from space: A review of earth observation products for macroecology applications. *Global Ecology and Biogeography*. 2012(21):603-624.
- Pradhan, A., 2012. Support Vector Machine – A survey. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2(8):82-85.
- Roy, D.P., Wulder, M.A., Loveland, T.R., Woodcock, C.E., Allen, R.G., Anderson, M.C., Scambos, T.A., 2014. Landsat-8: Science and product vision for 122 terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*. 145:154-172.
- Ruuska, S., Hämäläinen, W., Kajava, S., Mughal, M., Matilainen, P., Mononen, J., 2018. Evaluation of the confusion matrix method in the validation of an automated system for measuring feeding behaviour of cattle. *Behavioural Processes*. 148(2018):56-62.
- Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A., Skakun, S., 2017. Large scale crop classification using Google earth engine platform, 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2017: 3696-3699.
- Sitokostantinou, V., Koukos, A., Drivas, T., Kontoes, C., Papoutsis, I., Karathanassi, V.A., 2021. Scalable Machine Learning Pipeline for Paddy Rice Classification Using Multi-Temporal Sentinel Data. *Remote Sensing*. 13(9):1769.
- Sürek, H., 2002. *Çeltik Tarımı Kitabı*. Hasad Yayıncılık. İstanbul.
- Tassi, A., Vizzari, M., 2020. Object-Oriented LULC classification in Google Earth Engine combining SNIC, GLCM, and machine learning algorithms. *Remote Sensing*. 2020(12): 3776.
- Thorp, K. R., Drajat, D. 2021. Deep machine learning with Sentinel satellite data to map paddy rice production stages across West Java, Indonesia. *Remote Sensing of Environment*. 265: 112679.
- Torbick, N., Chowdhury, D., Salas, W., Qi, J., 2017. Monitoring rice agriculture across Myanmar using time series Sentinel-1 assisted by Landsat-8 and PALSAR-2. *Remote Sens*. 9: 119.
- Tuna, B., 2012. Trakya koşulları çeltik (*Oryza Sativa L.*) tarımında farklı sulama uygulamaları ve su-verim-kalite ilişkilerinin belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Xu, L., Zhang, H., Wang, C., Wei, S., Zhang, B., Wu, F., Tang, Y., 2021. Paddy rice mapping in Thailand using time-series sentinel-1 data and deep learning model. *Remote Sensing*. 13(19): 3994.
- Yiğit, A.Y., Uysal, M., 2021. Yüksek çözünürlüklü insansız hava aracı (İHA) görüntülerinden karayolların tespiti. *BEU Journal of Science*. 10 (3): 1040-1054.



Araştırma Makalesi/Research Article

Çanakkale’de Limoni Servilerde Kanser Etmeni *Seiridium cardinale*’nin Yaygınlığının Saptanması, Morfolojik ve Patojenik Karakterizasyonu

Arjin Öndeş¹ 

Figen Mert^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: fmert@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.05.2023

Kabul Tarihi: 12.07.2023

Öz

Servi kanserine sebep olan *Seiridium cardinale* (W.W. Wagener)’nin Çanakkale’de limoni servilerde (*Cupressus macrocarpa* cv. Goldcrest) yaygınlığı, hastalık oranının saptanması, morfolojik ve patojenik karakterizasyonun yapılması amacıyla 2021-2022 yılları arasında sörvey gerçekleştirilmiştir. Etmenin sörvey alanının tamamında var olduğu ve hastalık oranının % 1.65 olduğu belirlenmiştir. Ana gövde veya yan dallarda geriye doğru ölüm, dal veya gövdede kanser oluşumu, kabuk dokusunda çatlama ve zamklanma ile acervulus oluşumu hastalığın teşhisinde önemli belirtiler olmuştur. Etmenin 5 farklı fungal besin ortamında ve 3 farklı sıcaklık derecesinde inkübe edilmesiyle, koloninin en iyi 25°C’de malt ekstrakt agar (MEA) ve patates dekstroz agarda (PDA) geliştiği saptanmıştır. Fungusun PDA besin ortamında kirli beyaz, gri renk koloni oluşturduğu, koloninin altının ise pembemsi turuncu, somon renkli olduğu gözlemlenmiştir. Patojenisite çalışmalarında test edilen izolatların tamamının virulent olduğu saptanmıştır. Çanakkale’de tercih edilen diğer koniflere olan etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada *Cupressocyparis leylandii*, *C. arizonica* cv. Greene ve *C. sempervirens* cv. Strict’de hastalık belirtileri gözlenmiş, fakat *Thuja occidentalis* cv. Smaragd, *T. orientalis* cv. Aurea compacta Nana ve *Pinus pinea* fidanlarında semptom oluşumu gözlenmemiştir. Bu sonuçlar Türkiye’de servi kanserinin limoni servilerde yaygınlığını ve patojenik karakterizasyonunu rapor eden ilk çalışma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: *Cupressus macrocarpa*, *Seiridium cardinale*, servi kanseri hastalığı, servi

Prevalence, Morphological and Pathogenic Characterization of *Seiridium cardinale* Associated Canker in Goldcrest Cypress in Çanakkale

Abstract

A survey was conducted between 2021-2022 in Çanakkale in order to determine the prevalence, morphological and pathogenic characterization of *Seiridium cardinale* (W.W. Wagener) in goldcrest cypress (*Cupressus macrocarpa* cv. Goldcrest). All surveyed areas were infested with the cypress cancer; disease rate was 1.65 %. Dieback of the main trunk or side branches, cancer formation in the branch or trunk, cracking and gummosis of the bark tissues and the formation of acervuli were characteristic signs for the diagnosis of the disease. An assay was established in order to find out the best fungal media and incubation temperature for optimum growth of the fungus. It was determined that the colonies of the fungus grew best on malt extract agar (MEA) and potato dextrose agar (PDA) among the five fungal media and the optimum incubation temperature was 25°C. It was observed that the fungus formed a dirty white, gray color colony in PDA medium, and underneath of the colony was pinkish orange-salmon colored. In pathogenicity studies, all tested isolates were found to be virulent. A pathogenicity test was also conducted to investigate the reaction of several conifers in Çanakkale. *Cupressocyparis leylandii*, *C. arizonica* cv. Greene ve *C. sempervirens* cv. Strict were susceptible to the pathogen producing disease symptoms at inoculation site, whereas, *Thuja occidentalis* cv. Smaragd, *T. orientalis* cv. Aurea compacta Nana ve *Pinus pinea* produced no disease symptoms. This is the first research demonstrating distribution and pathogenic characterization of the cypress cancer in Turkey.

Keywords: *Cupressus macrocarpa*, *Seiridium cardinale*, cypress cancer, cypress

Giriş

Servigiller olarak bilinen Cupressaceae familyası yaklaşık 140 tür içermektedir. *Cupressus* cinsi 12 tür içerir ve Monterey servi olarak da bilinen *Cupressus macrocarpa* (*Hesperocyparis macrocarpa*) her iki yarımkürede de geniş yayılım gösterir (Bean, 1981). Tür adını Kaliforniya'da bulunan Monterey Yarımadası'ndan almaktadır. *C. macrocarpa*'nın süs bitkisi olarak kullanılan birçok çeşidi vardır. Bunlardan biri, yaprakları ovuşturulduğunda limon kokusu veren ve halk arasında limoni servi olarak da bilinen *C. macrocarpa* cv. Goldcrest çeşididir (Sarı ve Karaşah, 2021). Limoni servi süs bitkisi olup, çarpıcı renkleri nedeniyle bahçe düzenlemelerinde tercih edilen bir çeşittir (Cabrera ve ark., 2007). Uzun sıralar halinde dikildiğinde etkili bir rüzgar siperi veya çit görevi görebilir.

Servilerde *Armillaria mellea*, *Phomopsis occulta*, *P. juniperovora* ve *Pestalotiospsis funerea* gibi fungal patojenlerin hastalık oluşturduğu bildirilmektedir (Danti ve ark., 2013). *C. macrocarpa*'nın dünyada belki de en önemli hastalığı "gummosis" olarak da bilinen, kanserin yanı sıra gövde ve dallarda reçine salgılarıyla karakterize edilen servi kanseridir (Birch, 1933). Servi kanserine sebep olan 3 tür içerisinde en tehditkâr olanın *Seiridium cardinale* (W.W. Wagener) B. Sutton & I.A.S. Gibson olduğu bildirilmektedir (Graniti, 1986).

S. cardinale, oldukça yıkıcı bir fungus olup enfekte ettiği bitkilerde ciddi hasarlara neden olmaktadır. Etmen ilk olarak 1927 yılında Kaliforniya'da Wagener tarafından *Coryneum cardinale* olarak Monterey servide rapor edilmiştir (Wagener, 1928); daha sonra Sutton ve Gibson (1972) *Seiridium cardinale* olarak tekrar isimlendirmişlerdir. Kaliforniya'da ilk kez tespit edildikten sonra hastalık sırasıyla Yeni Zelanda'da (Birch, 1933), Fransa'da (Barthelet ve Vinot, 1944), İtalya'da (Grasso, 1951) ve Arjantin'de (Saravi-Cisneros, 1953), Kuzey Yunanistan'da ve Girit adasında sınırlı alanlarda (Xenopoulos ve Diamandis, 1985), Avustralya'da (Grasso ve Ponchet, 1979), Fas'ta (Danti ve ark., 2009) ve Sırbistan'da (Milenković ve ark., 2022) rapor edilmiştir.

Fungusun Türkiye'deki varlığı *C. sempervirens* ağaçlarında simptomolojik gözlemlere dayanarak ilk olarak Sümer (1987) tarafından bildirilmiştir. Raporda Marmara ve Ege kıyıları doğal ormanlarında kanser oluşumu ve reçine akıntısı ile geriye doğru ölümün gözlemlendiği ifade edilmiştir; fakat gözlemler laboratuvar çalışmalarıyla desteklenmemiştir. Mert ve ark. (2022) fungusun morfolojik ve moleküler tanımlanmasını ilk kez limoni servilerde rapor etmiştir.

Ülkemizde limoni servi gerek çit bitkisi gerekse rekreasyon amacıyla çok fazla kullanılmaktadır. Ayrıca parklarda ve özel mülklerde; bahçe düzenlemesinde, grup halinde ya da birkaç tane olarak sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Hastalığın il genelinde yaygın olarak gözlenmesinden dolayı bu çalışma yürütülmüştür. Yapılan bu çalışmada (i) Çanakkale ilindeki limoni servilerde servi kanserine sebep olan *S. cardinale*'nin yaygınlığını ve hastalık oranını saptamak, (ii) izolatların *in vitro*'da farklı besin ortamları ve sıcaklıklarda gelişimlerini gözlemlemek, (iii) izolatların virülensliğini araştırmak ve (iv) Çanakkale'de çok fazla dikilen konifer türlerinin hastalık etmenine reaksiyonunu tespit etmek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Sörvey Alanlarında Hastalık Oranının Saptanması ve İzolasyon

Sörvey çalışmaları 2021-2022 yılında Çanakkale Merkez, Gelibolu, Eceabat ve Lapseki ilçeleri kıyı şeridinde bulunan ticari çiçek seralarında, site bahçelerinde, halka açık parklarda ve bahçelerde gerçekleştirilmiştir. Çanakkale'de servi kanseri hastalığının yaygınlığı ve hastalık oranının saptanması amacıyla hastalık simptomlarının kolayca çıplak gözle görülebilir olduğu bahar ile yaz ayları tercih edilmiştir. Sörvey yapılan alanlarda toplam bitki sayısı ile hastalıklı bitki sayısı not edilmiştir. Toplamda 54 farklı lokasyonda gözlem yapılmıştır. Yüzde hastalık oranı Kranz ve Rotem (2012)'in önerdiği şekilde, sörvey yapılan hastalıklı örnek sayısının, incelenen toplam örnek sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Formül 1).

$$\text{Hastalık oranı (\%)} = \frac{\text{Hastalıklı örnek sayısı}}{\text{İncelenen toplam örnek sayısı}} * 100 \quad (1)$$

Limoni servi çoğunlukla çit bitkisi olarak kullanıldığı için sık dikim yapılmaktadır. Etmenin yara paraziti olması, örnekleme esnasında sağlıklı bitkilerde açılan yaraların enfeksiyona açık olabileceği ve etik kaygılardan dolayı sağlıklı görülen ağaçlardan örnek alınamamıştır. Hastalık

sörveylerinin yapıldığı alanlardan sadece kanser ve/ya reçine akıntısı belirtisi gösteren ağaçlardan hastalıklı örnekler alınmış, belirti göstermeyen bitkilerden örnekleme yapılmamıştır.

Hastalıklı bitkilerin gövdelerinde kanser belirtisi gösteren bitkilerden örnek alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Odun dokusunu da içerecek şekilde alınan yaklaşık 1 cm parçacıklar %2'lik NaOCl'de 2 dakika yüzeysel olarak sterilizasyona tabi tutulmuş ve 2 kez steril saf suda durulanmıştır. Kuruması sağlanan parçacıklar patates dekstroza agar (PDA) besin ortamına aktararak 25°C'de inkübe edilmiştir (Danti ve ark., 2014).

***Seridium cardinale*'nin Morfolojik Karakterizasyonu**

Fungusun farklı besin ortamı ve inkübasyon sıcaklığında koloni morfolojilerinin saptanması amacıyla PDA, malt extract agar (MEA), Czapek Agar, DRBC agar ve DG18 besin ortamları ile 3 farklı inkübasyon sıcaklığı (21, 25 ve 28°C) kullanılmıştır. Bu amaçla izole edilen *S. cardinale* izolatları arasından rastgele bir izolat seçilmiş ve çalışmada kullanılmıştır. Bu amaçla MEA'da geliştirilmiş 14 günlük kolonilerden 10 mm'lik fungal diskler besin ortamının ortasına yerleştirilmiş, kenarları parafilm ile kapatılarak belirtilen sıcaklıklara ayarlanmış inkübatörlerde 14 gün inkübe edilmiştir. Deneme sonunda her bir koloninin en uzun ve kısa çaplarının ortalamaları alınmıştır. Deneme her bir ortam ve sıcaklık için 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Etmenin besin ortamında acervulus oluşumunu teşvik etmek için ise mısır unu agar ortamı (CMA) kullanılmıştır.

İzolatların Patojenik Karakterizasyonu

İzolatların virülensliklerini saptamak için rastgele seçilen 3 izolat ile patojenisite testi uygulanmıştır. Saksıda bulunan yaklaşık 2 yaşında olan limoni servi fidanlarının topraktan yaklaşık 30 cm yüksekliğinde ana gövdede bulunan yapraklar ve yan dallar inokulasyonu engellemeyecek şekilde uzaklaştırılmıştır. Ana gövdede 1 cm çapında cork borer yardımıyla açılan kabuk dokusu uzaklaştırılmış ve PDA'da gelişmekte olan 14 günlük taze kültürlerden alınan 1 cm çapında diskler odun dokusuna, miselyum yaraya temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Disklerin üstü nemli pamuk ile kapatılmış daha sonra parafilm ile kaplanmıştır. Negatif kontrol fidanları için steril PDA ile aynı işlem uygulanarak inokulasyon yapılmıştır (Madar ve ark., 1990). İnokulasyondan 8 hafta sonra hastalık oluşumu gözlemlenmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre her izolat için 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur (Tsopelas ve ark., 2007).

Farklı Konukçu Reaksiyonlarının Saptanması

Çanakkale'de rekreasyon amacıyla sıklıkla dikilen diğer Konifer bitkilerde *S. cardinale*'nin hastalık oluşturup oluşturmadığını saptamak amacıyla *Cupressus sempervirens* cv. Stricta (kalem servi), *C. arizonica* cv. Greene (mavi servi), *Cupressocyparis leylandii* (leylandi), *Thuja orientalis* cv. Aurea compacta Nana (topalak mazı), *T. occidentalis* cv. Smaragd (batı mazısı) ve *Pinus pinea* (fıstık çamı) tür ve çeşitleri kullanılmıştır. İnokulasyon çalışmaları "İzolatların Patojenik Karakterizasyonu" bölümünde anlatıldığı gibi yapılmış ve hastalık oluşumu inokulasyondan 6 hafta sonra gözlemlenmiştir (Madar ve ark., 1990). Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre her izolat için 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Limoni Servilerde Hastalık Simptomları

Sörvey alanlarında ilk göze çarpan hastalık belirtisi genç dallarda veya ana gövdede geriye ölüm belirtisi olmuştur (Şekil 1A). Hastalıklı bitkilere daha yakından bakıldığında enfeksiyon noktasının etrafındaki canlı ve genç dalların kabuğunda kızarma veya esmerleşme belirgin simptomlar arasında olmuştur. Enfekteli alanda uzunlamasına çatlaklar ve bu çatlaklardan yoğun reçine akıntısı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1B). Kanseri oluşumunun gözlemlendiği dokularda yoğun reçine akıntısının olduğu yerlerde fungusun oluşturduğu acervulusların çıplak gözle görülebilmektedir. Tüm bu simptomolojik gözlemler daha önce rapor edilen tanımlarla uygunluk göstermiştir (Graniti, 1986; Mert ve ark., 2022).



Figure 1. Disease symptoms in plants infected with *Seiridium cardinale*: (A) Dieback symptoms, (B) Gummosis at infection sites.

Şekil 1. Sörvey alanlarında *Seiridium cardinale* ile enfekte olmuş bitkilerde simptom oluşumu: (A) Geriye ölüm belirtileri, (B) Enfekteli bölgede zamklanma.

Çanakkale’de *Seiridium cardinale*’nin Hastalık Oranının Saptanması

Simptomolojik olarak yapılan gözlemlerde hastalığın sörvey alanlarının tümünde var olduğu tespit edilmiştir. Çalışma esnasında 1631 bitkide gözlem yapılmış, 27 bitki hastalık belirtisi göstererek hastalıklı dokulardan etmen izole edilmiştir. Hastalık belirtisi göstermeyen bitkilerden örnek alınmamış olup temiz olarak not edilmiştir. Simptomolojik gözlemlere dayalı olarak alınan örneklerden yapılan izolasyonlarda Çanakkale Merkez ilçede hastalığın bulunma oranı %1.68 iken, Lapseki, Gelibolu ve Eceabat ilçeleri sörvey alanlarında sırasıyla %2.25, %1.8 ve %50 olmuştur (Çizelge 1).

Sörvey alanlarında servi kanseri gözlemleri tamamıyla simptom gösteren bitkilere göre yapılmıştır. Etmenin yara paraziti ve bitkinin çok yıllık olmasından dolayı etik kaygılarla sistematik örnekleme yapılamamıştır. Dolayısıyla sörvey alanlarında hastalık oranının Çizelge 1’de verilen oranlardan daha fazla olabileceği düşünülmektedir.

Table 1. Prevalence of *Seiridium cardinale* in goldcrest cypress in the Çanakkale Province.

Çizelge 1. Çanakkale ilinde limoni servilerde *Seiridium cardinale* ’nin yaygınlık oranı.

Sörvey alanı	Toplam bitki sayısı	Hasta bitki sayısı	Hastalık Oranı (%)
Çanakkale Merkez, park ve bahçeler	1188	20	1,68
Lapseki Merkez, park ve bahçeler	222	5	2,25
Gelibolu Merkez, park ve bahçeler	53	1	1,80
Eceabat, Kilitbahir köyü	2	1	50,00
Toplam bitki sayısı	1631	27	1,65

Seiridium cardinale’nin İzolasyonu ve Morfolojik Karakterizasyonu

Hastalıklı dokulardan izole edilerek saflaştırılan koloniler PDA’da ilk aşamada kirli beyaz, açık grimsi daha sonra ise koyu grimsi renge dönüştüğü, petrinin alt kısmının ise somon renginden, turuncumsu pembe, açık turuncu renklerde olduğu gözlemlenmiştir. Oda sıcaklığında CMA’da gelişen koloniler 2 aylık periyot sonunda tam olgun acervulus oluşturmuştur. Mikroskopik incelemede konidilerin fusiform şeklinde, düz veya hafif kavisli olduğu, ayrıca herhangi bir uzantı içermeyen konik uç hücreler ve dört medyan hücre görünümünde, sarı-kahverenginde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2). Hastalıklı bitkilerden alınan acervuluslardaki konidiler ile, *in vitro*’da gelişenlerin paralellik

gösterdiği saptanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda konidilerin morfolojik yapısı rapor edilmiştir (Bonthond ve ark, 2018; Mert ve ark., 2022).

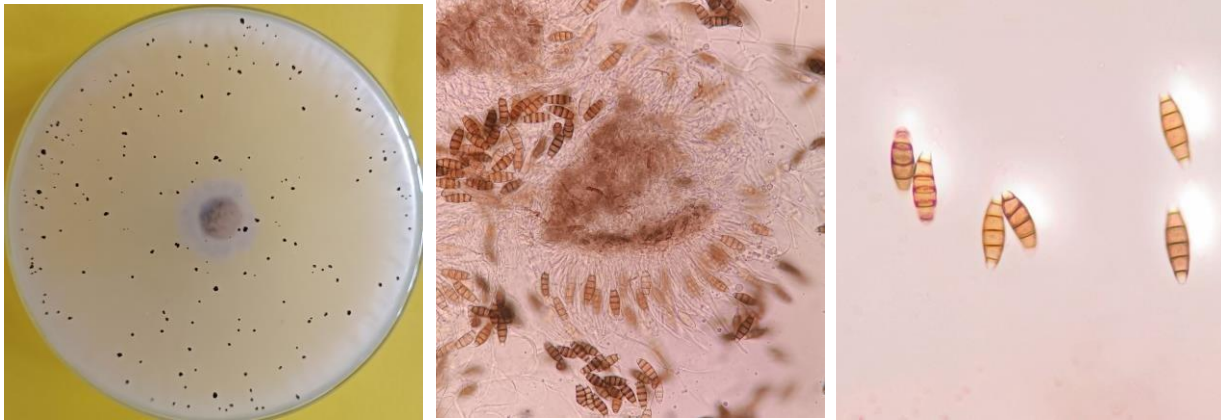


Figure 2. Dark colored acervuli produced by *Seiridium cardinale* on CMA medium (left): acervulus and macroconidia on light microscopy (middle); conic apical cells with four median cells of conidia (right).

Şekil 2. *Seiridium cardinale*'nin CMA (mısırunu agar) ortamında oluşturduğu koyu renkli acervuluslar (solda); ışık mikroskopunda acervulusun ve makrokonidilerin görünümü (ortada), konik uç hücrelerle birlikte dört medyan hücreli konidiler (sağda).

Seiridium cardinale'nin Farklı Ortam ve Sıcaklıklarda Gelişim Karakteristiği

Fungal besin ortamı fark etmeksizin farklı sıcaklık değerleri açısından karşılaştırıldığında fungusun 25°C'de en iyi geliştiği görülmektedir (Çizelge 2). Bir alt ve bir üst sıcaklıklar olan 21°C ve 28°C'lerde ise koloni çapları benzer olup, 25°C'de gelişenlerden daha küçük çapa sahip olmuştur. Fungusun her 3 sıcaklık değerinde PDA ve MEA'da diğerleriyle kıyaslandığında daha iyi geliştiği gözlenmiştir. Böylece optimum gelişmenin MEA ve PDA'da 25°C'de olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Farklı ortam ve sıcaklıklarda *Seiridium cardinale*'nin koloni çapları (cm).

Table 2. Colony diameters of *Seiridium cardinale* at different culture media and temperature (cm).

Ortamlar/Sıcaklık	21 °C		25 °C		28 °C	
	Ort±Sh		Ort±Sh		Ort±Sh	
Czapek	3.30±0.25*	bc	4.48±0.13	b	3.93±0.13	b
PDA	4.88±0.22	a	6.50±0.94	a	5.20±0.64	a
MEA	4.50±0.52	a	6.50±0.96	a	4.60±0.33	ab
DG18	2.50±0.42	c	2.40±0.14	c	2.90±0.59	c
DRBC	3.48±0.36	b	4.72±0.86	b	4.07±0.05	b

Her sıcaklık için farklı ortamlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). *Sh: standart hata

Farklı besi ortamlarında koloni karakteristiği açısından değerlendirildiğinde MEA'da koloninin ön yüzünde kirli beyaz, arka yüzünde ise somon renginden, turuncumsu pembe, açık turuncu rengi olduğu gözlemlenmiştir. Miselyum daha yüzeysel gelişmiş, koloni marjinaleri düz olarak büyüme göstermiştir. PDA ortamında koloni rengi ön yüzünde, koloni içten dış doğru koyu griye açık gri rengine sahip, arka yüzünde somon rengi, açık turuncu olduğu gözlemlenmiştir. Koloni marjinaleri düz gelişmiştir; ayrıca koloni merkezinde kabarık miselyal gelişim olduğu görülmüştür. Czapek ortamında koloni marjinalerinin irregüler geliştiği, ön yüzünün kirli koyu gri rengine sahip, arka yüzü koloni ortası siyahtan krem rengine geçiş yapan bir görünüme sahip olduğu görülmüştür. DG18 ortamında, kalın yoğun koloniye sahip bir şekilde gelişim göstermiştir. Koloni rengi açık griye devam eden renklerde olduğu görülmüştür. DRBC ortamında fungal koloninin ön yüzü kirli beyaz koloni

rengine sahip, arka yüzünde somon renginden, turuncumsu pembe, açık turuncu olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3).

Bonthond ve ark. (2018) farklı besin ortamlarında *S. cardinale* koloni gelişimi 22°C 'de 14 günlük inkübasyon sonucunda incelenmiştir, çalışmada besin ortamı olarak PDA, CMA, SNA (sentetik nutrient agar) ve MEA kullanmışlardır. Çalışma sonucundan 22°C 'de 14 gün sonunda CMA besin ortamında en iyi geliştiğini rapor etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada CMA'da fungal koloniler karakteristik koloni oluşturmamıştır, fakat acervulus oluşumunu teşvik eden bir ortam olduğu saptanmıştır.

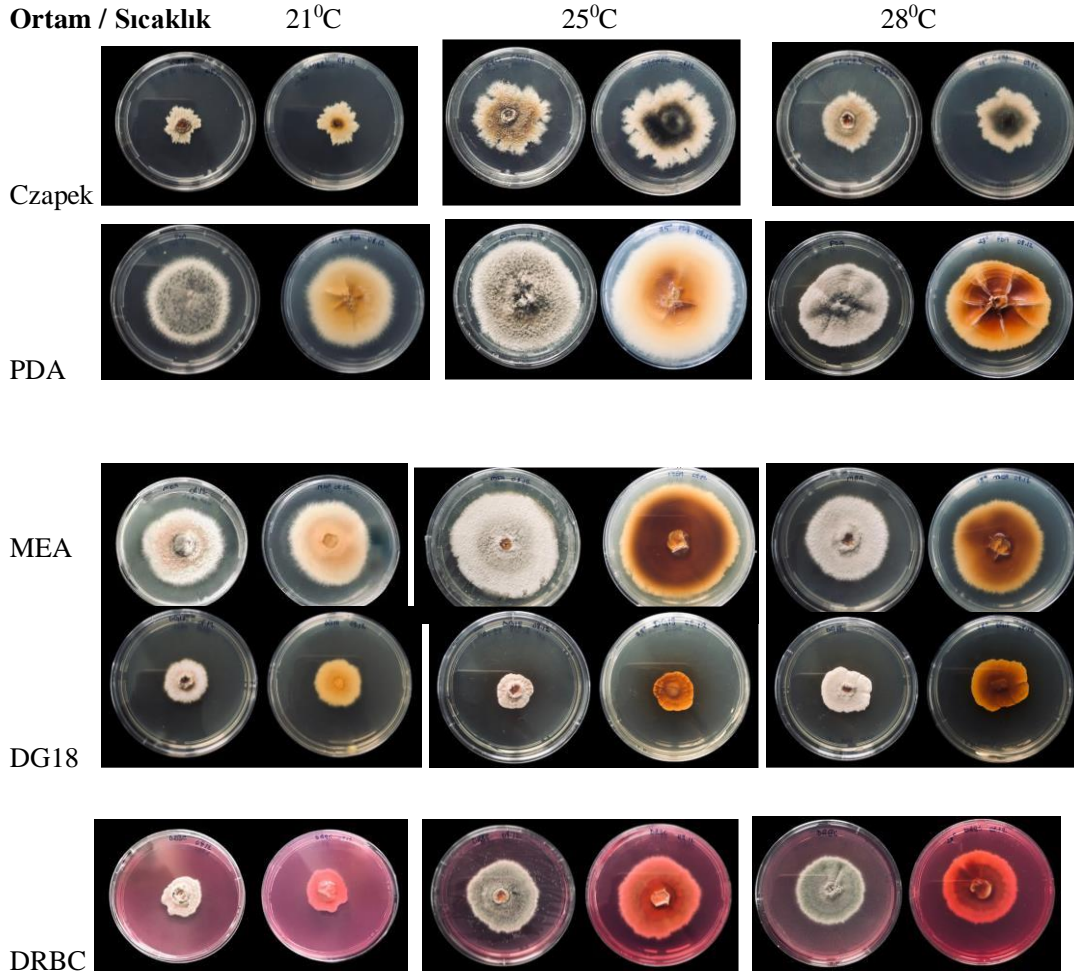


Figure 3. Colony morphology of *Seiridium cardinale* at 3 incubation temperatures and on five fungal media (PDA, MEA, Czapek Agar, DRBC agar and DG18).

Şekil 3. *Seiridium cardinale*'nin ekimden 14 gün sonra 3 inkübasyon sıcaklığı ve 5 farklı besin ortamında (PDA, MEA, Czapek Agar, DRBC agar ve DG18) koloni morfolojileri.

Patojenisite Çalışmaları

İzole edilen ve rastgele seçilen 3 izolat ile birlikte referans izolat DNR1 (Mert ve ark., 2022) patojenite çalışmalarında kullanılmıştır. Test edilen tüm izolatların patojen olduğu saptanmıştır. İnokulasyondan 2 ay sonra yapılan gözlemlerde inokulasyon noktasından yanlara, aşağı ve yukarı doğru kahverengileşme ve yoğunlaşan reçine akıntısı belirtileri gözlemlenmiştir (Şekil 4). Hastalanan dokulardan etmen tekrar izole edilebilmiştir.



Figure 4. Disease development following inoculation of goldcrest cypress with the *Seiridium cardinale* isolates (A: ATR5 izolatu B: referance izolat DNR1).

Şekil 4. *Seiridium cardinale* 'nin 2 farklı izolatu ile (A: ATR5 izolatu B: referans izolat DNR1) inoküle edilen limoni servi.

Limoni servilerde oldukça yıkıcı olan ve buldukları ortamda hızla yayılım gösteren servi kanserinin diğer bazı koniflere etkisini araştırmak amacıyla 6 farklı tür/çeşit ile bir çalışma daha yapılmıştır. Bitkilerin inokülasyonu sonucunda *C. leylandii* (leylandi), *C. arizonica* cv. Greene (mavi servi) ve *C. sempervirens* cv. Stricta (kalem servi)'de hastalık belirtileri gözlenmiş, dolayısıyla bu bitkilerde patojen olduğu saptanmıştır; fakat patojen site testine alınan *T. occidentalis* cv. Smaragd (Batı mazısı), *T. orientalis* cv. Aurea compacta Nana (Topalak mazı) ve *P. pinea* (Fıstık çamı) fidanlarında inokülasyon noktasında herhangi bir semptom oluşumu gözlenmemiştir (Şekil 5).

Oldukça duyarlı olan *C. macrocarpa*, diğer Amerikan türlerinden ve *C. sempervirens* gibi orta derecede duyarlı Akdeniz türlerinden, nispeten dirençli *C. glabra*'a kadar serviler tarafından çeşitli derecelerde duyarlılığı olabileceği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Graniti, 1998). Yapılan gözlemlerle test ettiğimiz 3 servi türünün *S. cardinale*'ye karşı diğer türlere göre daha hassas olması literatür ile paralellik göstermiştir. Jones (1954) *C. macrocarpa*'nın test edilen türler arasında servi kanserine karşı en hassas tür olduğunu rapor edilmiştir.

Graniti (1998) patojenin *Cupressus* spp. dışında *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Cupressocyparis*, *Juniperus*, *Thuja*'nın çeşitli türlerini ve Cupressaceae'nin ilgili cinslerini (ve melezlerini) etkilediğini belirtmiştir. Fakat bizim çalışmamızda yer alan *Thuja occidentalis*'in her iki çeşidinde de hastalık oluşumu gözlenmemiştir. Hastalık etmeninin yaygın olarak bulunduğu alanlarda servilere alternatif dikilebilecek konifer türlerinin hastalığa reaksiyonlarının saptanması önem arz etmektedir. Bu yüzden bundan sonra yapılacak çalışmalar denemenin tekrarlanması gerekmektedir. Çanakkale'de sıklıkla dikimi yapılan fıstık çamında *S. cardinale* enfeksiyon oluşturmamıştır; bu konuyla ilgili literatürde de bilgiye rastlanmamıştır.



Figure 5. Disease development on plants following inoculation with the ATR5 isolate of *Seiridium cardinale*. (A) *Cupressus sempervirens* cv. Stricta; (B) *C. arizonica* cv. Greene; (C) *Thuja occidentalis* cv. Smaragd; (D) *T. orientalis* cv. Aurea compacta Nana; (E) *Pinus pinea*; (F) *Cupressocyparis leylandii*.

Şekil 5. *Seiridium cardinale*'nin ATR5 izolatu ile inoküle edilen bitkilerde hastalık oluşumu (A) *Cupressus sempervirens* cv. Stricta; (B) *C. arizonica* cv. Greene; (C) *Thuja occidentalis* cv. Smaragd; (D) *T. orientalis* cv. Aurea compacta Nana; (E) *Pinus pinea*; (F) *Cupressocyparis leylandii*.

Sonuç ve Öneriler

S. cardinale ile ilgili yaygınlık, mücadele ve dayanıklılık konusunda sınırlı da olsa çalışmalar yapılmaktadır. Geniş konukçu dizini, hızlı yayılma ve gelişme yeteneği sayesinde ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Graniti, 1998). Mevcut kayıpların artışı etmenin popülasyon genetiğinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Servi kanserinin rekreasyon amacıyla kullanılan limoni servilerden doğal orman ekosistemine sıçrama böylece ormanlar için tehdit oluşturma potansiyeli vardır. Dolayısıyla bu çalışmadan elde edilen sonuçların bundan sonra yapılacak diğer çalışmalar için temel teşkil edebileceği düşünülmektedir. Bu çalışma Türkiye'de *S. cardinale*'nin limoni servide yaygınlığının ve hastalık oranının tespit edildiği, ayrıca izolatların morfolojik ve patojenik karakterizasyonunun belirlendiği ilk araştırma niteliğini taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Arjin ÖNDEŞ'in Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne sunmuş olduğu yüksek lisans çalışmasını içermekte olup ÇOMÜ BAP, Proje No: 2021-3752 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

- Barthelet, J. Vinot, M., 1944. Notes on the disease of plants grown in the South of France. Annual Epitology NS, 10: 11-23.
- Bean, W., 1981. Trees and shrubs hardy in Great Britain. Murray. In: The AZ Encyclopedia of Garden Plants, Brickell C. (ed.). London Dorling Kindersley Ltd. London, UK.
- Birch, T.T., 1933. Gummosis diseases of *Cupressus macrocarpa*. N. Z. J. For. Sci. 3: 108-113.
- Bonthond, G., Sandoval-Denis, M., Groenewald, J.Z., Crous, P.W., 2018. *Seiridium (Sporocadaceae)*: an important genus of plant pathogenic fungi. Persoonia. 40: 96-118.
- Cabrera, J., Martínez, F., Granada, L., 2007. Producción de Cedro Limón *Cupressus macrocarpa* Goldcrest en Morelos. Folleto Técnico 29. Secretaria de Agricultura, Ganadería. Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. Morelos-México. 2-8.
- Danti, R., Rocca, G. D., El-Wahidi, F., 2009. *Seiridium cardinale* newly reported on *Cupressus sempervirens* in Morocco. Plant Pathol. 58(6): 1174.
- Danti, R., Della Rocca, G., Panconesi, A., 2013. Cypress Canker. In: Infectious Forest Diseases. 1: 359-373.
- Danti, R., Barberini, S., Pecchioli, A., Di Lonardo, V., Della Roca, G., 2014. The epidemic spread of *Seiridium cardinale* on Leyland cypress severely limits its use in the Mediterranean. Plant Dis. 98(8): 1081-1087.
- Graniti, A., 1986. *Seiridium cardinale* and other cypress cankers. EPPO Bulletin. 16: 479-486.
- Graniti, A., 1998. Cypress canker: a pandemic in progress. Annu. Rev. Phytopathol. 1: 91-114.
- Grasso, V., 1951. A new pathogen *Coryneum cardinale* of *Cupressus macrocarpa* in Italy. Italia forestale e montana. 6(2): 62-5.
- Grasso, V., Ponchet, J., 1979. Il cipresso malattie e difesa. Historique, distribution géographique et hotes du *Coryneum cardinale* wag. Firenze: AGRIMED.
- Jones, D. R., 1954. Studies on a canker disease of cypresses in East Africa, caused by *Monochaetia unicornis* (Cooke and Ellis) SACC : III. Resistance and susceptibility of species of *Cupressus* and allied genera. Ann. Appl. Biol. 41(2): 325-335.
- Kranz, J. and Rotem, J., 2012. Experimental techniques in plant disease Epidemiology. Springer Science and Business Media. 35-50.
- Madar, Z., Solel, Z., Szejnberg, A., 1990. The effect of *Diplodia pinea* f.sp . *cupressi* and *Seiridium cardinale* on water flow in cypress branches. Physiol. Mol. Plant Pathol. 37(5): 389-398.
- Mert, F., Öndes, A., Dervis, S., 2022. New Threat to Lemon Cypress (*Cupressus macrocarpa* cv. Goldcrest) in Turkey: *Seiridium cardinale*. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. 10(1): 131-136.
- Milenković, I., Radulović, Z., Karadžić, D., 2022. First report of *Seiridium cardinale* on *Cupressus sempervirens* in Serbia. Plant Prot. Sci. 58(4): 360-364.
- Saravi-Cisneros, R. 1953. Cancrosis de los cipreses provocada por "*Coryneum cardinale*" Wagener en la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía. 29(1): 107-119.
- Sarı, D. and Karaşah, B. 2021. Landscape Assessment of Plant Material Used in Campuses. In: Multidisciplinary Perspectives in Educational and Social Sciences, 253-280.
- Sutton, B. C., Gibson, I. A., 1972. *Seiridium (Coryneum) cardinale*, 326. Common Wealth Mycological Institute. 1: 326.
- Sümer, S., 1987. The distribution of cypress (*Cupressus* L.) in Turkey and the current status in its pests and diseases, especially cypress canker disease. J Fac For Istanbul U. 37(1): 46-66.
- Tsopelas, P., Barnes, I., Wingfield, M. J., and Xenopoulos, S., 2007. *Seiridium cardinale* on *Juniperus* species in Greece. Forest Pathol. 37(5): 338-347.
- Wagener, W. W., 1928. *Coryneum* canker of cypress. Science. 67(1745): 584-584.
- Xenopoulos, S., Diamandis, S., 1985. A distribution map for *Seiridium cardinale* causing the cypress canker disease in Greece. Eur. J. Plant Pathol. 15(4): 223-226.

Araştırma Makalesi/Research Article

Gökçeada Zeytin Çeşidinin Pomolojik Özellikleri

Esra Rüyeyda Özdemir^{1*} 

Mehmet Ali Gündoğdu¹ 

Murat Şeker¹ 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale

*Sorumlu yazar: esraornek17@gmail.com

Geliş Tarihi: 02.03.2023

Kabul Tarihi: 12.07.2023

Öz

"*Ladolia*", Gökçeada'da mübadele zamanına kadar Rum zeytin yetiştiricileri tarafından yerel olarak yetiştirilen ve Yunanistan menşeli olan "*Koroneiki*" zeytin çeşidinin bir sinonimi olup adanın zorlu ekolojik koşullarına en iyi adapte olan bir çeşittir. Gökçeada, Kuzey Ege'nin en batı noktasında yer almaktadır ve adanın coğrafi yapısı, volkanik kökenli olması nedeniyle oldukça farklıdır. Ayrıca, adanın kuvvetli rüzgarları, serin iklimi ve toprağı da Gökçeada zeytininin özelliklerini şekillendirmiştir ve bu zeytin türünün adaya özgü olarak evrimleşmesine neden olmuştur.

Bu araştırma; Çanakkale iline bağlı Gökçeada ilçesinde yetiştiriciliği yapılan "Gökçeada Zeytini" (*Ladolia*) üzerinde yürütülmüştür. Bu çeşide ait pomolojik özellikleri belirlemek amacıyla, Gökçeada'dan zeytin örnekleri Eylül ayı içerisinde 2017-2018 sezonlarında hasat edilmiştir. Meyve sayısı (adet kg⁻¹), 100 meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve indeksi (boy/en), meyve şekli, 100 çekirdek ağırlığı (g), meyve eti oranı (%), çekirdek eni (mm), çekirdek boyu (mm), çekirdek indeksi, çekirdek şekli (boy/en) ve meyve olgunluk indeksi belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar sayesinde ülkemiz genetik kaynakların korunması ve ıslah çalışmalarında bilinçli kullanılmasına yönelik araştırmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Olea europaea* L., *Ladolia*, Genotip, İmroz

Pomological Characteristics of Gökçeada Olive Variety

Abstract

"*Ladolia*" is a synonym for "*Koroneiki*" olive variety originating in Greece, which was grown locally by Greek olive growers until the time of population exchange in Gökçeada, and is a variety that is best adapted to the difficult ecological conditions of the island. Gökçeada is located at the westernmost point of the North Aegean and the geographical structure of the island is quite different due to its volcanic origin. In addition, the strong winds, cool climate and soil of the island also shaped the characteristics of Gökçeada olives and caused this olive species to evolve uniquely to the island.. This research; It was carried out on "Gökçeada Olives", a genotype to island in Çanakkale. In order to determine the pomological characteristics of this variety, olive samples were harvested in September 2017-2018. Number of fruits (fruits/kg), 100 fruit weight (g), fruit width (mm), fruit length (mm), fruit index (length/width), Fruit shape, 100 seed weight (g), fruit ratio (%), seed width (mm), seed length (mm) and seed index, seed shape (length/width) and maturity index were determined. Thanks to the results obtained from the study, it is aimed to protect the genetic resources and to contribute to the breeding studies.

Keywords: *Olea europaea* L., *Ladolia*, Genotype, Imroz

Giriş

Çanakkale'nin Gökçeada ilçesi 25°79' Doğu Boylamında ve 40°20' Kuzey Enlemleri arasında Ege Denizi'nin kuzeyi ile Saros Körfezi'nin girişinde yer almaktadır. 279 km²'lik yüzölçümüne ve 91 km kıyı şeridinde sahiptir.

Gökçeada ilçesinde adaya özgü bir çeşit olan Gökçeada zeytini (*Ladolia*) en önemli yağlık zeytin çeşitlerinden bir tanesidir. Rumlardan kalma zeytin varlığının büyük bir kısmını oluşturan bu ekotip organik olarak yetiştirilmekte olup zeytinçilik mono kültür tarım şeklindedir. Çanakkale'deki zeytinlik alanların %2.32 bu yörede bulunmaktadır ailenin ana gelir kaynağıdır. Gökçeada ilçesi (sin.

İmroz) yörenin gerek coğrafi konumu gerekse çeşidin genetik özellikleri, bunun yanında iklimsel faktörler ve uygulanan tarımsal yöntemler yüksek kaliteli zeytinyağı üretimine elverişli bir meyve haline getirmiştir. Bu kalitenin sağlanmasında; genetik özelliklerinin yanı sıra adada esen sert rüzgârların da büyük etkisi olduğu gözlenmektedir.

Zeytingiller (*Oleacea*) familyası, *Olea* cinsine ait zeytin türü (*Olea europaea* L.), iki çenekli her dem yeşil Akdeniz bitkisidir. Bu sebeple zeytinin yetiştiği bölgenin iklimi zeytin yetiştirilmesini sınırlandıran en önemli faktördür ve zeytinin pomolojik özelliklerine etkisi olduğu açıkça vurgulanmıştır (Efe ve ark., 2009).

Efe ve ark. (2009) zeytin ağacının anavatanı ekolojik olarak inceledikleri çalışmalarda genel olarak Akdeniz iklimi görülen bölgeleri gösterse de morfolojik ve fizyolojik faktörlere karşı bulunduğu ekolojiye adapte olarak yöresel çeşitlerin olduğu da görülmektedir. Özellikle Gökçeada Ege denizinin en kuzey yerleşim yeri olması ve ülkemizde de zeytinin yetiştiği en kuzey enlemlerde bulunmasından ötürü çetin ve zorlu ada ekolojisinin zeytin meyvelerine ve elde edilen zeytinyağlarına olumlu katkıları olduğu yöre çiftçileri tarafından da gözlemlenerek, zeytin meyvelerine ve elde edilen zeytinyağlarına olumlu katkılar sağladığı belirtilmektedir.

Canözer (1991) “Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu” çalışmasında ülkemizdeki meyve çeşitlerini tanıtmak amacıyla zeytin çeşitlerinin pomolojik özellikleri üzerine sınıflandırmalar yapmıştır.

Kaya ve ark. (2016) tarafından, Çanakkale Ezine ilçesinde yöresel olarak yetiştirilen “Hanım Parmağı” zeytin çeşidinin ülkemizin çeşit literatürüne kazandırılması ile gen kaynağımızın korunması bakımından önemli bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda çeşit karakterizasyonu açısından veri oluşturulmuştur ve çeşit tescili ile resmi olarak kayıt altına alınması sağlanarak genetik kaynağımızın korunması sağlanmıştır.

Ekinci (2010) araştırmasında Gökçeada zeytin çeşidi ile Gemlik, Ayvalık, Memecik ve Domat zeytin çeşitlerinin pomolojik ve genetik özelliklerini karşılaştırarak değerlendirmede bulunmuştur.

Örnek ve ark. (2019), 2004-2007 yılları arasında Türkiye'nin dört coğrafi bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Çanakkale'den (Marmara Bölgesi) “Gökçeada zeytini”; Aydın'dan (Güney Ege Bölgesi) “Yamalak Sarısı”; Adana, Mersin ve Hatay'dan (Doğu Akdeniz Bölgesi) “Adana Topağı, Çortak, Beyrut, Gök Zeytini, Kargaburun, Çöplüce ve Silifke Yağlık; Artvin'den (Karadeniz bölgesi) “Butko, Otur ve Sati” on iki zeytin ekotipi kullanılmıştır. Türkiye'de yetiştirilen ve az bilinen zeytin genotiplerinin coğrafi orijin ve çeşide göre pomolojik özellikleri taranmış ve karşılaştırılmıştır.

Gündoğdu ve Kaynaş (2016) Serin subtropikal iklimde sahip Türkiye'nin kuzeybatı bölgesinde (Kuzey Ege), yaygın olarak yetiştirilen 'Ayvalık', 'Domat', 'Gemlik', 'Memecik', 'Samanlı' ve 'Uslu' dahil olmak üzere altı yerel zeytin çeşidinin bazı biyokimyasal ve pomolojik özelliklerini karşılaştırmak için farklı olgunluk dönemlerinde ölçümler yapmıştır ve karşılaştırmıştır.

Gökçeada ilçesinde yoğun olarak yetiştirilen Gökçeada zeytin çeşidine ait özellikleri inceleyen az sayıda araştırma mevcuttur. Araştırmamızda Gökçeada zeytin çeşidinin pomolojik özellikleri incelenmiştir. Aynı zamanda, bu çeşidine ait özelliklerin ortaya konması ile tescillenerek kayıt altına alınması, ürünün stratejik pazarlama geliştirmesi açısından bölgeye kazandırılması ve daha sonra yapılacak çalışmalara kaynak oluşturması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada Gökçeada (*Ladolia*) zeytin çeşidi ile çalışılmıştır (Şekil 1.). Genel olarak Yunanistan kökenli bir çeşit olup yüksek yağ randımanı ve kalitesi ile dikkatt çekmektedir (Şeker ve ark., 2008).

2017 ve 2018 yılında bölgeye ait numuneler Eylül ayının son haftalarında (takribi 24-25 Eylül); 1 kg'daki meyve sayısı (adet kg⁻¹), 100 meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm) ve meyve boyu (mm), meyve indeksi (boy/en), meyve şekli, meyve et oranı (%), 100 çekirdek ağırlığı (g), çekirdek eni (mm) ve çekirdek boyu (mm), çekirdek indeksi (boy/en) ve çekirdek şekli dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Tüm zeytin örneklerinin pomolojik analizleri her grupta 25 meyve olacak şekilde 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Yalnızca meyve ağırlıkları 100 adet meyve üzerinden belirlenmiştir. Ayırt edici özellikleri geleneksel pomolojik gözlemlerle değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında, meyve boyunun meyve enine bölünmesi ile meyve şekli Canözer, (1991)'in belirttiği yonteme göre sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde, çekirdek şekli ise çekirdek

boyunun çekirdek enine bölünmesiyle elde edilmektedir ve (Özilbey, 2011)'e göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 1.).

Her iki üretim yılında hasat edilen meyvelerin olgunluk durumlarının belirlenmesi amacıyla olgunluk indeksi (Oİ), 100 meyveden oluşan numunede, kabuk ve et rengine göre 0'dan 7'ye kadar sınıflandırılarak belirlenmiştir (IOOC, 2007).

İki yıllık araştırma verileri; 'SAS® ver. 9.0 (2002)' istatistik paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur ve ortalamalar arasındaki fark TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile ($p<0,05$) belirlenmiştir.

Table. 1. Fruit Characteristics (Canözer, 1991) and Seed Characteristics (Özilbey, 2011)
Çizelge 1. Meyve Özellikleri (Canözer, 1991) ve Çekirdek Özellikleri (Özilbey, 2011)

Boy/En (mm)	Meyve Şekli	Boy/En (mm)	Çekirdek Şekli
<1.20	Yuvarlak	<1.4	Yuvarlak
1.21–1.31	Yuvarlağa yakın Oval	1.4-1.8	Oval
1.32–1.46	Oval	1.8-2.2	Eliptik
>1.46	Uzun Oval	>2.2	Uzun



Figure 1. Fruit and seed structure of Gökçeada olive variety (*Ladolia*)
Şekil 1. Gökçeada zeytin çeşidi (*Ladolia*) meyve ve çekirdek yapısı

Bulgular ve Tartışma

Zeytin örneklerinde 2017 ve 2018 üretim yılında pomolojik ölçümler yapılmıştır. Elde edilen bulguların karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar Çizelge 2. ve Çizelge 3.'te verilmiştir. Hasat edilen meyve örneklerinin ağırlıklarını belirlemek için 0.01 g hassasiyetli hassas terazi ile önce 100 meyve

ağırlığı tartılmıştır. Akabinde 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas ile meyve ve çekirdeklerinin boyu ve eni ölçülmüştür.

Mevcut çalışmada elde edilen veriler iki üretim sezonu arasında birbirine yakındır ve özellikle erken hasat kavramının öne çıktığı bu günlerde Eylül ayı içerisinde 1.14–1.53 olgunluk indeksine sahip yeşil olum (O.İ.<2), meyvelerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.).

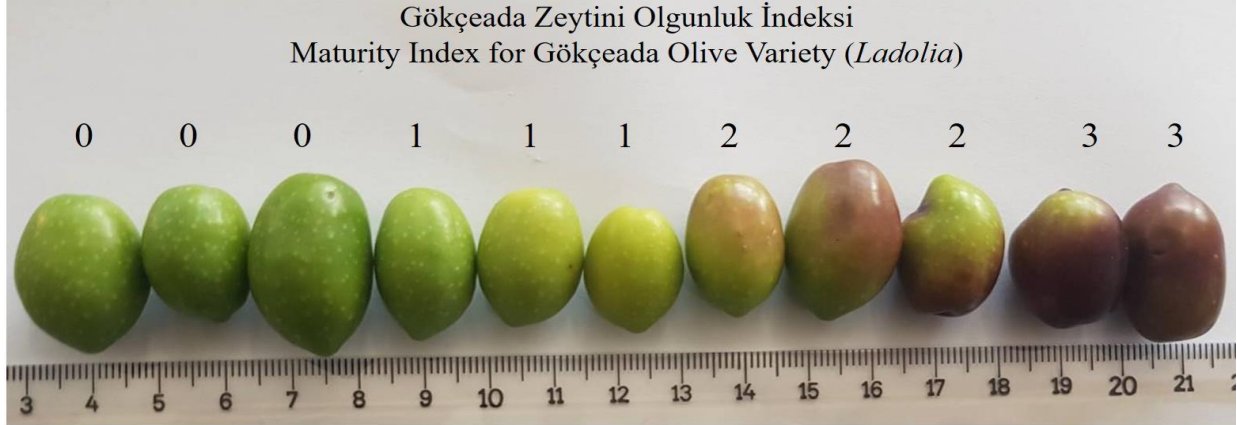


Figure 2. Maturity index for Gökçeada olive variety (*Ladolia*)

Şekil 2. Gökçeada zeytin çeşidi (*Ladolia*) olgunluk indeksi

Table 2. Some Fruit and Seed Characteristics of Gökçeada Olive Varieties

Çizelge 2. Gökçeada Zeytin Çeşidinin Bazı Meyve ve Çekirdek Özellikleri

Yıl	Meyve Sayısı (meyve kg ⁻¹)	100 Meyve Ağırlığı. (g)	Meyve Eni (mm)	Meyve Boyu (mm)	Meyve İndeksi (boy/en)	Meyve Şekli
2017	286.80 ± 0.11 A	348.70 ± 0.13 B	15.86 ± 0.09	24.89 ± 0.20	1.56 ± 0.01	Uzun Oval
2018	253.70 ± 0.55 B	394.63 ± 0.86 A	16.45 ± 0.40	25.54 ± 0.60	1.55 ± 0.07	Uzun Oval
Ortalama	270.10	371.67	16.16	25.22	1.56	-----
MSD*	0.9055	1.3727	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	-----

Aynı satırdaki farklı harf ile gösterilen sayılar arasında istatistiksel anlamda (p<0.05) farklılık vardır.

*MSD: Minimum Önemli Fark (Minimum Significant Difference); Ö.D.: Önemli Değil

Table 3. Some Fruit and Seed Characteristics of Gökçeada Olive Varieties

Çizelge 3. Gökçeada Zeytin Çeşidinin Bazı Meyve ve Çekirdek Özellikleri

Yıl	Et Oranı (%)	100 Çekirdek Ağırlığı. (g)	Çekirdek Eni (mm)	Çekirdek Boyu (mm)	Çekirdek indeksi (boy/en)	Çekirdek Şekli	Olgunluk İndeksi (O.İ.)
2017	83.62 ± 0.00	57.10 ± 0.02 B	7.08 ± 0.06 B	16.91 ± 0.48	2.38 ± 0.05 A	Uzun	1.14 ± 0.15 B
2018	84.37 ± 0.01	61.66 ± 0.02 A	7.81 ± 0.17 A	16.69 ± 0.59	2.13 ± 0.04 B	Uzun	1.53 ± 0.12 A
Ortalama	84.00	59.38	7.45	16.80	2.26	-----	1.34
MSD*	Ö.D.	0.0433	0.2891	Ö.D.	0.1033	-----	0.3076

Aynı satırdaki farklı harf ile gösterilen sayılar arasında istatistiksel anlamda (p<0.05) farklılık vardır.

*MSD: Minimum Önemli Fark (Minimum Significant Difference); Ö.D.: Önemli Değil

Elde edilen veriler sonucunda 1 kg'daki meyve sayısı ortalama 270.10 (adet/ kg) arasında belirlemiştir. Her iki üretim sezonu arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli olduğu tanımlanmıştır (p<0.05). Canözler (1991) zeytin çeşitlerinin meyve büyüklüğünü belirlemek üzere yaptığı sınıflandırmada 1 kg'daki meyve sayısını 133-460 (adet/kg) arasında değiştiğini belirtmiştir ve 1 kg'da 251-335 adet meyve sayısı olan çeşitleri orta irilikte meyve sınıfına dahil etmiştir. Bu sınıflandırmaya göre Gökçeada zeytin çeşidinin orta irilikte meyvelere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Örnek ve ark. (2019) Gökçeada zeytin çeşidinin 1 kg'daki meyve sayısını 253.17 adet olarak saptamıştır.

İki üretim sezonu elde edilen verilere göre ortalama 100 meyve ağırlığı 371.67 g, ortalama 100 çekirdek ağırlığı ise 59.38 g saptanmıştır. Bu iki üretim sezonu arasındaki fark hem meyve ağırlığı hem de çekirdek ağırlığı bakımından istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Canözer (1991) zeytin çeşitlerinin 100 meyve ağırlığını 176.80 g ile 750.20 g arasında, 100 çekirdek ağırlığını ise 31.37 g ile 105.99 g arasında değiştiğini saptamıştır. Gündoğdu ve Kaynaş (2016) Kuzey Ege ekolojik koşullarında yetiştirilen ve farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen bazı zeytin çeşitlerinde yaptığı ölçümler sonrasında yeşil olum dönemlerinde (O.İ.<2) Ayvalık, Gemlik, Domat, Memecik, Samanlı ve Uslu çeşitlerinin 100 meyve ağırlıklarının 214.0 g ile 773.7 g arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, çalışmadaki tüm çeşitlerin olgunluk süresince meyve ağırlıklarının artış gösterdiğini de bildirmiştir.

İki yıllık verilere göre Gökçeada zeytin çeşidinin meyve eni ortalama 16.16 mm ölçülmüştür. Her iki üretim yılında ölçülen meyve eni değerleri bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir. Ekinci (2010) meyve eni bakımından farklılıklar saptamıştır ve meyve eni azalan sırayla, Domat (20.33 mm), Ayvalık (19.15 mm), Memecik (18.48 mm), Gemlik (18.18 mm) ve Gökçeada (16.65 mm) ölçülmüştür. Ülkemizde yetiştirilen standart zeytin çeşitlerinin pomolojik özelliklerini sınıflandıran Canözer (1991) meyve enini Ayvalık çeşidinde 19.14 mm, Gemlik çeşidinde 17.91 mm ve Memecik çeşidinde 19.40 mm olarak saptamıştır.

Gökçeada zeytin çeşidinin meyve boyu ortalama 25.22 mm ölçülmüştür. Her iki üretim yılında ölçülen meyve boyu değerleri bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir. Ekinci (2010) meyve boyu bakımından farklılıklar saptamış, meyve uzunlukları azalan sırayla Domat (29.10 mm), Gökçeada (25.83 mm), Memecik (24.93 mm), Gemlik (23.15 mm) ve Ayvalık (22.24 mm) ölçülmüştür. Canözer (1991) meyve boyunu Ayvalık çeşidinde 19.14 mm, Gemlik çeşidinde 22.33 mm ve Memecik çeşidinde 19.40 mm olarak saptamıştır. Örnek ve ark. (2019) Gökçeada zeytin çeşidinin meyve enini 16.65 mm ve meyve boyunu 25.83 mm ölçüm değerleri ile sonuçları desteklemektedir. Gündoğdu ve Kaynaş (2016) Kuzey Ege ekolojik koşullarında yetiştirilen ve farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen bazı zeytin çeşitlerinde yaptığı ölçümler sonrasında yeşil olum dönemlerinde (O.İ.<2) Ayvalık, Gemlik, Domat, Memecik, Samanlı ve Uslu çeşitlerinin meyve enlerini 13.96 mm ile 21.49 mm arasında, meyve boylarının ise 18.23 mm ile 28.64 mm arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, çalışmadaki tüm çeşitlerin olgunluk süresince meyve eni ve boylarının artış gösterdiğini de bildirmiştir.

Gökçeada zeytin çeşidinin meyve indeksi (meyve boyu/meyve eni) ortalama 1.56 ölçülmüş olup, (Çizelge 3.) Canözer, (1991)'in sınıflandırmasına göre uzun oval (>1.46) şekilli meyvelere sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 1.). Her iki üretim yılında meyve indeksi değerleri bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir. Kaya ve ark. (2016) tarafından Hanımparmağı zeytin çeşidinin özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada meyve indeksi 1.35 ile oval şekilli meyve yapısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Çekirdek eni ortalama 7,45 mm ölçülmüştür ve istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ekinci (2010) çekirdek eni bakımından farklılıklar saptamıştır ve en geniş çekirdek eni Domat (10.24 mm) zeytin çeşidinde en dar meyve eni Gökçeada (7.84 mm) zeytin çeşidinde ölçülmüştür. Canözer (1991) çekirdek enini Ayvalık çeşidinde 12.76 mm, Gemlik çeşidinde 7.98 mm ve Memecik çeşidinde 7.67 mm olduğunu saptamıştır.

Çekirdek boyu ortalama 16.80 mm ölçülmüştür. Her iki üretim yılında ölçülen çekirdek boyu değerleri bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir. Ekinci (2010) çekirdek boyu bakımından farklılıklar saptamıştır ve en uzun çekirdek boyu Domat (20.54 mm) zeytin çeşidinde ölçülmüştür. Bunu Gökçeada (18.49 mm) zeytin çeşidi takip etmiştir. Canözer (1991) çekirdek boyunu Ayvalık çeşidinde 12.76 mm, Gemlik çeşidinde 13.81 mm ve Memecik çeşidinde 16.33 mm olarak saptamıştır. Gündoğdu ve Kaynaş (2016), Kuzey Ege ekolojik koşullarında yetiştirilen ve farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen bazı zeytin çeşitlerinde yaptığı ölçümler sonrasında yeşil olum dönemlerinde (O.İ.<2) Ayvalık, Gemlik, Domat, Memecik, Samanlı ve Uslu çeşitlerinin çekirdek enlerini 6.93 mm ile 8.10 mm arasında, çekirdek boylarının ise 12.95 mm ile 18.67 mm arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, çalışmadaki tüm çeşitlerin olgunluk süresince çekirdek eni ve boylarının artış gösterdiğini de bildirmiştir.

Çekirdek indeksi (çekirdek boyu/çekirdek eni) ortalama 2.26 ölçülmüş (Çizelge 3.) ve Özlü (2011)'in belirttiği çekirdek özelliklerine göre uzun (>2.2) şekilli çekirdeklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 1.). 2017 yılında hesaplanan çekirdek indeksi 2018 yılına nazaran istatistiksel

anlamda daha yüksek olmakla birlikte Özilbey'e göre her iki yılda da çekirdekler uzun şekilli olduğu belirlenmiştir. Kaya ve ark. (2016) tarafından Hanımparmağı zeytin çeşidinin özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada çekirdek indeksi 1.91 ile eliptik şekilli çekirdek yapısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Gökçeada zeytin çeşidinin et oranı ortalama %84 belirlenmiştir. Her iki üretim yılında ölçülen et oranı değerleri bakımında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir. Diez (1971) tarafından yapılan bir çalışmaya göre meyve et oranlarının çeşitlere göre değişmekle birlikte %70-88 arasında bulunduğunu belirtmiştir. Canözer (1991) zeytin çeşitlerinin et oranını %89.41 ile %71.85 arasında değiştiğini saptamıştır.

Örnek ve ark. (2019) meyve eti oranları çeşitler arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ve %74.27 ile %89.18 arasında değiştiğini belirtmiştir. İki yıllık değerlerin ortalamasına göre en yüksek meyve eti oranı Yamalak Sarısı ve Adana Topağı genotipinde (%89.18 ve %87.94), en düşük değerler ise Butko (%74.86) genotipinde bulunmuştur. Gökçeada zeytin çeşidinin et oranı ise %79.75 saptanmıştır. Gündoğdu ve Kaynaş (2016), Kuzey Ege ekolojik koşullarında yetiştirilen ve farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen bazı zeytin çeşitlerinde yaptığı ölçümler sonrasında yeşil olum dönemlerinde (O.İ.<2) Ayvalık, Gemlik Domat, Memecik, Samanlı ve Uslu çeşitlerinin meyve et oranlarını %78.16 ile %89.58 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, çalışmadaki tüm çeşitlerin olgunluk süresince meyve et oranlarının artış gösterdiğini de bildirmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçları gözönünde bulundurulduğunda et oranı oldukça yüksek bir çeşit olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle standart zeytin çeşitlerinin meyve özellikleri ile karşılaştırıldığında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Erken hasat edilen zeytin meyvelerinden elde edilen zeytinyağlarının özellikle toplam fenolik bileşik içerikleri ile aroma bileşenlerinin daha yoğun olduğu bilinmektedir. Bunun başlıca nedeni, tüketicilerin organoleptik, beslenme ve terapötik özellikleri hakkında artan bilgisidir. Bu sebeple bu çeşidin zeytinyağı özelliklerinin de araştırılması önerilmektedir. Ayrıca organik ada koşullarında yetiştiriciliği yapılan bu zeytin çeşidi için butik zeytincilik modeli teşvik edilmelidir.

Bununla birlikte Gökçeada yöresine özgü bir ekotip olan Gökçeada zeytin çeşidine ait pomolojik özellikler ileride yapılacak araştırmalara kaynak olması amacıyla ortaya koyulmuştur.

Bölgelere özgü yerel çeşitlerin belirlenmesi ve kökeninin tanımlanması, belirli ekolojik çevre koşullarına adapte olmuş üstün özellikli genotiplerin yetiştiriciliğinin yaygınlaşması açısından çok önemlidir. Üstelik yerel zeytin çeşitlerinin ülkemiz genetik kaynaklarının korunması ve amaca uygun ıslah programları yaratabilmek açısından istenilen özelliklerin tam olarak saptanması bakımından önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma 1180405 numaralı TÜBİTAK projesi ve FDK-2020-3282 Proje numarası ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından mali destek sağlanan Doktora tez çalışmasından üretilmiştir. Ayrıca doktora eğitimimi sürdürülebilir tarım öncelikli alanlara yönelik yurt içi "100/2000 YÖK Doktora Bursu" Programı kapsamında beni destekleyen Yükseköğretim Kurulu'na teşekkür ederim. Bu çalışma, daha önce 3. Çanakkale Tarımı Sempozyumu (TARSEM) (16-18 Kasım 2022) etkinliğinde poster bildiri olarak sunulmuştur.

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 etmektedir.


Kaynaklar

- Anonim, 2021. Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2021 Brifing Raporu. <https://canakkale.tarimorman.gov.tr>, (26.12.2022).
- Canözer, Ö., 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Mesleki Yayınlar Serisi. Genel No; 334. Sert No: 16. Ankara.
- Demir, G., 2018. Yöresinde Yetiştirilen Zeytin Çeşitlerinin Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye.

- Diez, F., 1971. The Biochemistry of Fruits and Their Products. A.R.C. Food Research. Inst. Norwich, England. 1:261–274.
- Efe, R., Soykan, A., Sönmez S., Cürebal, İ., 2009. Sıcaklık Şartlarının Türkiye’de Zeytinin (*Olea europae* L.) Yetiştirilmesine, Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerine Etkisi. Ekoloji 18, 70, 17-26.
- Ekinci, E., 2010. Gökçeada Zeytininin, Önemli Zeytin Çeşitleriyle Morfolojik, Pomolojik ve Genetik Özellikler Bakımından Karşılaştırılması. Çanakkale: Çanakkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gündoğdu, M.A., Kaynas, K., 2016. Investigation of biochemical and pomological characteristics of different olive cultivars during maturation in North Aegean region of Turkey. Acta Hort. 1139, 189-196.
- IOOC, 2007. Optimal Harvest Time. In: Tombesi A., Tombesi S., Eds. Production Techniques in Olive Growing. Argraf S.A., Madrid. 319-327.
- Kaya, H., Hakan, M., Sefer F., Çetin, Ö., Mete, N., Güloğlu, U., Veral M. ve Uluçay N., 2016. Çanakkale Yöresi, Ezine İlçesinde Bulunan “Hanım Parmağı” Zeytin Çeşidinin Özellikleri. Zeytin Bilimi 8 (1), 2018, s.29-33
- Örnek, E.R., Gündoğdu, M.A., Şeker, M., 2019. Comparison of Pomological Characteristics of Some Local Olive Genotypes. 1st International Symposium on Biodiversity Research. 4-10 p. 2-4 May, Çanakkale.
- Özilbey, N., 2011. Zeytin çeşitlerimiz. Sidas Medya Ltd., Şti., İzmir, 2011.
- Şeker M., Gül M. K., İpek M., Kaleci N., Yücel Z., Yılmaz E., Topal U., 2008. Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşitlerinin AFLP ve SSR Markörleri Polimorfizminin Yağ Asitleri ve Tokoferol Düzeyleri ile İlişkilendirilmesi. TUBİTAK Projesi Sonuç Raporu, TOVAG-3358. Çanakkale. s.29.

Araştırma Makalesi/Research Article

**Çanakkale İlinde Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin)
Diptera: Tephritidae)’nin Kışlama Durumu ve Mevsimsel Uçuşu**

Ali Özpınar^{1*} 

Talha Çam¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: aozpinar@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.04.2023

Kabul Tarihi: 19.06.2023

Öz

Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae)’nin kışlama durumu ve ergin uçuşu, Çanakkale İli’nde; Merkez (Yenimahalle, Dardanos ve Işıklar Köyü) ve Ezine (Geyikli 1 ve 2) ilçelerinde 5 zeytin bahçesinde 02.05.2020-02.04.2022 tarihlerinde incelenmiştir. Her bahçedeki bir ağacın dalına feromon+besin cezbedici (50 mg (1.7)-Dioxaspiro (5.5) undecane + 70 g Carbonic acid/ Disp.) + sarı yapışkan tuzak asılmış ve örnekleme süresince tuzaklara yakalanan Zeytin sineği erginleri haftalık sayılarak erkek ve dişi olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, iklim odasında, 25±1C° sıcaklık ve %60-70 nispi nemde, saksılarda 5, 10 ve 15 cm toprak derinliklerinde *B. oleae*’nin pupalarından ergin çıkışı incelenerek kışlama durumu değerlendirilmiştir. Örnekleme süresince 5 bahçedeki tuzaklara *B. oleae* erginleri aralıksız olarak yakalanmış olup, 1,156 erkek ve 1,936 dişi olmak üzere toplam 3,092 ergin sayılmıştır. Tuzaklarda haziran ve ağustos aylarında sınırlı sayıda ergin kaydedilmiş ve yağışla birlikte eylül ayında ergin sayısı artmış; ekim, aralık ve ocak ile şubat aylarında tuzaklarda yüksek sayıda ergin yakalanmıştır. Bu çalışmada, 2020 ve 2021 yılı kış aylarında Zeytin sineği ergin uçuşu devam etmiş, yıllara göre ergin popülasyon yoğunluğu değişmekle birlikte 4-5 tepe noktası meydana gelmiştir. Toprak derinliğiyle ters orantılı olarak 5, 10 ve 15 cm pupa derinliğinde sırasıyla; %75.5, %62.63 ve %41.7 oranında ergin çıkışı gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bactrocera oleae*, Kışlama, Ergin uçuşu

**Overwintering and Seasonal Flight of Olive Fly (*Bactrocera oleae* Gmelin, Diptera:
Tephritidae) in Çanakkale Province**

Abstract

Overwintering status and adult flight of olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae); was examined between 02.05.2020-02.04.2022 in 5 olive groves in Merkez (Yenimahalle, Dardanos, and Işıklar villages) and Ezine (Geyikli 1 and 2) districts., in Çanakkale province. Pheromone +attractant (50 mg (1.7)-Dioxaspiro (5.5) undecane + 70 g Carbonic acid/ Disp.) + yellow sticky trap placed on a branch of a tree in each garden and the olive fly adults caught in the trap during the sampling were counted weekly and as male and female were recorded. In addition, the adult emergence from the pupae of *B. oleae* in pots at 5, 10 and 15 cm soil depths in the climate room, at 25±1C° temperature and 60-70% relative humidity was examined and the overwintering status was evaluated. During the sampling period, *B. oleae* adults were continuously caught in the traps in 5 gardens, and a total of 3,092 adults, 1,156 males, and 1,936 females, were counted. A limited number of adults were caught in the traps in June and August, and the number of adults increased in September with the rain; in October, December and January-February, a high number of adults were caught in the traps, and adult flight continued. In this study, although the adult population density changed in 2020- and 2021-years adult flight continued in winter months and 4-5 peaks occurred per year. Adult emergence from pupae is inversely proportional to the soil depth and occurred at the rate of 75.5%, 1 62.63%, and 41.7% at 5, 10, and 15 cm, respectively.

Keywords: *Bactrocera oleae*, Overwintering, Adult fly

Giriş

Tarihi kayıtlara göre ilk zeytin yetiştiriciliği Yukarı Mezopotamya'dan başlayarak Akdeniz havzasına yayılmış ve dünyadaki zeytin ağaç varlığının %93'ü bu bölgede yer almaktadır (FAO, 2021). Türkiye, 879 000 ha zeytin alanı ile dünyada ilk beş ülkeden biridir (Özkan, 2022). Zeytin ekolojik isteklerinin karşılandığı, Ege Bölgesi (%53) başta olmak üzere Akdeniz (%23), Marmara (%18) ve Güneydoğu Anadolu (%6) bölgelerinde yetiştirilmektedir. Toprakları Ege ve Marmara bölgelerinde yer alan Çanakkale İli zeytin üretim alanları bakımında 11. sırada gelmektedir (Anonim, 2022).

Zeytin üretiminde hasat giderlerinde sonra en önemli maliyet unsurlarından biri de zeytinin ana zararlısı olan Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera; Tephritidae) ile mücadele masraflarıdır. Zeytin sineği erginleri başka böceklerin çıkardığı salgımlarla, çiçek nektarlarıyla ve diğer sıvı besinlerle beslenerek, olgunlaşmakta olan zeytin meyvelerine yumurtalarını bırakmaktadır. Meyvedeki ilk zararı bıraktığı yumurta yerinin kahverengileşmesiyle başlamaktadır (Haniotakis, 1974). Larvalar, meyve çekirdeğine kadar galeriler açarak, meyvelerin dökülmesine ve çürümmesine neden olmaktadır; çürüyen meyvelerde elde edilen yağın kalitesinin düşmesiyle yılda tahminen %15 oranında ürün kaybına neden olmaktadır (Haniotakis, 2005; Tamendjari ve ark., 2009). Zararlı ile mücadele yapılmadığı durumlarda bu oran %30-40'lara ulaşmaktadır (Katsoyannos, 1992). Dünya zeytin üretiminde ilk sıralarda yer alan İspanya'da ürünün %40'dan fazlasının Zeytin sineğinden zarar gördüğü ve ürünlerdeki ekonomik kaybın yılda 800 milyon ABD dolarına eşdeğer olduğu bildirilmiştir (Bueno ve Jones, 2002; Pereira ve ark., 2004). Türkiye'de ise benzer şekilde zararın %15-30 oranında olduğu ve salgın yıllarında ise zarar oranının %70'e kadar çıktığı belirtilmektedir (Pala ve ark., 2001). Zeytin sineği erginleri meyve sayısının sınırlı olmadığı durumlarda, çoğunlukla her meyveye bir yumurta bırakarak, vereceği zarar oranı da artmaktadır (Gutierrez ve ark., 2009). Dolayısıyla, Zeytin sineğinin üründe meydana getirdiği kayıp, yıllık döl sayısına bağlı olarak bölgelere göre değişmekle birlikte, yapılan hesaplamalara göre yılda bir milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir (Eti ve ark., 2018).

Akdeniz havzasındaki ülkelerin ekonomisinde önemli bir yere sahip olan zeytin üretiminde, ürün kaybına neden olan Zeytin sineğinin ergin uçuş sayısındaki artışa dikkat çekilmiştir (Marchi ve ark., 2016). Ergin uçuş sayısındaki bu artışın; başta sıcaklık olmak üzere; kıyıdan olan uzaklığa, rakıma ve alanın diğer özelliklerine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Kounatidis ve ark., 2008; Petacchi ve ark., 2015). Akdeniz'in kuzey doğusunda erginlerin temmuz başından aralık ayı ortalarına kadar birkaç uçuş gerçekleştirdiği ve bazı yıllarda ergin uçuşunun ocak ayında da devam ettiği (Perović ve ark., 2009), Kuzey Balkan'larda ergin uçuş sayısının, ılıman iklime sahip olan Güney Balkanların gerisinde kaldığı tespit edilmiştir (Podgornik ve ark., 2013). Diğer taraftan ılıman iklim özelliklerine sahip Güney Kaliforniya'da yılda 6-7 ergin uçuşun gerçekleşmesi (Rice ve ark., 2003) ve Çukurova'da ergin uçuşunun 12 ay boyunca devam etmesi (Bozbuğa, 2007) sıcaklıktaki artışın etkisini tahmin etmede yol göstericidir. Akdeniz ülkelerinde sıcaklık artışının Zeytin sineği ergin uçuş sayısını etkilediği ve zararlıın salgın yapma nedenlerini anlamak için parazitoit ve predatörlerine olan etkisinin de belirlenmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir (Caselli ve Petacchi, 2021).

Zararlılar mücadelede kışlama döneminin önemi yadsınamaz. Zeytin sineğinin ergin uçuşu çoğunlukla hasat döneminin sonuna kadar takip edilmiş ve kışı pupa döneminde geçirdiğine ilişkin tespitler yapılmıştır (Çetin ve Alaoğlu, 2005; Buzbuğa, 2007; Kumral ve ar., 2008; Topuz ve Durmuşoğlu, 2012; Özpınar ve ark., 2014; Kaplan ve Bayram, 2021). Son 30-40 yılda 1.3°C'lik sıcaklık artışının yaşandığı ülkemizde (Anonim, 2011 ve 2023), Zeytin sineği ile benzer özelliklere sahip olan Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824)'nin kuzeye doğru yayıldığı ve Çanakkale İli'nde farklı meyvelerde zararlı olduğu bildirilmiştir (Tiftikçi, 2020; Akçil, 2022). Kış ayları daha ılıman geçen ve optimal zeytin üretim alanlarının sınırında kalan Çanakkale İli'nde Zeytin sineğinin popülasyon değişimi üzerinde sıcaklığın özellikle kış aylarındaki etkisini belirlemek amacıyla, kış periyodunu da içerecek şekilde feromon+besin+sarı yapışkan kombine tuzak kullanılarak ergin uçuşu incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem**İklim Odası Çalışmaları****Farklı toprak derinliğindeki *Bactrocera oleae* pupalarından ergin çıkışının belirlenmesi**

Deneme, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık koşullara sahip iklim odasında ($25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %60-70 nispi nem) içinde tarla toprağı bulunan 35x30 cm ebadında saksılarda 3 farklı toprak derinliğine (5, 10 ve 15 cm) konulan 100'er adet Zeytin sineğı pupalarından ergin çıkışı incelenerek yürütülmüştür (Şekil 1). Denemede kullanılan tüm saksıların üst bölümü 5 cm boş bırakılmış, içine toprak doldurularak derinlik ayarı yapılmış ve pupalar yerleştirildikten sonra ergin çıkışını önlemek için saksıların üst bölümü bir tülbent bezle kapatılmıştır. Her derinlik 3 tekrarlı olarak planlanmış, aynı yaştaki 100'er adet Zeytin sineğı pupası kullanılmıştır. Ayrıca kontrol amaçlı olarak her birinden 100 adet pupa bulunan petri kaplarında ergin çıkışı takip edilmiştir. Pupalar her gün kontrol edilerek saksı ve petri kabındaki ergin çıkışı kayıt altına alınmıştır.



Figure 1. Determination of adult emergence in *Bactrocera oleae* pupae in the climate room.
Şekil 1. İklim odasında *Bactrocera oleae* pupalarında ergin çıkışının belirlenmesi.

Arazi çalışması**Deneme bahçelerinin özellikleri**

Çalışma, 02 Mayıs 2020-02 Nisan 2022 tarihleri arasında Çanakkale İli Merkez ilçe'ye bağlı Dardanos ($39^\circ 59' 15.41''\text{K}; 26^\circ 18' 18.59''\text{D}$; deniz seviyesinde), Yenimahalle ($39^\circ 59' 15.41''\text{K}; 26^\circ 18' 18.59''\text{D}$; 58 m yükseklikte) ve Işıklar Köyü'nde ($40^\circ 08' 53.12''\text{K}; 26^\circ 29' 19.36''\text{D}$; 38 m yükseklikte) 3 bahçe ve Ezine İlçesi'ne bağlı Geyikli'de 2 bahçe (Geyikli 1; $39^\circ 48' 55.15''\text{K}; 26^\circ 10' 28.07''\text{D}$; 13 m yükseklikte, Geyikli 2; $39^\circ 48' 26.05''\text{K}; 26^\circ 11' 55.34''\text{D}$; 27 m yükseklikte) olmak üzere üreticiye ait toplam 5 zeytin bahçesinde yürütülmüştür. Dardanos'taki koleksiyon bahçesi dışındaki bahçeler, Ayvalık yağlık zeytin çeşidi ile tesis edilmiştir. Tüm bahçeler 5 dekardan büyük olup, ağaçlar 15-20 yaş arasındadır. Geyikli 1 ve Dardanos'daki bahçe dışındakiler, Zeytin sineğine karşı bir kez ilaçlanmıştır. Geyikli 1'deki bahçe dışındaki bahçelerde toprak işleme çizel ile değişik zamanlarda 1-2 kez yapılmıştır.

***Bactrocera oleae* ergin uçuşu ve kışlama durumunun belirlenmesi**

Bactrocera oleae ergin uçuşu ve kışlama durumu 02 Mayıs 2020-02 Nisan 2022 tarihleri arasında, belirlenen 5 örnekleme bahçesinde yürütülmüştür. *B. oleae* erginlerini yakalamada ruhsatlı KAPAR®ZS, feromon+besin cezbedici (50 mg (1.7)-Dioxaspiro (5.5) undecane + 70 g Carbonic acid/Disp.) + 20x25 cm ölçülerinde iç içe geçmeli levhalardan oluşan sarı yapışkan tuzak bahçedeki zeytin ağaçlarını temsil edecek şekilde her bahçede belirlenen bir ağacın güney yönünde yerden 1.5 metre yüksekliğindeki bir dalına bir adet tuzak asılmıştır.

Tuzaklara yakalanan erginler haftada bir kez sayılarak erkek ve dişi olarak kaydedilmiştir. Tuzaklar bir sonraki sayım için temiz bırakılmış, ihtiyaç duyuldukça Kapar böcek yakalama zankı ile levhaların yapışkanı yenilenmiş ve besin cezbedici 30 gün arayla yenileriyle değiştirilmiştir. *B. oleae* ergin popülasyon değişimi ile iklim verileri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için meteorolojik veriler (sıcaklık $^\circ\text{C}$ ve yağış mm) Çanakkale Meteoroloji Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. *B. oleae* ergin sayısı ile iklim verileri grafikler halinde birlikte değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma**İklim odasında farklı toprak derinliğindeki *Bactrocera oleae* pupalarından ergin çıkışı**

Toprağın farklı derinliklerindeki pupalardan ergin çıkışını belirlemek amacıyla kurulan denemelerde, kontrol amaçlı petri kaplarındaki pupalardan ergin çıkışı 5. günde başlamış ve ergin uçuşu 7-12 gün sürmüştür. Saksılarda ise ilk ergin çıkışı 5 cm'de 5. günde başlamış ve 6 gün devam etmiştir. 10 ve 15 cm'de ise ergin çıkışı 3. günde başlamış ve 8 gün sürmüştür. Her üç derinlikte, en fazla ergin çıkışı 6. ve 7. günde gerçekleşmiştir (Şekil 2). 10 ve 15 cm derinliğindeki pupalardan ergin çıkışının 5 cm toprak derinliğine göre erken başlaması topraktaki yeterli nemin varlığına bağlanmıştır.

Petri kaplarında gelişmeye bırakılan pupalardan ergin çıkışı %87 oranında gerçekleşmiş ve dişi oranı %46.86 olarak bulunmuştur. Farklı toprak derinliğindeki pupalarından ergin çıkışı miktarı derinlikle ters orantılı olarak gerçekleşmiş olup, 5 cm'de pupaların %75.5'inde, 10 cm'de %62.63'ünde ve 15 cm ise %41.7'sinde ergin çıkışı tespit edilmiştir. Her toprak derinliğinde çıkış yapan erginlerin dişi oranı ise 5 cm'de %49.28, 10 cm'de %38.84 ve 15 cm'de ise %48.45 olarak bulunmuştur. Yokoyama ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada Zeytin sineği popülasyonundaki dişi oranın mevsimlere göre farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

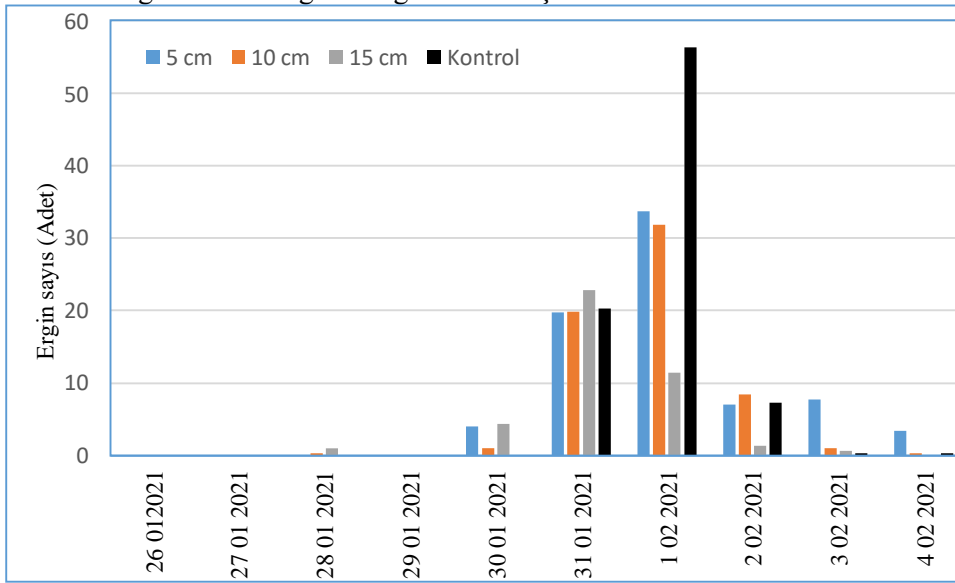


Figure 2. Adult emergence from *Bactrocera oleae* pupae at different soil depths in the climate room ($25 \pm 1^\circ\text{C}$).

Şekil 2. İklim odasında ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) farklı toprak derinliklerinde *Bactrocera oleae* pupalarından ergin çıkışı.

Petri kaplarındaki pupalardan sonra, en fazla ergin çıkışı doğal koşullardaki toprak derinliğine (3-5 cm) yakın olan 5 cm de gerçekleşmiştir. Arazi koşullarında toprak işleme ile pupaların derine gömülmesi Zeytin sineği ergin çıkışını azaltması bakımında zararlı ile mücadelede katkı verebileceği kanısına varılmıştır. Neuenschwander ve ark., (1981)'a göre pupaların derinde olduğu sert topraklarda ölümün arttığı ve yumuşak topraklarda ise yüksek sayıda ergin çıkışının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bunun yanında yaz aylarında yüksek sıcaklıklarda ve bağlantılı olarak toprak neminin azalması sonucu pupa ölümlerinin arttığı bildirilmiştir.

İklim odasında elde edilen bulguları teyit etmek için denemenin paraleli arazi koşullarında yürütülmeye çalışılmış ve birkaç kez tekrarlanmasına rağmen, hiçbir derinlikte ergin çıkışı sağlanamamıştır.

***Bactrocera oleae* ergin uçuşu ve kışlama durumu**

Bactrocera oleae ergin uçuşu feromon+besin cezbedici + sarı yapışkan tuzakla Mayıs 2020-Nisan 2022 arasındaki dönemde 5 bahçede incelenmiş ve örnekleme süresince tuzaklara toplam 1,156 erkek, 1,936 dişi olmak üzere toplam 3,092 ergin yakalanmıştır. Örnekleme süresince tüm bahçelerdeki tuzaklara yakalanan Zeytin sineği erginlerinin %62.62'sinin dişilerden ibaret olduğu görülmüştür. Besin çekici tuzağın cezbedici ile birlikte cinsel çekici feromon içermesine rağmen, tuzaklara daha fazla dişi birey yakalanmıştır. Genel olarak tuzaklara yakalanan Zeytin sineği erginlerinin mevsimin erken dönemlerinde ağırlıklı olarak erkek bireylerden ve sonbahar-kış aylarında

ise dişi bireylerden oluştuğu gözlenmiştir. Yokoyama ve ark., (2006) *B. oleae*'nin mevsimsel uçuşunu incelediği çalışmada popülasyondaki dişi oranının aylara göre değişiklik gösterdiğini ve sonbaharda popülasyondaki dişi sayısının yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da sonbahar ve kış aylarında tuzaklara daha fazla dişi birey yakalanmış ve sonuçlar benzerlik göstermiştir.

Örnekleme yapılan bahçelerde en fazla ergin 1,555 adet ile Yenimahalle'deki tuzakta sayılmış ve bu tuzağı 635 adet ergin ile Dardanos'taki tuzak izlemiştir. Deniz kıyısına yakın olan toprak işleme ve ilaçlamanın yapılmadığı Geyikli 1 bahçesinde ise toplam 377 ergin kaydedilmiştir. Geyikli 2 ve Işıklar Köyü'ndeki tuzaklarda ise 213 ve 312 adet ergin sayılmıştır. En fazla ergin, hem toprak işleme ve hem de ilaçlamanın yapıldığı düşük düzeyde Zeytin sineği popülasyon yoğunluğunun beklendiği Yenimahalle'deki bahçede yakalanmıştır. Bu bahçedeki tuzaklara yakalanan erginlerin ağırlıklı olarak kış aylarına ait olması, toprak işlemeden dolayı bu bahçede nektarlı bitkilerin yokluğu erginlerin besin cezbediciye daha fazla yönelmiş olabileceğine bağlanmıştır. Tuzaklara yakalanan erginlerin dişi oranı (%66.66) 5 bahçenin ortalamasının (%62.62) üzerinde olması da bu kanıyı desteklemektedir.

Örnekleme bahçelerinde ortalama sıcaklığın Avidov (1954)'un Zeytin sineği erginlerinin aktif olduğu eşik değeri olan 16.7°C üzerinde olduğu, 9 Mayıs 2020 tarihinde Geyikli 1 bahçesindeki tuzakta ilk erginler yakalanmıştır. Aylık ortalama sıcaklığın 17.89°C olduğu Mayıs ayı boyunca Geyikli 1 ve 2 ile Dardanos'daki zeytin bahçelerindeki tuzaklarda erginler kaydedilmiş ve mayıs ayı ortalarında ilk tepe noktası meydana gelmiştir. 2020 yılı mayıs, haziran ve temmuz aylarında kolleksiyon bahçesi olarak tesis edilen Dardanos'daki zeytin bahçesinde diğer bahçelere göre daha fazla ergin yakalanmıştır. Bu durum üretici bahçelerinden farklı olarak bu bahçede hasattan sonra kalan meyvelerde Zeytin sineğinin varlığının devam etmesine bağlanmıştır. Nitekim, Genç ve Nation (2008) tarafından *B. oleae* yumurta, larva ve pupa dönemleri için bildirilen 9.19 °C, 13.94 °C ve 12.36 °C eşik değerlerine göre 2020 aralık (7.9-15.9 °C (ortalama 12.2 °C)) ile 2021 yılı ocak (3-13.9°C (ortalama 10.5 °C)) ve şubat (2.8-15.2°C (ortalama 9.5 °C)) aylarında faal olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir. Zira, Yokoyama ve ark., (2006)'na göre mart ayında bahçelerde hasat edilemeyen meyvelerdeki pupalardan yüksek sayıda erginin tuzaklara yakalandığını bildirmiştir.

Bu çalışmada, ağustos ayında tuzaklara sınırlı sayıda ergin yakalanmış, ancak mevsimin ilk yağışlarıyla 2020 yılı eylül ayından itibaren Zeytin sineği ergin uçuşu artmıştır. Ekim ayı ortalarında 3. tepe noktası meydana gelmiş aralık sonu ile 2021 yılı ocak ve şubat aylarında ergin uçuşu en yüksek seviyede gerçekleşmiştir. 2021 yılı mayıs ayında tuzaklara sınırlı sayıda ergin yakalanmış, haziran ve ağustos aylarında ergin uçuşunda bir kesilme dönemi yaşanmış ve eylül başından itibaren ergin uçuşu artmaya başlamıştır. 2020 yılında olduğu üzere 2021 ekim ve aralık ayı sonunda olmak üzere birer tepe noktası gerçekleşmiş ve kış döneminde ergin uçuşu devam etmiştir (Şekil 2). 2021 yılında tuzaklara yakalanan ergin sayısı 2020 yılına göre düşük sayıda gerçekleşmesine rağmen, her iki yılda da 4-5 tepe noktası meydana gelmiş ve ergin uçuş eğrisi benzerlik göstermiştir. Örneklemin yapıldığı 2021 ve 2022 yılı kış döneminde ergin uçuşu devam etmiştir.

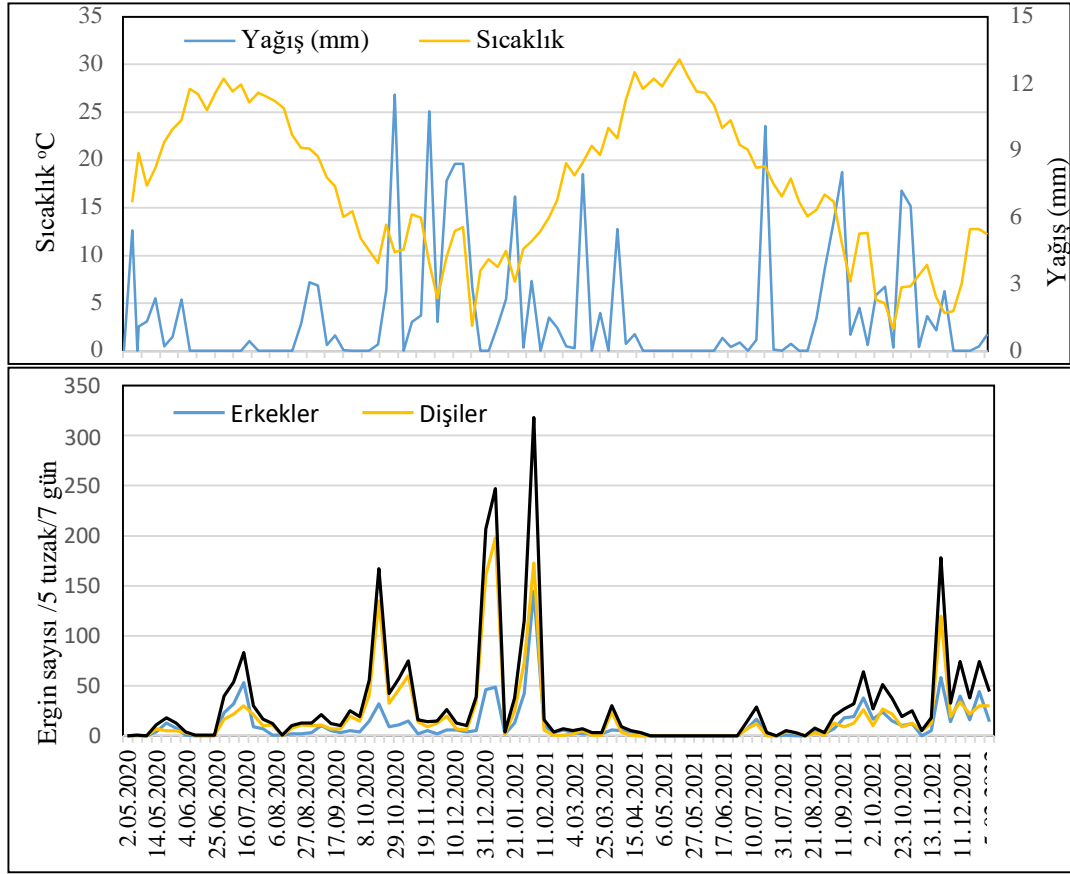


Figure 3. The relation of adult population change of *Bactrocera oleae* with temperature and precipitation in olive groves of Çanakkale province

Şekil 3. Çanakkale İli zeytin alanlarında *Bactrocera oleae*'nin ergin popülasyon değişiminin sıcaklık ve yağışla ilişkisi

Bursa'da Zeytin sineği ergin uçuşunun eylül ayından kasım ayına kadar yüksek seviyelere çıktığı (Kumral ve ark., 2008); Çanakkale'de ise erginlerin ağustos ayından itibaren tuzaklara yakalandığı, ekim ayında en yüksek sayıya ulaştıkları ve aralık ayı ortalarına kadar devam ettiği bildirilmiştir (Özpinar ve ark., 2014). Görüldüğü üzere Zeytin sineği ergin uçuşunun eylül ayından itibaren başlaması ve artarak devam eden ergin sayısının aralık ayı ortalarına kadar sürmesi benzer bulunmuştur. Bu çalışmada 2021 ve 2022 ocak ve şubat aylarındaki ergin uçuş piklerindeki benzerlik kış aylarında uygun sıcaklıkta Zeytin sineği ergin uçuşunun devam ettiğini göstermiştir. Bu çalışmayla, Çanakkale İli'nde Zeytin sineği kışı pupa dönemi yanında ergin olarak da geçirebildiği ortaya çıkmıştır. Bu durum küresel boyuttaki sıcaklık artışına karşı daha duyarlı olan Türkiye'de son 30-40 yılda 1.3°C'lik bir sıcaklık artışıyla (Anonim, 2011 ve 2023) yaşanan ısınmanın bir sonucu olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir. Farklı bölgelerde yapılan çalışmalarla Zeytin sineği ergin uçuşunun kış aylarında da devam ettiği ve ılıman iklim koşullarına sahip Adana İli'nde 12 ay boyunca aktif olduğu tespit edilmiştir (Bozbuğa, 2007). Akdeniz havzasında, son yıllarda sıcaklıktaki değişimin Zeytin sineği ergin uçuş sayısını etkilediği (Marchi ve ark., 2016) Akdeniz'in kuzey doğusunda erginlerin temmuz başından aralık ayı ortalarına kadar birkaç uçuş gerçekleştirdiği ve bazı yıllarda ergin uçuşunun ocak ayında da devam ettiği tespit edilmiştir (Perović ve ark., 2009). Corfu (Yunanistan) adasında yapılan bir çalışmada Zeytin sineği erginlerin ağustos sonu-eylül başı, kasım, şubat- mart ve haziran başında olmak üzere 4 tepe noktasına sahip olduğu bildirilmiştir (Kapatos ve Fletcher, 1984). Diğer taraftan Akdeniz havzasında önümüzdeki yıllarda Zeytin sineği ile mücadelede zararlıın salgın yapma nedenlerini anlamak için sıcaklıktaki artışın ergin uçuş sayısına, parazitoit ve predatörlerine olan etkisinin belirlenmesine gereksinim olduğu bildirilmiştir (Caselli ve Petacchi, 2021). Sıcaklıktaki artış zararlı böceklerde popülasyon artışına neden olabileceği gibi, olumsuz etkisinin de ortaya çıkması olasıdır. Kapatos ve Fletcher (1984), yaz sonunda yüksek sıcaklıklardan

dolayı, Zeytin sineği pupalarında yüksek oranda ölümlerin gerçekleştiği ve popülasyonun düşmesine neden olduğunu bildirmiştir. Bir çok araştırmacı yüksek sıcaklık ve düşük nem koşullarının olduğu yaz aylarında dişilerin yumurta olgunluğuna ulaşmadığını bu nedenle popülasyonun düşük seyrettiğini belirtmişlerdir (Dimou ve ark., 2003; Tzanakkis, 2003). Buna karşın; Bozbuğa, (2007) yaptığı çalışmada Zeytin sineği popülasyon seviyesinin yüksek çıkmasını yaz aylarında bahçelerde sulama yapılmasının nem oranını yükseltmesine, bağlantılı olarak pupalardan ergin çıkışının artmasına yol açtığına değinmiştir. Eylül ayından itibaren maksimum sıcaklıkların 30°C altına düşmesi ve yağışların etkisiyle pupalardan ergin çıkışlarının artışı; popülasyonun hızlı bir şekilde yükselmesine sebep olduğunu bildirmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde yapılan çalışmaların çoğu, zeytin hasat döneminin sonuna kadar olan periyodu kapsamış ve hasat sonrası kış döneminde örnekleme yapılmamıştır. Bu çalışma ile 2021 ve 2022 yılı kış döneminde yapılan örneklemede Zeytin sineği ergin uçuşunun devam ettiği tespit edilmiştir. Çanakkale İli'nde Zeytin sineğinin kışı, pupa dönemi yanında ergin olarak da geçirdiği belirlenmiştir. Bu durum iklimdeki değişimin bir sonucu olarak son yıllarda kış aylarının daha ılıman geçmesine bağlanmıştır. Ancak, bu ilişkinin açıklığa kavuşturulması için de ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır. Diğer taraftan yapılacak çalışmalar aynı zamanda benzer özelliğe sahip diğer zararlıların salgın yapma nedenlerini anlamayı da kolaylaştıracaktır. Bunun yanında, kış aylarında Zeytin sineği ergin uçuşunun yüksek düzeyde gerçekleşmiş olması, bir sonraki yılın popülasyon yoğunluğunu etkileyecektir. Kış dönemindeki sıcaklık değerleri ile ilişkili olarak Zeytin sineği ergin popülasyon yoğunluğuna ait veriler, bir sonraki üretim döneminde zararlı ile mücadelede yol gösterici olacaktır. Bunun yanında doğal koşullarda kış aylarını 3-5 cm toprak derinliğinde geçiren pupalardan ergin çıkışı en fazla 5 cm toprak derinliğinde gerçekleşmiştir. Toprakta pupaların bulunduğu derinlik arttıkça ergin çıkış oranı da düşmüştür. Bu bulgular bahçelerde pupaların zarar görmesi için yapılacak toprak işleme derinliğinin belirlenmesine katkı vermesi bakımında önemlidir. Bu nedenle kış döneminde arazi koşullarında zeytin sineği pupalarından ergin uçuşu ile ilgili ayrıntılı çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır.

Not: Bu çalışma Talha Çam'ın 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

- Akçıl, M., 2022. Bayramiç (Çanakkale) ilçesinde Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)'nın farklı meyve bahçelerinde popülasyon gelişmesinin belirlenmesi. ÇOMÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 111 s.
- Anonim, 2011. Türkiye 2011 Yılı İklim Değerlendirilmesi. <https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2011-iklim-raporu.pdf>, (02.05.2023).
- Anonim, 2022. 2022-2023 Üretim Sezonu Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Rekoltesi Ulusal Resmi Tespit Heyeti Raporu, <https://www.ctb.org.tr/2022-2023-uretim-sezonu-sofralik-zeytin-ve-zeytinyagi-rekoltesi-ulusal-resmi-tespit-heyeti-raporu/>, (02.05.2023).
- Anonim, 2023. Yıllık İklim Değerlendirmesi. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>, (02.05.2023).
- Avidov, Z., 1954. Further investigations on the ecology of the olive fly (*Dacus oleae*, Gmelin) in Israel. *Ktavim*. 4 (1): 39-50.
- Bozbuğa, R., 2007. Adana ilinde *Bactrocera oleae* Gmelin, (Diptera: Tephritidae)'nin popülasyon takibi ve parazitoitlerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Yüksek lisans Tezi. 60 s.
- Bueno, A. M., Jones, O., 2002. Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. *International Organization for Biological Control Western Palearctic Section Bulletin*. 25(1): 1-11.
- Caselli, A., Petacchi, R., 2021. Climate change and major pests of mediterranean olive orchards: Are we ready to face the global heating. *Insect*. 12 (9): 801-814.

- Çetin, H., Alaoğlu, Ö., 2005. Mut (Mersin) ilçesinde zeytin ağaçlarında bulunan ikinci derecede önemli zararlıların populasyon değişimi ve zararları üzerinde araştırmalar Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 19 (36): 52-58.
- Dimou I., Koutsikopoulos C., Economopoulos A. P., Lykakis J., 2003. Depth of pupation of the wild olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae), as affected by soil abiotic factors. Journal Applied Entomology. 127 (1): 12–17.
- Eti, C. N., Dogac, E., Taskin, B. G., Gokdere, G., Taskin, V., 2018. Population structure and patterns of geographic differentiation on *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in Eastern Mediterranean Basin. Mitochondrial DNA Part A. 29 (7):1051–1062.
- FAO, 2021. FAOSTAT veri tabanı, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, (02.05.2023).
- Genç, H., Nation, J. L., 2008. Survival and development of *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) immature stages at four temperatures in the laboratory. African Journal of Biotechnology. 7 (14):2495-2500.
- Gutierrez, A. P., Ponti, L., Cossu, Q. A., 2009. Effects of climate warming in olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. Climate Change. 95 (2): 195-217.
- Haniotakis, G. E., 1974. Sexual attraction in the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmelin). Environmental Entomology. 3(1): 82-86.
- Haniotakis, G. E., 2005. Olive pest control: Present status and prospects. Integrated Protection of Olive Crops. WPRS Bulletin. 28 (9): 1–9.
- Kapatos E.T., Fletcher, B. S., 1984. The phenology of the olive fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera; Tephritidae), in Corfu. Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 97(1-5): 360-370.
- Kaplan, M., Bayram, Y., 2021. Occurrence, population development, infestation and damage caused by olive fly (*Bactrocera olea* Gmel.) (Diptera: Tephritidae) in olive orchards of Mardin province, Türkiye. The Journal of Animal & Plant Sciences. 31(2): 610-616.
- Katsoyannos, P., 1992. Olive pests and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper 115, FAO, Rome, 178 p.
- Kounatidis, N.T., Papadopoulou, P., Mavragani-Tsipidou, P., Cohen, Y., Tertivanidis, K., Nomikou, M., Nestel, D., 2008. Effect of elevation on spatio-temporal patterns of olive fly (*Bactrocera oleae*) populations in northern Greece. Journal Applied Entomology. 132 (9-10): 722–733.
- Kumral, N.A., Kovancı, B., Akbudak, B., 2008. Gemlik çeşidi zeytin bahçelerinde Zeytin sineği [*Bactrocera oleae* (Gmelin)]'nin mücadelesine esas olacak biyo-ekolojik özelliklerin saptanması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 22 (1):31-41.
- Marchi, S., Guidotti, D., Ricciolini, M., Petacchi, R., 2016. Towards understanding temporal and spatial dynamics of *Bactrocera oleae* (Rossi) infestations using decade-long agrometeorological time series. International Journal Biometeorology. 60 (11): 1681–1694.
- Neuenschwander, P., Michelakis, S., Bigler, F., 1981. Abiotic factors affecting mortality of *Dacus oleae* larvae and pupae in the soil. Entomologia Experimentalis et Applicata. 30 (1): 1-9.
- Özkan, Z., 2022. Ürün Raporu Zeytinyağı 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>; Tebge Yayın No: 350. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Çankaya-Ankara.
- Özpinar, S., Özpinar, A., Şahin, A. K., Polat, B., Büyükcan, B., 2014. Çanakkale ilinde toprak işlemenin Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* Gmelin. 1790, Diptera: Tephritidae)'nin populasyon yoğunluğuna etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 2 (1): 83-90.
- Pala, Y., Nogay, A., Damgacı, E., Altın, M., 2001. Zeytin Bahçelerinde Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara. 84 s.
- Pereira, J. A., Alves, M. R., Casal, S., Oliveira, M., 2004. Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana. Italian Journal of Food Science. 16 (3): 355-365.
- Perović, T., Hrnčić, S., Indić, D., 2009. Flight dynamics of olive fly *Bactrocera oleae* Gmel. (Diptera, Tephritidae) in region of Bar. Pomologia Croatica. 15(3-4): 77-85.
- Petacchi, R., Marchi, S., Federici, S., Ragolini, G., 2015. Large-scale simulation of temperature-dependent phenology in wintering populations of *Bactrocera oleae* (Rossi). Journal Applied Entomology. 139 (7): 496–509.
- Podgornik, M., Vuk I., Arbeiter, A., Hladnik, M., Bandelj, D., 2013. Population fluctuation of adult males of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi) analysis in olive orchards in relation to abiotic factors. Entomological News. 123 (1):15-25.
- Rice, R., Phillips P., Stewart-Leslie J., Sibbett, G., 2003. Olive fruit fly populations measured in Central and Southern California. California Agriculture. 57(4): 122-127.
- Tamendjari, A., Angerosa, F., Mettouchi, S., Bellal, M. M., 2009. The effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the quality and phenolic content of Chemlal olive oil. Grasas Aceites. 60(5): 507-513.

- Tiftikçi, P., 2020. Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın şeftali bahçelerinde popülasyon değişimleri üzerinde araştırmalar. *Meyve Bilimi/Fruit Science*. 7 (1):23-27.
- Topuz, H., Durmuşoğlu, E., 2012. Effects of harvest timing on infestation of *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1790) (Diptera: Tephritidae), olive oil yield and quality. *Turkish Journal of Entomology*. 36 (3): 345-362.
- Tzanakakis, M. E., 2003. Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive: a review. *Netherlands Journal of Zoology*. 52 (2-4): 87-224.
- Yokoyama, V.Y., Miller, G.T., Stewart-Leslie, J, Rice, R.E., Phillips, P.A., 2006. Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) populations in relation to region, trap type, season, and availability of fruit. *Journal Economic Entomology*. 99 (6):2072–2079.

Araştırma Makalesi/Research Article

Yarı Humid Ekolojik Koşullar Altında Toprak Erozyon Duyarlılık Çalışmalarında Fuzzy-Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı

Sena Pacci¹ 

Muhammet Emin Safflı¹ 

Orhan Dengiz¹ 

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun
*Sorumlu yazar: pacciis@outlook.com

Geliş Tarihi: 03.04.2023

Kabul Tarihi: 19.05.2023

Öz

Bu çalışmada yarı humid ekolojik koşullara sahip Çorum il sınırı içerisinde yer alan mikro havza içerisinde dağılım gösteren toprakların, erozyona karşı duyarlılıklarının USLE-K ve Fuzzy-AHS ile belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, mikro havzada 33 adet toprak örnekleme yapılmış ve toprakların erozyona duyarlılıkları üzerinde etkili olan organik madde, kum, silt, kil, hacim ağırlığı ve hidrolik iletkenlik faktörleri gibi bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, toprak erozyonunu yakından etkilemekte olan USLE-K faktörü belirlenmiş ve dağılım haritaları oluşturularak her iki yaklaşım karşılaştırılmıştır. Elde edilen her iki yaklaşıma ait konumsal dağılım haritaları incelendiğinde USLE-K dağılımına göre 0.030–0.430 ve Fuzzy-AHS dağılımına göre ise 0.178-0.785 aralıklarında olmak üzere, havzanın batı ve kuzey kesimlerinde dağılım gösteren toprakların daha duyarlı oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak erozyonu, erodibilite, USLE-K, Fuzzy-AHS

Fuzzy-Analitic Hierarchy Process Approach in Soil Erodibility Studies under Semi-Humid Ecological Conditions

Abstract

The study aims to determine and compare the susceptibility of soils in a micro basin located in the Çorum province with semi-arid ecological conditions to erosion. To achieve this goal, two methods, USLE-K and Fuzzy-AHP, are used. The study collected 33 soil samples from the micro basin and analyzed various physico-chemical soil properties that can affect the susceptibility of soils to erosion. These properties include organic matter, sand, silt, clay, bulk density, and hydraulic conductivity. The USLE-K factor was also determined to estimate the average annual soil loss caused by rainfall and other erosive factors. The analysis of the spatial distribution maps created using both the USLE-K and Fuzzy-AHP approaches showed that the soils distributed in the western and northern parts of the micro basin were more susceptible to soil erosion compared to other areas.

Keywords: Soil erosion, erodibility, USLE-K, Fuzzy-AHP

Giriş

Toprak erozyonu; tarım alanlarının sürdürülebilir kalkınmasını etkilediği gibi; çevreyi, ekonomiyi ve toplumu da önemli düzeyde etkileyen, küresel bir sorundur. Toprak erozyonu ve toprağın erozyona karşı hassaslığın bir kavramı olan toprak erodibilitesi (aşınabilirliği) 1920'lerden beri araştırmacılar tarafından incelenmekte, küresel ısınma ve insan nüfusunun artışının etkisi ile daha da artan bir sorun olarak vurgulanmaktadır (Kajembe ve ark., 2005). Toprak erozyonu, toprakların üretkenliğini ve verimliliğini azalmasının yanı sıra, su rezervuar alanları ve su yollarının çökmesi ve artan kirlilik gibi çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabildiği gibi, bitki besini bakımından zengin olan verimli üst toprağın üretkenlik fonksiyonunun kaybı olmasına da yol açabilmektedir. Toprak erozyonu süreci, rüzgar veya su kuvvetlerinin etkisi ile toprak tanecikleri arasındaki yapının bozulup birbirinden ayrılmasını ve başka bir yere taşınmasını içerir. Bu süreç toprakların organik madde içeriği, tekstürü, eğim ve yağış gibi çeşitli toprak parametresi ve çevresel faktörlere bağlı olarak

meydana gelmektedir (Dede ve ark., 2022). Bu nedenle Nciizah ve Wakindiki (2015) toprak kaynaklarını yönetmek ve toprak bozulmasını önlemek için anlaşılması çok önemli olan toprak erodibilitesi kavramını toprağın erozyona ne kadar duyarlı olduğunun bir ölçüsü olarak tarif etmektedir.

Toprakların erozyona duyarlılığını değerlendirmek amacı ile geçmişten günümüze kadar birçok nitel ve nicel toprak erozyon hassasiyet modelleri geliştirilmiştir (Demirağ Turan ve ark., 2022). Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (USLE) de toprağın erodibitesini değerlendirmek amacı ile yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Devatha ve ark., 2015). Denklem, yağış ve yüzey akışının neden olduğu kabuk ve akıntı erozyonu nedeniyle yıllık ortalama toprak kaybı oranını tahmin eder. USLE, yağış erozivitesi, toprak aşınabilirliği (erodobilite), eğim uzunluğu ve dikliği, bitki örtüsü ve erozyon kontrol uygulamaları dahil olmak üzere bir dizi faktörü dikkate alır (Alewell ve ark., 2019). Son zamanlarda, toprak yönetimi uygulamalarının toprak erozyonu üzerindeki etkilerini ve toprakların duyarlılıklarını daha iyi açıklamak için USLE'nin özellikle toprak aşınabilirlik faktörü olarak bilinen (USLE-K) güncellenmiş farklı versiyonu ve yaklaşımları geliştirilmiştir (Sadeghi ve ark., 2004). Araştırmacıların yapmış oldukları birçok araştırmalarda USLE-K kullanılarak, toprak erozyonunun daha doğru anlaşılabilmesi ve toprak erozyon riskinin azaltılması, toprakların sağlığının, kalitesinin ve üretkenliğinin korunması çalışmalarında bilinçli kararlar alınabileceğini belirtilmiştir (Lu ve ark., 2004; Gitas ve ark., 2007; Prasannakumar ve ark., 2012; Wang ve ark., 2016).

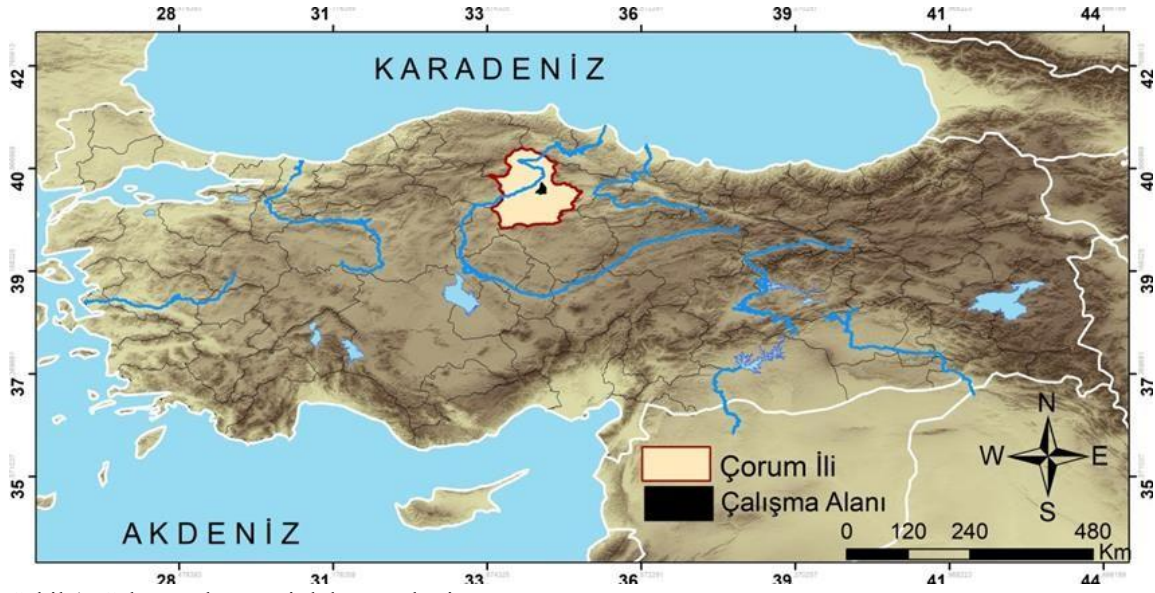
Diğer bir yandan doğada meydana gelen bu olayların hızlı ve doğru değerlendirilebilmesi için uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) de aktif olarak kullanılmaktadır (Güzin ve Karaca, 2021; Jafari ve Abedi, 2021). Ancak, UA ve CBS bu doğrultuda kullanılmadan önce veri setleri üzerinde yapılması gereken iyileştirme süreçleri bulunmaktadır. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı, UA ve CBS' de veri seti hazırlama, birleştirme ve çalışma alanı özelliklerinin değerlendirilmesi için kullanılan en yaygın yöntemdir (Akbari ve ark., 2021). ÇKKV yaklaşımlarından biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşik Süreç (Fuzzy-AHS) ise son zamanlarda bu alanda birçok araştırmacı tarafından kullanılmaya başlamıştır (Mosadeghi ve ark., 2015; Asakereh ve ark., 2017; Rajasekhar ve ark., 2019; Shao ve ark., 2020; Kılıç ve ark., 2022; Dengiz ve ark., 2023). Fuzzy-AHS yöntemi yetmişli yıllarda Saaty (1977) tarafından ortaya atılan Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS) yöntemindeki yetersizlik ve bulanıklık sebebi ile ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından üçgen üyelik fonksiyonlarını tanımlanan bulanık oranlarla karşılaştırarak ortaya atılmıştır (Deng, 1999; Pala, 2016). Fuzzy-AHS'de kesin değerler kullanmak yerine karar vericiyi de kapsayan bir değer aralığı kullanılmaktadır (Kuswandari, 2004). AHS ve Fuzzy-AHS yöntemleri arasında bir değerlendirme yapıldığı takdirde, Fuzzy-AHS'nin klasik AHS'ye göre daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konmuştur (Triantaphyllou ve Lin 1996; Günden ve Miran, 2008).

Bu çalışmada, yarı kurak ekolojik koşullara sahip Çorum il sınırı içerisinde yer alan mikro havza içerisinde dağılım gösteren toprakların, erozyona karşı duyarlılıklarının USLE-K ve Fuzzy-AHS olmak üzere iki farklı yaklaşımla belirlenmesi ve bunların dağılım haritalarının oluşturularak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

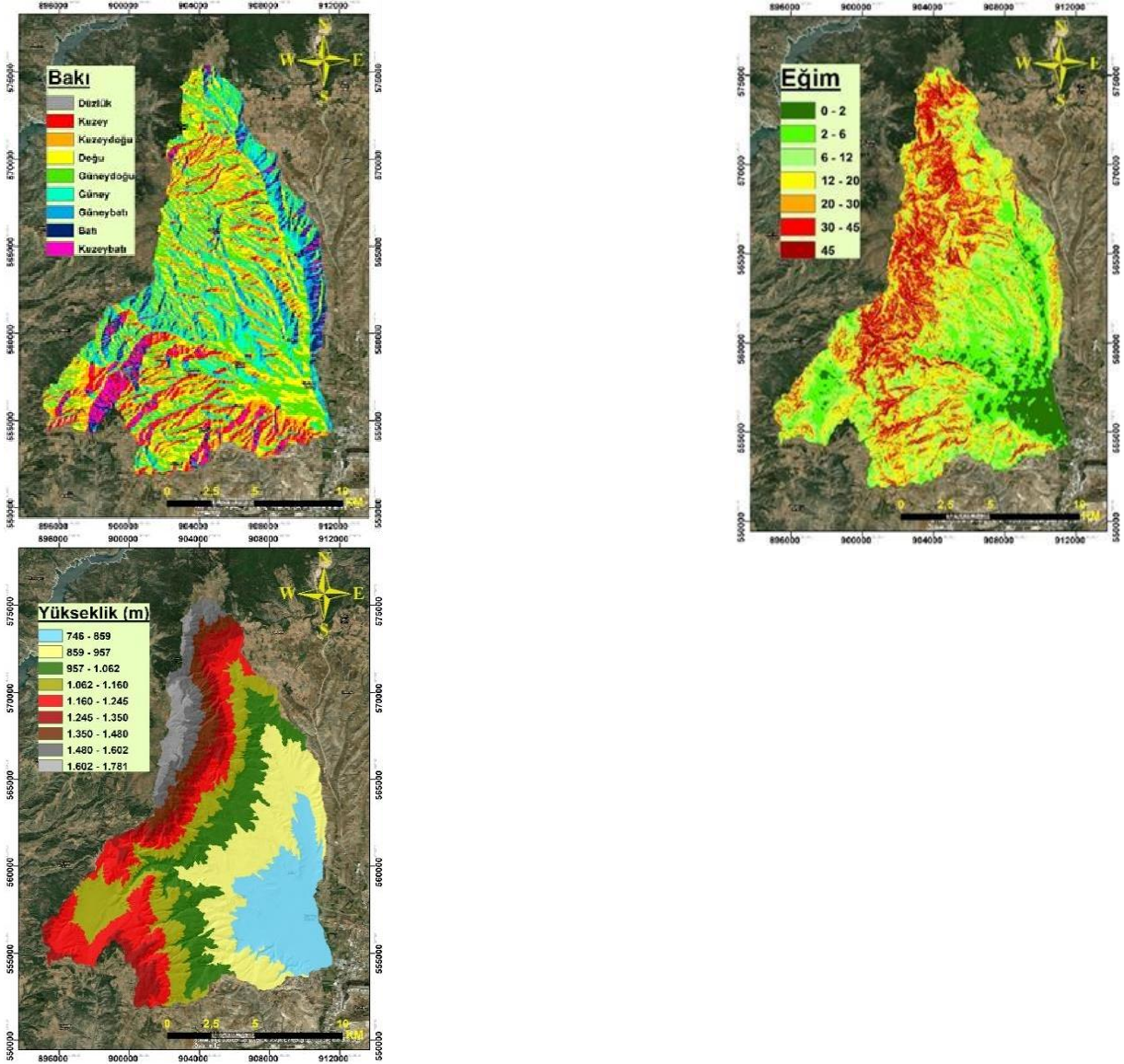
Çalışma alanının genel özellikleri

Bu araştırma, Türkiye'nin kuzey kesiminde yer alan ve Karadeniz Bölgesinin orta kesimlerinde bulunan Çorum ilindeki mikro havza içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu mikro havza 645000-663000 Doğu ve 44850000-4510000 Kuzey koordinatları arasında yer almaktadır (WGS84, Zone36-N, Universal Transverse Mercator-UTM-m). Çalışma alanına ait yüzey alanı miktarı ise 21001.7 ha olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study area.

Çalışma alanına ait en yüksek ve en düşük yükseklik verileri 746 m ve 1781 m olarak belirlenmiştir. Kuzey batı kesimlerinde yer alan bölgelerde, yükseklik 1600 metrelere kadar çıkarken eğim derecesi ise (>45%) olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının güneydoğu kesimleri ise (0%-6%) arasında eğime bağlı değişiklik göstermektedir. Çalışma alanı, genel olarak bakı açısından güneydoğu ve güneybatı yönlü olarak dağılım gösterirken bazı güney kesimlerde ki kısımların ise kuzey ve kuzeybatı yönlü bakıya sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



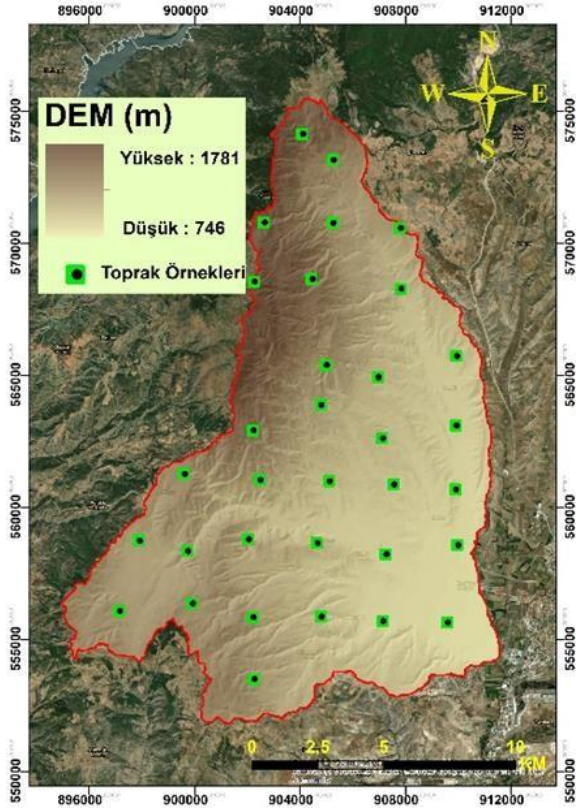
Şekil 2. Çalışma alanına ait yükseklik, eğim ve baki haritaları
Figure 2. Elevation, slope and aspect maps of the study area

Çalışma alanına ait meteoroloji verileri, Çorum Meteoroloji İstasyonundan elde edilen uzun aralıklı verilerden (1981-2021) elde edilmiştir. Elde edilen verilerin sonucunda yıllık ortalama yağışın 443.7 mm ve sıcaklığın ise 10.7°C olduğu elde edilmiştir. Bölük'e (2016) göre, çalışma alanı Erinç'in Türkiye'deki makro iklim bölgelerine göre 25.21 puanlık yağış aktivite indeksi ile yarı nemli sınıfa girmektedir.

Yöntem

Toprak örnekleme ve analizler

Bu çalışmaya yönelik olarak, Çorum'da bulunan mikro havza sınırları içerisinde grit yöntemine göre koordinatları belirlenen noktalardan 0-20 cm derinlikten 33 adet toprak örneği alınmıştır. Topraklar, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için ön işlemlerden (kaba parçalar ve bitki kalıntıları uzaklaştırılmış, laboratuvar koşullarda hava kuru hale getirilen topraklar tahta tokmakla dövülerek 2 mm elekten elenmiştir) geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Toprak örnekleme deseni
Figure 3. Soil sampling pattern

Toprak örneklerine ait parçacık (kil, silt, kum) dağılımı (Bouyoucos, 1962), silindir yöntemine göre hacim ağırlığı (Blake, 1986), Walkey Blake yöntemine göre organik madde içeriği (Jackson, 1958), hidrolik iletkenlik (Klute ve Dirksen, 1986) özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların en büyük, en küçük, standart sapma, varyasyon katsayısı, ortalama, çarpıklık ve basıklık değerleri şeklindeki tanımlayıcı parametreleri ile Spearman korelasyon analizleri SPSS programı (IBM 2015) yardımı ile hesaplanmıştır.

Toprak aşınabilirliği (USLE-K):

Evrensel Toprak Kayıp Denklemi (Universal Soil Loss Equation -USLE), erozyonu etkileyen başlıca faktörlerden yağış, toprağın erozyon özelliği, eğim durumu, bitki örtüsü ve toprak koruma değerlerinin arasındaki ilişkilerin çarpılması ile elde edilen sonuca dayanmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978). Toprak erozyon duyarlılığı USLE-K faktör ile ilgili eşitlik aşağıda verilmiştir (Eşitlik 1)

$$K = 1/100 \{2.1 \times 10^{-4} \times (12 - OM) \times [SI \times (SA + SI)]^{1.14} + 2.5 \times (PE - 3) + 3.25 \times (ST - 2)\} \quad (1)$$

K: Toprak erodibilitesi ($t \text{ ha h}^{-1} \text{ MJ mm}^{-1}$), OM: Toprak organik maddesi, SI: silt içeriği, SA: kum içeriği, PE: geçirgenlik sınıfı, ST: strüktür kodu

Bulanık Kümeler Kuramı:

Gerçek hayatta, birçok durum veya olgunun kesin tanımını yapmak mümkün değildir. Bunun temel nedeni olarak ise gerçek hayattaki yüksek derecedeki belirsizliklerdir. Bulanık kümeler kavramı ilk olarak Zadeh tarafından 1965 yılında, matematiksel yöntemlerin gerçek hayattaki birçok sistemle uğraşırken yetersiz kalmasından memnun olmaması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bulanık kümeler kavramı, belirsiz ve muğlak olan sorunların çözüme kavuşması için ortaya konulmuştur. Zadeh'ten sonra bulanık mantık ve bulanık kümeler kuramı pek çok alanda uygulanmaya ve gelişmeye başlamıştır.

“Muhtemelen öyledir, pek açık değil, çok iyi, çok muhtemel, vasat” gibi birçok farklı kalıbı günlük hayatımızda kullanmaktayız. Bulanık kümeler kavramına göre, küme içerisinde bulunan her elemanın, klasik küme kavramında olduğu şekilde “kümeyle ait” ya da “kümeyle ait değil” olarak, bir

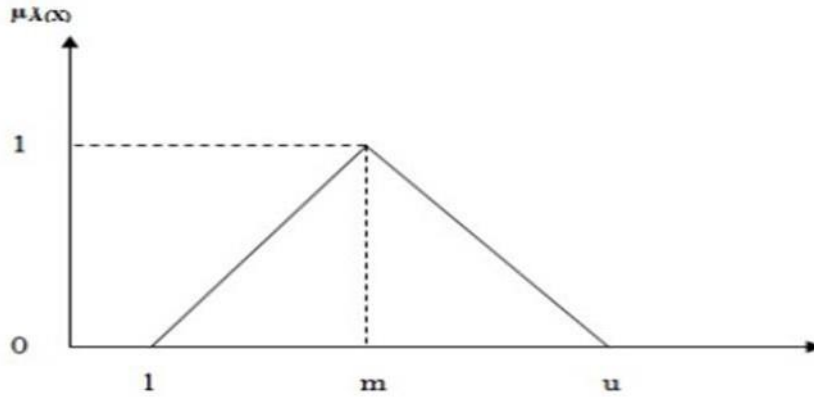
başka ifadeyle 0 veya 1 şeklinde değil, bir dereceye kadar üye olarak görülür. X bir evrensel küme olmak kaydıyla, \tilde{A} bulanık kümesini tanımlayan üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x):R \rightarrow [0,1]$ şeklinde tanımlanır.

Bulanık sayılar, reel sayıların bir bulanık alt kümesidir ve “güvenlik aralığı” fikrinin gelişmiş halini ifade ederler. Dubois ve Prade’e göre bulanık sayılar şu özelliklere sahip olmalıdır (Dubois ve Prade,1983). Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x):R \rightarrow [0,1]$ olan “ \tilde{A} ” bulanık sayısı için;

1. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, Reel sayılar kümesinden 0,1 kapalı aralığında bir sürekli fonksiyondur.
2. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ bir konveks bulanık altkümedir.
3. $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$ yapan bir x_0 sayısı vardır.

Üyelik fonksiyonu Eşitlik (2)’de görülen \tilde{A} bulanık sayısı, bir üçgenel bulanık sayıdır (ÜBS). Burada $l \leq m \leq u$ ’dur ve l en küçük olası değeri, m en umut verici değeri, u ise en büyük olası değeri göstermektedir. Bir ÜBS genellikle (l,m,u) şeklinde gösterilir. Şekil 4’de \tilde{A} üçgenel bulanık sayısının üyelik fonksiyonu görülmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}} = \begin{cases} 0 & x < l \\ \frac{(x-l)/(m-l)}{(m-l)/(m-l)} & l \leq x \leq m \\ \frac{(u-x)/(u-m)}{(u-m)/(u-m)} & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \end{cases} \quad (2)$$



Şekil 4. Üçgen Üyelik Fonksiyonu
Figure 4. Triangle Membership Function

Özellikle çok ölçütlü bulanık karar verme problemlerinde yaygın bir biçimde kullanılan üçgenel bulanık sayılarla temel aritmetik işlemler şu şekildedir:

$\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayı olsun;

$$\text{Toplama} \quad \tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3)$$

$$\text{Çarpma} \quad \tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (4)$$

$$\text{Bölme} \quad \tilde{A}_1 / \tilde{A}_2 = (l_1 / l_2, m_1 / m_2, u_1 / u_2) \quad (5)$$

$$\text{Negatif} \quad -\tilde{A}_1 = (-l_1, -m_1, -u_1) \quad (6)$$

$$\text{Tersi} \quad 1 / \tilde{A}_1 = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (7)$$

Bulanık analitik hiyerarşi süreci (Fuzzy-AHS):

Analitik hiyerarşi süreci (AHS) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen birçok ölçütlü bir yöntemdir. AHS çok kriterli karar vermede, grupların veya bireylerin önceliklerini dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendirmeye imkân sunan bir yöntemdir (Dağdeviren ve ark., 2004). AHS yönteminin en büyük handikabı ise belirsizlik ve karar verme durumları ile başa çıkamamasıdır (Deng,1999). AHS, yöntemi gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde etkin bir biçimde kullanılmasına rağmen, ikili karşılaştırmalar yaparken kesin sayılar kullanmasından dolayı eleştirilmektedir (Dağdeviren, 2007). Bu nedenle, bulanık analitik hiyerarşi sürecine yönelik ilk çalışma üçgen bulanık sayılar kullanılarak, bulanık oranları karşılaştıran Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından gerçekleştirilmiştir. Chang, (1996) tarafından yapılan çalışma

ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinin (B-AHS) ikili karşılaştırma ölçeği için üçgen bulanık sayıları ve ikili karşılaştırmaların yapay mertebe değerleri için mertebe analizi yöntemini kullanarak B-AHS'nin ele alınmasında yeni bir yaklaşım ortaya konmuştur. Bulanık küme teorisinin çok ölçütlü analizlere uygulandığı ilk girişim olarak Bellman ve Zadeh (1970) tarafından yapılan çalışma öne çıkmaktadır.

Çeşitli problem tiplerini çözmek için birçok B-AHS metodu kullanılmaktadır. Bunlar;

1. Chang'ın Bulanık AHS Yöntemi (Chang, 1996)
2. Liou ve Wang'ın Yöntemi (Liou & Wang, 1992)
3. Abdel-Kader'ın Yöntemi (Abdel-Kader & Dugdale, 2001)

Bu çalışmada Chang (1996) tarafından geliştirilmiş olan B-AHS metodu kullanılmıştır. Nedeni ise bu metodun diğer B-AHS metodlarına göre adımları daha basit olmakla birlikte zaman tasarrufu sağlaması ve az miktarda hesaplama gerektirmesidir. Chang'ın yaklaşımına göre ikili karşılaştırmalar üçgensel bulanık sayılarla temsil edilmektedir. Bulanık sayıların tercih edilmesi ile birlikte tahmine bağlı dezavantajlar giderilmek istenmiştir. Chang'ın yöntemine göre, her bir ölçüt alınır ve her bir hedef için mertebe analizi uygulanır. Böylece her bir ölçüt için m tane mertebe analiz değerleri elde edilir. Bu değerler şu şekilde gösterilir.

Chang tarafından ileri sürülen genişletilmiş analize dayalı B-AHS yöntemine göre izlenen yöntem aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ bir nesnel kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ bir amaçlar kümesi olsun. Genişletilmiş analiz yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. Genişletilmiş ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Böylece, m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilmiş olup şu şekilde gösterilir.

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, M_{gi}^3, \dots, M_{gi}^m \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Buradaki tüm M_{gi}^j (j=1,2,...,m) değerleri üçgensel bulanık sayılardır (Çizelge 2). Chang'ın B-AHS adımları aşağıdaki adımlarla özetlenebilir.

1. Adım: i. nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (8)$$

Burada S_i , i. amacın sentez değerini M_{gi}^j her bir amaca yönelik genişletilmiş değeri ifade etmektedir.

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ değerini elde etmek için m adet genişletilmiş analiz değeri bulanık toplama işlemi için aşağıdaki gibi bir matris ile uygulanır:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (9)$$

Daha sonra $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ elde etmek için M_{gi}^j (j=1,2,...,m) değerlerinin bulanık toplam işlemi şu şekilde uygulanır:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (10)$$

Daha sonra ise vektörün tersi hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (11)$$

2. Adım: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olayının olabilirlik derecesi

$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$ şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki ifade ile açıklanır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{yükseklik}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) =$$

$$\begin{cases} 1 & , m_2 \geq m_1 \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (12)$$

Burada d, μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek D kesişim noktasının ordinatıdır. M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için

$V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerinin her ikisine de ihtiyaç duyulur.

3. Adım: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i ($i=1,2,\dots,k$), daha büyük olasılırlık derecesi şöyle tanımlanır:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \\ = \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, \dots, k. \quad (13)$$

Bu durumda S_j 'ler için şu varsayımlar yapılmıştır:

$$k = 1, 2, \dots, n; k \neq j \text{ için } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k).$$

Daha sonra ağırlık vektörü, A_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)'nin n elemandan oluştuğu şu şekilde ifade edilir:

$$W'(d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))$$

4. Adım: Normalizasyon ile normalize edilmiş W 'nin bulanık bir sayı olmadığı

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \text{ ifadesi ile gösterilmektedir.}$$

Table 1. Fuzzy significance scale

Çizelge 1. Bulanık önem ölçeği

Rakamsal Değer	Dilsel İfade	Üçgen Bulanık Sayı Değeri	Karşılık Üçgen Bulanık Sayı
1	Eşit	(1,1,1)	(1,1,1)
2	Zayıf Üstünlük	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
3	Fena Değil	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
4	Tercih Edilir	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
5	İyi	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
6	Oldukça İyi	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
7	Çok İyi	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
8	Mutlak	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
9	Mükemmel	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

Standart skorlama fonksiyonu

Toprak erozyon duyarlılık hesaplaması yapılırken farklı parametreler bir arada değerlendirilmektedir. Bu çalışmada toprakların erozyon duyarlılık açısından ele alınan 6 adet fiziksel ve kimyasal toprak indikatörleri daha önceki yapılmış birçok çölleşme ve arazi bozulumu açısından toprak kalite çalışmaları kapsamında dikkate alınan indikatörler seçilmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978; Lal, 1988; Pieri, 1989; Kanar ve Dengiz, 2015; Celilov ve Dengiz, 2019). Parametrelere ait çok çeşitli birimler olması nedeniyle birimsizleştirme işleminde standart skorlama fonksiyonu (SSF) (Karlen et al., 2014; Andrews et al., 2002) kullanılmıştır. En çok istenen toprak işlevselliğinin düşük ve yüksek değerlerle ilişkilendirildiği toprak erozyon duyarlılık ilişkilerine göre iki tür parametre ayrılır (Liebig ve ark., 2001): İlk olarak, "Daha iyidir" işlevi (More is better-MB), kil, organik madde (OM) ve hidrolik iletkenlik (HI). İkincisi, "Daha az iyidir" işlevi (Less is better-LB), toprakların erozyona duyarlılık rolleri nedeniyle kum, silt, hacim ağırlığı (HA). SSF denklemleri (Andrews ve ark., 2002) göstergeler için Çizelge 2'de verilmiştir.

Table 2. Standard scoring functions for soil parameters
Çizelge 2. Toprak parametreleri için standart puanlama fonksiyonları

Parametreler	FT*	L	U	SSF Equation**
Hacim ağırlığı	LB	6.90	8.56	
Silt	LB	4.45	70.67	$f(x) = \left\{ 1 - 0.9 \times \frac{x-L}{U-L} + 0.1 \right\}$
Kum	LB	14.67	80.41	$\begin{matrix} L \leq x \leq U \\ x \geq U \end{matrix}$
Organik madde	MB	0.45	6.31	
Kil	MB	5.63	63.98	$f(x) = \left\{ 0.9 \times \frac{x-L}{U-L} + 0.1 \right\}$
Hidrolik iletkenlik	MB	20.00	120.00	$\begin{matrix} L \leq x \leq U \\ x \geq U \end{matrix}$

* FT, fonksiyon türü; MB, daha fazla daha iyidir; LB, daha az daha iyidir

** SSF standart puanlama fonksiyonu; x, gösterge değeri; f(x) 0,1 ile 1 arasında değişen gösterge puanı; L ve U, sırasıyla alt ve üst eşik değeri.

Toprak erozyon duyarlılığı ve konumsal dağılımının belirlenmesi

Parametrelerin önem seviyeleri belirlendikten sonra, Toprak erozyon duyarlılık haritalandırmak için Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (weighted linear combination - WLC) yöntemi kullanılmıştır. WLC, basit toplamlı ağırlıklandırma (simple additive weighting - SAW), ağırlıklı toplama, ağırlıklı doğrusal ortalama ve ağırlıklı bindirme olarak da bilinmektedir (Malczewski and Rinner, 2015). WLC yöntemi aşağıdaki eşitliğe göre toprak erozyon duyarlılık değerleri hesaplanır:

$$ED_i = \sum_{k=1}^l w_k a_{ik} \quad (14)$$

ED_i , i noktasındaki toprak erozyon duyarlılık değeri; w_k , k parametrenin göreceli önem seviyesini, a_{ik} bölgesinin k parametre altındaki standart değerini ve l toplam parametre sayısını temsil etmektedir (Elalfy et al., 2010).

Çalışma alanının fuzzy-erozyon duyarlılık dağılım haritasını ve ele alınan toprak parametrelerini dağılım haritalarını üretebilmek için enterpolasyon metotlarından yararlanılmıştır. Enterpolasyon teknikleri mesafeye bağlı değişimleri ve nokta verilerin haritalandırılması işleminde kullanılır (Goovaerts, 1998; Mulla ve McBratney, 2000). Alansal dağılımın ortaya konması amacı ile en fazla kullanılan enterpolasyon metotlarından Ters mesafe ağırlıklandırma (IDW), Radyal tabanlı fonksiyon (RBF) (Spline) deterministik metotlar ile stokastik metotlardan da (temelde Kriging olarak da bilinmektedir) doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging metotları bu çalışmada kullanılmıştır. Metotların karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi anlamlandırabilmek ve en uygun metodu belirlemek için literatürde çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Arslan ve ark., 2012; Taşan ve Demir, 2017; Çelik ve Dengiz, 2018). En fazla kullanılan metotlar ise hata kareler ortalaması karekökü (RMSE), ortalama mutlak hatadır (MAE). Bu çalışma için hata kareler ortalaması karekökü seçilerek, enterpolasyonda kullanılan on beş metot (Ters Mesafe Ağırlıklandırma (IDW); 1, 2, 3 kuvvetleri, Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF); Thin Plate Spline, Completely Regularized Spline, Spline With Tension, Kriging; Doğal (Ordinary), Basit (Simple), Evrensel (Universal) karşılaştırılmıştır. En düşük hata kareler ortalaması karekökü değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. Hata kareler ortalaması karekökü hesaplanmasında şu işlem kullanılmaktadır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Z_i^* - Z_i)^2}{n}} \quad (15)$$

RMSE: karekök ortalama hata, Z_i tahmin edilen değer, Z_i^* gözlenen değer, ve n örnek sayısı.

Bulgular ve Tartışma**Toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri**

Çalışma alanından alınan 33 adet toprak örneğinde incelenen fiziksel ve kimyasal özelliklerin ve bu özelliklerden hesaplanan USLE-K ve fuzzy-erozyon duyarlılığı parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3’de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarının kum içerikleri %28.42 ile %79.43 arasında değişmekte olup, ortalama %46.91, silt içerikleri %12.62 ile %54.88 arasında değişmekte ve ortalama %25.92, kil içeriği ise %3.88 ile %54.18 arasında değişim göstermekte ve ortalama %27.16 olup, genellikle tekstür sınıfı kumlu killi tındır.

Toprakların erozyona duyarlılığı açısından önemli bir parametre olan organik madde içeriği; alan içerisinde en düşük değer %0.968, en yüksek değer %5.310 ve ortalama %2.523 olmakla beraber çalışma alanı içerisinde oldukça farklı dağılımlar sergilemektedir. Wilding’in (1985) %15’den az ise düşük, %15-35 arası ise orta ve %35’den fazla ise yüksek olmak üzere sınıflandırdığı değişkenlik katsayısına (CV) göre, çalışma alanının toprak özelliklerinden hacim ağırlığı değeri ortalamaya göre <%15 değişkenlik ile “düşük” varyasyon göstermiştir. Silt, kum ve fuzzy-erozyon duyarlılığı değerleri ise %15-35 değerleri arasında değişkenlik ile “orta” varyasyon gösterirken; organik madde, kil, hidrolik iletkenlik ve USLE-K değerleri ise ortalamaya göre %35 daha büyük değişkenlik göstererek yüksek varyasyon sergilemiştir. Çalışma alanında incelenen tüm toprak parametreleri istatistiksel olarak sağa çarpık, pozitif bir dağılım göstermektedir. Sola çarpık, negatif bir dağılımda özellikler ortalamadan daha yüksek düzeylerde dağılım sıklığına sahipken sağa çarpık, pozitif olan durumda bunun tam tersi bir durum gerçekleşmektedir (Pacci, 2023). Çarpıklık katsayısı en yüksek normalden en uzak dağılım gösteren özellik hidrolik iletkenlik olarak belirlenmiştir. Hİ değerinin sağa çarpık ve sola yığılımlı bir dağılım sergileme sebebi, toprakların hidrolik iletkenlik düzeyinin büyük bir kısmının ortalamadan (1.802) daha düşük seviyede olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, incelenen tüm parametreler içerisinde organik madde, silt, hidrolik iletkenlik, USLE-K ve erozyon duyarlılığı parametrelerinin eğrileri normal dağılıma göre daha dik (+) bir dağılım gösterirken kil, kum ve hacim ağırlığı değerleri basık (-) bir dağılım sergilemektedir.

Table 3. Descriptive statistics of soil physico-chemical properties, USLE-K values and erosion susceptibility values

Çizelge 3. Toprakların fiziko-kimyasal özellikleri. USLE-K değerleri ve erozyona duyarlılık değerlerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri

Tanımlayıcılar	Ort.	S.S	V.K*	Varyans	E.D.D	E.Y.D	Çar.**	Bas.
%OM	2.523	1.008	39.952	1.017	0.968	5.310	0.771	0.404
%Kil	27.160	13.399	49.333	179.554	3.887	54.189	0.019	-0.823
%Silt	25.922	8.793	33.920	77.322	12.625	54.888	1.682	4.377
%Kum	46.917	14.118	30.091	199.335	28.425	79.431	0.752	-0.204
HA (g/cm ³)	1.440	0.062	4.305	0.004	1.34	1.57	0.042	-0.787
Hİ	1.802	2.214	122.863	4.905	0.051	10.601	2.265	6.725
USLE-K	0.150	0.121	80.666	0.015	0.022	0.454	1.116	0.074
F-ED	0.528	0.153	28.977	0.024	0.152	0.809	0.287	0.261

Ort.: Ortalama, S.S.: Standart sapma, VK.: Varyasyon katsayısı, EDD: En Düşük Değer, EYD: En Yüksek Değer, Çar:

Çarpıklık, Bas: Basıklık, OM: Organik Madde, HA: Hacim Ağırlığı, Hİ: Hidrolik İletkenlik, ED: Erozyon Duyarlılığı

*Değişkenlik Katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik, 15-35 = Orta Değişkenlik, >35 = Yüksek Değişkenlik

**Çarpıklık: < | \mp 0,5 | = Normal Dağılım, 0,5- 1,0 = Veri setine karakter dönüşümü uygulanır. ÇK > 1,0 → Logaritma dönüşümü uygulanır.

Erozyon duyarlılık özelliği ile toprak parametreler arasındaki korelasyon analizi

Toprak özellikleri ile USLE-K ve fuzzy-ED arasında ikili ilişkilerin değerlendirildiği Spearman korelasyon analizi sonuçları Tabla 4’de verilmiştir. Buna göre, çalışma alanı topraklarında incelenen parametrelerin birbirleri ile arasında 11 adet istatistiksel açıdan anlamlı ($p < 0.05$; $p < 0.01$) ilişkiler belirlenmiştir. Kum ile hacim ağırlığı (0.554**) kum ile hidrolik iletkenlik (0.832**) ve hidrolik iletkenlik ile hacim ağırlığı arasında (0.417**) %1 düzeyinde pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, hacim ağırlığı ve organik madde (-0.725**), kil ile kum (-0.806**), kil ile hacim ağırlığı (-0.463**) ve kil ile hidrolik iletkenlik (-0.969**) arasında ise %1 düzeyinde negatif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Toprakların hidrolik iletkenliği özelliği; toprak sıkışması, toplam porozite, tekstür ve strüktür gibi toprak özellikleri hakkında bilgi vermesi (Öztek ve ark., 2007),

erozyona karşı toprakların yüzey akışa geçmesinin değerlendirilmesinde kullanılan bir faktördür. Kum içeriği yüksek olan topraklarda yüksek hacim ağırlığı, organik madde içeriği yüksek olan topraklarda ise düşük hacim ağırlığı ile topraklarda makro gözeneklilik düzeylerinin artışı görülmektedir (Bırol Y., 2010). Bu durum, toprakların daha iyi drene olmasını, hidrolik iletkenliğin artmasını sağlamaktadır (Türkmen ve Erdem, 2020). Ayrıca, organik madde ile erozyon duyarlılığı (-0.398*) ve kum ile silt arasında (-0.344*) %5 düzeyinde negatif ilişki tespit edilmiştir. Toprakların organik madde içeriklerindeki artış agregatlaşmayı desteklemekte ve bu durum toprakların erozyona karşı duyarlılıklarını azaltmaktadır (Dede ve ark., 2022).

Table 4. Correlation between soil physico-chemical properties, USLE-K values and erosion susceptibility values
Çizelge 4. Toprakların fiziko-kimyasal özellikleri, USLE-K değerleri ve erozyona duyarlılık değerleri arasındaki korelasyon

	Fuzzy-ED	USLE-K	OM	Kil	Silt	Kum	HA	Hİ
Fuzzy-ED	1.00							
USLE-K	0.200	1.00						
OM	-0.398*	-0.263	1.00					
Kil	-0.189	0.140	0.027	1.00				
Silt	0.027	0.232	-0.061	-0.084	1.00			
Kum	0.216	-0.271	-0.049	-0.806**	-0.344*	1.00		
HA	0.257	0.003	-0.725**	-0.463**	-0.037	0.554**	1.00	
Hİ	0.102	-0.173	0.045	-0.969**	-0.011	0.832**	0.417**	1.00

*. Korelasyon 0.05 derecesinde önemlidir.

** . Korelasyon 0.01 derecesinde önemlidir.

Fuzzy-ED: Bulanık erozyon duyarlılığı, USLE-K: Evrensel Toprak Kaybı Denklemi toprak aşınabilirlik faktörü, OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı, Hİ: Hidrolik iletkenlik.

Fuzzy- analitik hiyerarşi sürecinin uygulanması

F-AHS ile Çorum il sınırları içerisinde yer alan mikro havzaya yönelik erozyon duyarlılığına dair çalışma gerçekleştirilmiştir. F-AHS analizlerinde birden çok kriterin birbirleriyle ikili karşılaştırma yapılarak uzmanların görüşlerinin değerlendirilmesi sonucunda ortak bir sonuca varılmıştır. Çalışmada mikro havzaya yönelik erozyon duyarlılığı ile ilgili olan 6 adet kriter belirlenmiştir (Tablo 5.) Bu kriterler mikro havzaya yönelik olarak erozyon duyarlılığını ortaya koymak amacıyla belirlenmiştir.

Table 5. Pairwise comparison matrix
Çizelge 5. İkili karşılaştırma matrisi

	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6
C.1	1	1	2	3	3	2
C.2	1	1	1/2	2	1/2	3
C.3	1/2	2	1	3	1	2
C.4	1/3	1/2	1/3	1	1	1/2
C.5	1/3	2	1	1	1	1/3
C.6	1/2	1/3	1/2	2	3	1

C.1: Organik Madde, C.2: Hacim Ağırlığı, C.3: Kil, C.4: Kum, C.5: Silt, C.6: Hidrolik İletkenlik

Erozyon duyarlılığın belirlenmesi ve ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen veriler ile birlikte bulanık üçgensel matris oluşturulmuştur (Tablo 6). Üçgensel matristen elde edilen veriler Chang' i n geliştirmiş olduğu F-AHS sistemine göre verilen eşitliklerin yardımıyla hesaplanmıştır.

Table 6. Fuzzy triangular comparison matrix

Çizelge 6. Bulanık üçgensel karşılaştırma matrisi

	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6
C.1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,2,3)
C.2	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)
C.3	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,2,3)
C.4	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)
C.5	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)
C.6	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(1,1,1)

C.1: Organik Madde, C.2: Hacim Ağırlığı, C.3: Kil, C.4: Kum, C.5: Silt, C.6: Hidrolik İletkenlik

Bulanık üçgensel karşılaştırma matrisinin elde edilmesinin ardından erozyon duyarlılığı için gerekli olan normalize ağırlık hesaplaması yapılmıştır (Tablo 7). Kriterlerimiz göz önüne alındığı zaman erozyon duyarlılığı açısından organik maddenin en yüksek değeri (0.317) alması ve buna ek olarak kil parametresinin (0.264) ikinci sırada ki değeri aldığını görmekteyiz. İkisinin bir araya gelerek toprakların erozyona karşı direncini artıran koşulları sağlaması ile ilgilidir. En düşük değerleri alan hidrolik iletkenlik (0.033) ve kum miktarı parametresinin (0.038) ile son sıraları almasının sebebi olarak erozyon duyarlılığını negatif yönlü etkilemeleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

Table 7. Normalized weight values of criteria

Çizelge 7. Kriterlerin normalize ağırlık değerleri

Parametreler	Normalize Ağırlık Vektörü
Organik Madde	0.317
Hacim Ağırlığı	0.224
Kil	0.264
Kum	0.038
Silt	0.123
Hidrolik İletkenlik	0.033

Toprak parametreleri ve erozyon duyarlılık faktörlerin konumsal dağılımları

Toprak parametreleri ve erozyon duyarlılık faktörlerin (Fuzzy-ED ve USLE-K) konumsal dağılımları alanlarının belirlenmesinde kullanılan on beş adet enterpolasyon modellerinden en düşük RMSE değerleri dikkate alınarak en uygun olanları belirlenmiş ve Tablo 8’te verilmiştir. Ayrıca parametrelere ve erozyon duyarlılık faktörlerine ait dağılım haritaları ise Şekil 5 ve Şekil 6’da verilmiştir. Buna göre, hacim ağırlığı konumsal dağılım haritalarında en düşük RMSE değeri (0.052) Radial Tabanlı Fonksiyona ait SWT semi varyogramında, diğer ele alınan tüm parametreler de ise Kriginge ait Simple kriging modelinin küresel, üssel ve Gaussian semi varyogram modellerinde belirlenmiştir.

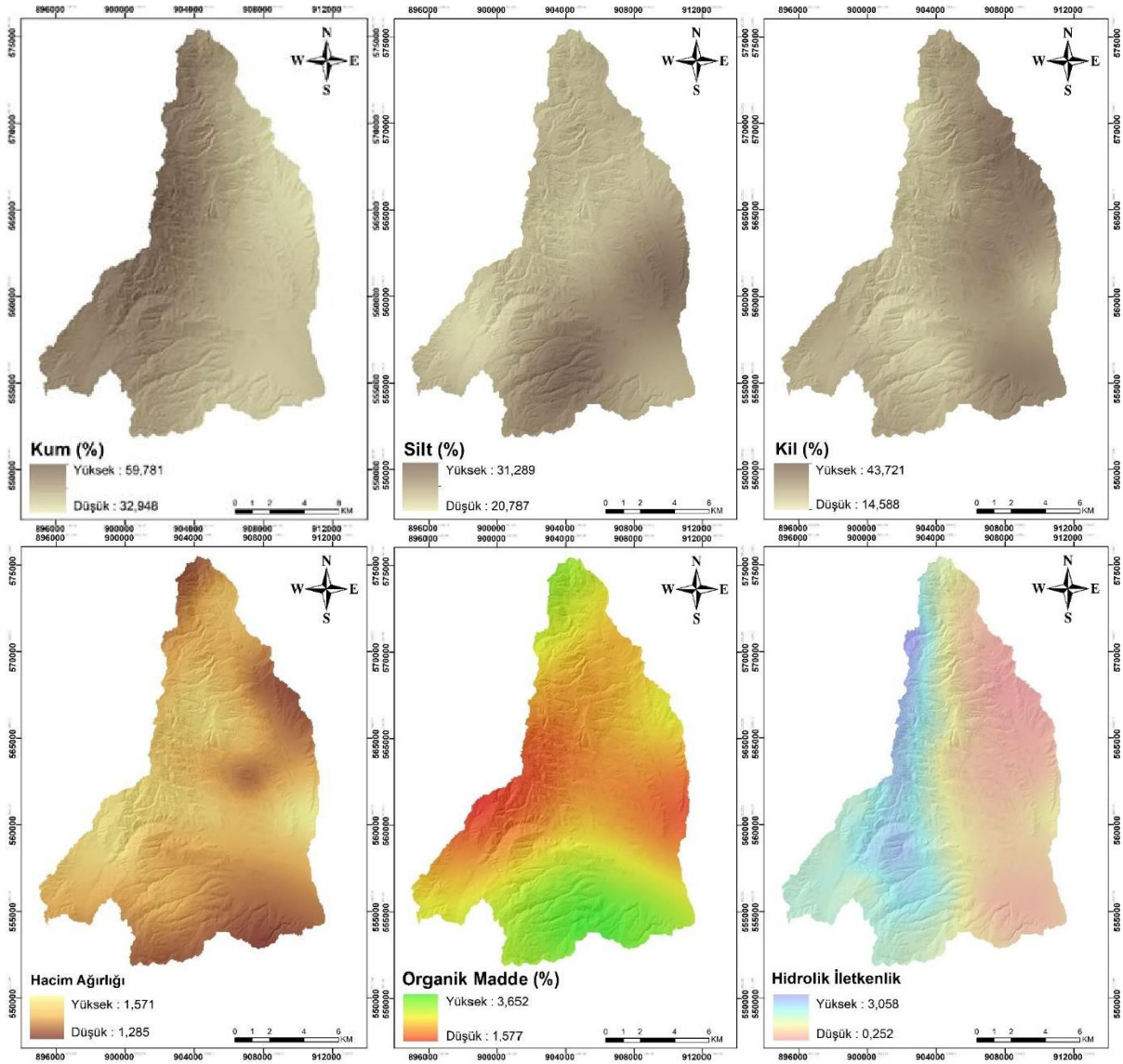
Table 8. RMSE values of the most appropriate semivariogram models of physico-chemical, erosion sensitivity factor values of soils.

Çizelge 8. Toprakların fiziko-kimyasal, erozyon duyarlılık faktör değerlerine ait en uygun semi varyogram modellerin RMSE değerleri

EM	SM	RMSE Değerleri							
		OM	Kil	Silt	Kum	HA	Hİ	Fuzzy-ED	USLE-K
IDW	1	0.9950	13.1363	8.7312	12.6095	0.0589	2.2858	0.1516	0.1265
	2	1.0192	12.8833	8.6440	12.7608	0.0577	2.3030	0.1551	0.1322
	3	1.0594	12.8961	8.7413	13.2088	0.0575	2.3448	0.1615	0.1389
RBF	CRS	1.0038	12.6024	8.6158	12.5224	0.0522	2.3030	0.1544	0.1368
	SWT	0.9957	12.5981	8.6141	12.3784	0.0520	2.2867	0.1524	0.1336
	TPS	1.1760	15.6348	10.3531	16.5641	0.0520	2.8945	0.2017	0.1884
Kriging	Ordinary								
	Sph.	0.9635	12.6412	8.4030	12.2136	0.0557	2.3130	0.1502	0.1220
	Exp.	0.9667	12.6713	8.4643	12.4470	0.0555	2.3532	0.1504	0.1217
	Gau.	0.9557	12.5168	8.5266	12.0560	0.0557	2.3068	0.1500	0.1217
	Simple								
	Sph.	0.9455	12.2519	8.2650	11.9673	0.0561	2.2382	0.1478	0.1202
	Exp.	0.9590	12.4816	8.3199	12.4757	0.0562	2.2965	0.1488	0.1198
	Gau.	0.9388	12.2585	8.2560	11.7684	0.0560	2.2493	0.1473	0.1200
	Universal								
	Sph.	0.9635	12.6412	8.4030	12.2136	0.0557	2.2522	0.1502	0.1220
	Exp.	0.9667	12.6713	8.4643	12.4470	0.0555	2.2609	0.1504	0.1217
	Gau.	0.9557	12.5168	8.5266	12.0560	0.0557	2.2443	0.1500	0.1217

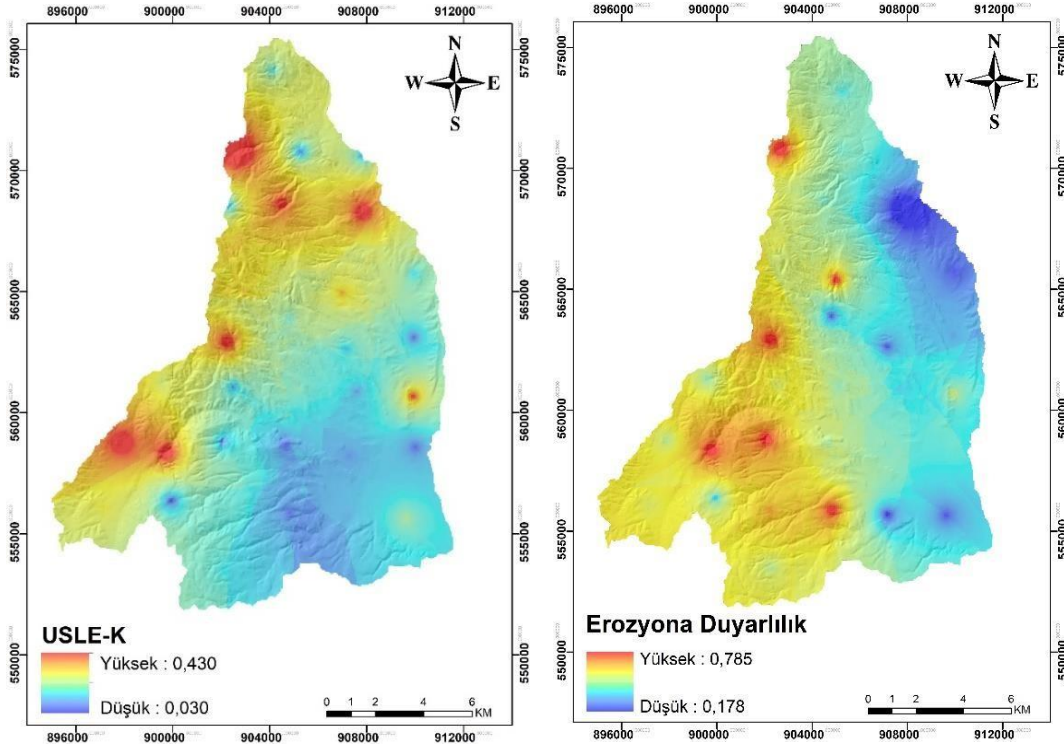
E.M: Enterpolasyon Modeller, SM: Semi varyogram Modeller, HA: Hacim ağırlığı, Hİ: Hidrolik İletkenlik, RBF: Radyal tabanlı fonksiyon, IDW: Ters mesafe ağırlıklandırma, Shp: Küresel, Exp: Üssel, Gau: Gaussian

Alan içerisinde dağılım gösteren toprak örneklerine ait oluşturulan dağılım haritalar incelendiğinde, bölgedeki kum, silt, kil dağılımları havzanın kuzeydoğusu ve güneyinde toprak bünyesindeki kil miktarının arttığı gözlenmektedir. Aynı şekilde, havzanın batısında kum miktarında artış gözlenmiş ve bu durum hacim ağırlığının alanın doğusunda artmasına neden olmuştur. Öte yandan, bu durum kuzeydoğu, güneybatı ve alanın iç kısımlarında hacim ağırlığının düşmesine sebep olmuştur. Kil ve organik maddenin bu bölgelerde düşük olması hacim ağırlığının düşmesine sebep olmuş olabilir. Hacim ağırlığının yüksek olduğu bölgeler ve organik maddenin de etkisiyle hidrolik iletkenliği etkilediği de gözlenmektedir. Bu da organik maddenin etkisiyle makro gözeneklerin artması sonucuyla hidrolik iletkenliğin artmasına etkiye bulunduğu söylenebilir (Şekil 5).



Şekil 5. Bölgeye ait kum, silt, kil, hacim ağırlığı, organik madde, hidrolik iletkenlik haritaları
Figure 5. Sand, silt, clay, bulk density, organic matter, hydraulic conductivity maps of the region

USLE-K ve fuzzy-erozyon duyarlılığı ait konumsal dağılımlarını gösteren haritaları Şekil 6'da verilmiştir. USLE-K için havza içerisinde güney ve güneydoğu kesimlerinde düşük değerler ile dağılım gösterdiği gözlenirken, batı ve kuzey kesimlerinde yüksek değerli dağılımlar elde edilmiştir. Ancak bu durum fuzzy-erozyon duyarlılığı için bir miktar değişiklik göstermekte olup, dağılıma ait haritayı incelediğimiz zaman doğu, kuzeydoğu ve güneydoğu kesimlerinde düşük değerler alırken batı ve güneybatı kesimlerinde yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir. Fakat her iki yaklaşımda da havzanın doğu ve güneydoğu kesimleri toprakların erozyona karşı duyarlılıkları düşük, batı ve kuzeybatı kesimlerin daha hassas olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. USLE- K ve erozyon duyarlılığı haritaları
Figure 6. USLE-K and erosion susceptibility maps

Sonuç

Bu çalışma, yarı nemli ekolojik şartlara sahip Çorum ili sınırları içerisinde yer alan mikro havza topraklarının, erozyona duyarlılıkları yönünden etkili olabilen parametreler dikkate alınmış ve fuzzy-AHS yaklaşımı ile hassaslaştırılmış ağırlık değerleri ile birlikte erozyona karşı duyarlılığı belirlenmiştir. Bu amaçla, organik madde, kum, silt, kil, hacim ağırlığı ve hidrolik iletkenlik faktörleri gibi toprakların bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, toprak erozyonunu yakından etkilemekte olan USLE-K faktörü belirlenmiş ve her iki yaklaşım karşılaştırılmıştır. Elde edilen her iki yaklaşıma ait konumsal dağılım haritaları incelendiğinde, bölgenin kuzeybatı ve güneybatı kesimlerinde, eğimin yüksek olduğu dağlık alanlarda dağılım gösteren toprakların erozyona daha duyarlı oldukları ortaya konulmuştur.

İncelenen toprakların çoğunluğu kumlu sınıfta yer almakla beraber, alan içerisinde kil bünyeli topraklar da vardır. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin organik madde içerikleri de göz önüne alındığı zaman toprak bünyesindeki bu değişkenlik, çalışma alanından alınan örneklerin hacim ağırlıklarında da farklılıklar meydana getirmektedir. Toprakta organik madde içeriği fazla olan noktalarda kabuk oluşumunun azalması ve agregatlaşmanın artması beklenmektedir. Bu durumun alanda erozyona duyarlılığı azalttığı ve aynı zamanda USLE-K faktörünün diğer noktalara göre daha düşük olmasına sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Benzer şekilde kil miktarının yüksek olduğu bölgelerde USLE-K faktör değeri düşük bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen bulguların erozyon konusunda yapılacak çalışmalara önemli bilimsel katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

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

Abdel-Kader, M.G., Dugdale, D., 2001. Evaluating investments in advanced manufacturing technology: A fuzzy set theory approach. The British Accounting Review. 33(4): 455-489.

- Akbari, M., Memarian, H., Neamatollahi, E., Jafari Shalamzari, M., Alizadeh Noughani, M., Zakeri, D., 2021. Prioritizing policies and strategies for desertification risk management using MCDM–DPSIR approach in northeastern Iran. *Environment, Development and Sustainability*. 23: 2503-2523.
- Alewel, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Panagos, P., 2019. Using the USLE: Chances, challenges and limitations of soil erosion modelling. *International soil and water conservation research*. 7(3): 203-225.
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A., 2004. The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Science Society of America*. 68(6): 1945-1962.
- Arslan, H., Cemek, B., Güler, M., Yıldırım, D., 2012. Evaluation of the spatial distribution of the exchangeable sodium percentage (ESP) with different interpolation methods. II. National Irrigation and Agricultural Structures Symposium, 24-25 May, İzmir.
- Asakereh, A., Soleymani, M., Sheikhdavoodi, M. J., 2017. A GIS-based Fuzzy-AHP method for the evaluation of solar farms locations: Case study in Khuzestan province, Iran. *Solar Energy*. 155: 342-353.
- Bellman, R.E., Zadeh, L.A., 1970. Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*. 17(4): 141-164.
- Biol, Y., 2010. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tınlı bir toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Blake, G., Hartge, K. H., 1986. Bulk density. *Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods*. 5: 363-375.
- Bouyoucos, G. J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy journal*. 54(5): 464-465.
- Celilov, C., Dengiz, O., 2019. Erozyon Duyarlılık Parametrelerinin Farklı Enterpolasyon Yöntemleriyle Konumsal Dağılımlarının Belirlenmesi: Türkiye, Ilgaz Milli Park Toprakları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 6(3): 242-256.
- Chang, D.Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHS. *European Journal of Operational Research*. 95(3): 649-655.
- Çelik, P., Dengiz, O., 2018. Akselendi Ovası Tarım Topraklarının Temel Toprak Özellikleri ve Bitki Besin Elementi Durumlarının Belirlenmesi ve Dağılım Haritalarının Oluşturulması, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 5:1, 9-18
- Dağdeviren, M., 2007. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 22(4): 791-799.
- Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M., 2004. İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 19(2): 131-138.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Zorlu, K., Pacci, S., Serin, S., 2022. Ilgaz Dağı periglasyal şekilleri üzerinde oluşmuş toprakların erozyon duyarlılıklarının belirlenmesi ve yapay sinir ağı (YSA) ile tahmin edilmesi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*. 47: 1-22.
- Demirağ Turan, İ., Özkan, B., Dengiz, O., 2020. Bulanık mantık analitik hiyerarşik süreç (BAHS) ile Sinop İli erozyon duyarlılığının mekansal dağılımının belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*. (75): 57-70.
- Dengiz, O., Saflı, M. E., Pacci, S., 2023. Ilgaz Dağı Milli Parkı doğal çam orman arazilerinin çölleşme risk değerlendirmesinde Bulanık-AHP Yaklaşımı ve yapay zekâ kullanımı. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 10(1): 75-90.
- Deng, H., 1999. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. *International journal of approximate reasoning*. 21(3): 215-231.
- Devatha, C. P., Deshpande, V., Renukprasad, M. S., 2015. Estimation of soil loss using USLE model for Kulhan Watershed, Chattisgarh-A case study. *Aquatic Procedia*. 4: 1429-1436.
- Dubois, D., Prade, H., 1983. Ranking fuzzy numbers in the setting of possibility theory. *Information sciences*. 30(3): 183-224.
- Gitas, I. Z., Douros, K., Minakou, C., Silleos, G. N., Karydas, C. G., 2007. Multi-temporal soil erosion risk assessment in N. Chalkidiki using a modified USLE raster model. *EARSeL eProc*. 8:40–52.
- Goovaerts, P., 1998. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physico-chemical soil properties. *Biology and Fertility of Soils*. 27: 315-334.
- Günden, C., Miran, B., 2008. Bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanılarak çiftçi kararlarının analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 45(3): 195-206.
- Güzin, A., Karaca, Ö., 2021. Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) taşkın duyarlılık alanlarının CBS ile çok kriterli karar verme analizi kullanılarak haritalanması. *Yerbilimleri*. 42(1): 121-143.
- Jafari, R., Abedi, M., 2021. Remote sensing-based biological and nonbiological indices for evaluating desertification in Iran: Image versus field indices. *Land Degradation & Development*. 32(9): 2805-2822.
- Kanar, E., Dengiz, O., 2015. Madendere Havzası Topraklarında Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü ile Bazı Erozyon Duyarlılık İndeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 2(1): 15-27.

- Kajembe, G. C., Julius, F., Nduwamungu, J., Mtakwa, P. W., Nyange, D. A., 2005. Impact of indigenous-based interventions on land conservation: a case study of a soil conservation and agroforestry project, Arumeru District, Tanzania. *Land Degradation & Development*. 16(3): 311-325.
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., Schuman, G. E., 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial) *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61 (1): 4-10.
- Klute, A., Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. *Methods of soil analysis: Part 1 physical and mineralogical methods*. 5: 687-734.
- Kılıc, O. M., Ersayın, K., Gunal, H., Khalofah, A., Alsubeie, M. S., 2022. Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (*Triticum aestivum*) cultivation. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 29(4): 2634-2644.
- Kuswandari, R., 2004. Assesment of Different Methods for Measuring the Sustainability of Forest Management. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede, The Netherlands.
- Lal, R., 1988. *Soil Erosion Research Methods*. Soil and Water Conservation Society, Lucie Press, Florida.
- Liebig, M.A., Varvel, G., Doran, J., 2001. A simple performance-based index for assessing multiple agroecosystem functions. *Soil and Crop Management*. 93(2): 313-318.
- Liou, T. S., Wang, M. J. J., 1992. Ranking fuzzy numbers with integral value. *Fuzzy Sets and Systems*. 50(3): 247-255.
- Lu, D., Li, G., Valladares, G. S., Batistella, M., 2004. Mapping soil erosion risk in Rondônia, Brazilian Amazonia: using RUSLE, remote sensing and GIS. *Land Degrad Dev*. 15(5):499-512.
- Mosadeghi, R., Warnken, J., Tomlinson, R., Mirfenderesk, H., 2015. Comparison of Fuzzy-AHP and AHP in a spatial multi-criteria decision making model for urban land-use planning. *Computers, Environment and Urban Systems*. 49: 54-65.
- Mulla, D. J., McBratney, A. B., 2000. Soil Spatial Variability A-321-A-351. *Handbook of Soil Science*, Malcolm E. Sumner (Ed. In Chief) CRS Press, Florida.
- Nciizah, A. D., Wakindiki, I. I., 2015. Physical indicators of soil erosion, aggregate stability and erodibility. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 61(6): 827-842.
- Öztekın, T., Cemek, B., Brown, L., 2007. Pedotransfer functions for the hydraulic properties of layered soils. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 24(2): 77-86.
- Pacci, S., 2023. Ayrıçığı tarımı yapılan toprakların SMAF modeli ile toprak kalite indislerinin belirlenmesi: Tokat-Zile, Belpınar köyü örneği. Yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı.
- Pala, O., 2016. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve meslek seçiminde uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 18(3): 427-445.
- Pieri, C., 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. IRAT, Paris, 444 pp.
- Prasannakumar, V., Vijith, H., Abinod, S., Geetha, N., 2012. Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology. *Geosci Front*. 3(2):209-215.
- Rajasekhar, M., Raju, G. S., Sreenivasulu, Y., Raju, R. S., 2019. Delineation of groundwater potential zones in semi-arid region of Jilledubanderu river basin, Anantapur District, Andhra Pradesh, India using fuzzy logic, AHP and integrated fuzzy-AHP approaches. *HydroResearch*. 2: 97-108.
- Saaty, T. L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*. 15(3): 234-281.
- Saaty, T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, New York.
- Sadeghi, S. H. R., Singh, J. K., Das, G., 2004. Efficiency of annual soil erosion models for storm-wise sediment prediction: a case study. *Agric Eng Int CIGR. J* 13:1-14.
- Shao, Z., Huq, M. E., Cai, B., Altan, O., Li, Y., 2020. Integrated remote sensing and GIS approach using Fuzzy-AHP to delineate and identify groundwater potential zones in semi-arid Shanxi Province, China. *Environmental Modelling & Software*. 134: 104868.
- Taşan, M., Demir, Y., 2017. Çeltik yetiştiriciliği yapılan arazilerde demir ve mangan içeriklerinin alansal dağılımının farklı enterpolasyon yöntemleri ile belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.* 32: 64-73.
- Triantaphyllou, E., C. Lin., 1996. Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision-making methods. *International Journal of Approximate Reasoning*. 14: 281-310.
- Türkmen, F., Erdem, M., 2020. Çırçıp deresi havzasında RUSLE modeli ile erozyon riskinin değerlendirilmesi, Turnasuyu-Ordu. *Akademik Ziraat Dergisi*. 9(1): 129-136.
- Van Laarhoven, P. J., Pedrycz, W., 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy sets and Systems*. 11(1-3): 229-241.
- Walkley, A., Black, I. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*. 37(1): 29-38.

- Wang, B., Zheng, F., Guan, Y., 2016. Improved USLE-K factor prediction: a case study on water erosion areas in China. *International Soil and Water Conservation Research*. 4(3): 168-176.
- Wilding, L. P., 1985. Spatial variability: its documentation, accomodation and implication to soil surveys. In *Soil spatial variability*, Las Vegas NV, 30 November-1 December 1984 pp. 166-194.
- Wischmeier, W. H., Smith, D. D., 1978. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning, *Agriculture Handbook 537*, United States Department of Agriculture, Washington DC, pp. 58.
- Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy sets. *Information and control*. 8(3): 338-353.

Araştırma Makalesi/Research Article

Bayramiç Beyazı Nektarinlerde Fungisit Kalıntılarının Belirlenmesi ve Tüketiciler İçin Risk Değerlendirmesi

Elif Betül Serbes¹ 

Osman Tiryaki^{2*} 

¹Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

²Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: osmantiryaki@yahoo.com

Geliş Tarihi: 22.02.2023

Kabul Tarihi: 19.06.2023

Öz

Bu çalışmanın amacı “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde fungisit kalıntılarının belirlenmesidir. Analiz metodu SANTE kılavuzuna göre doğrulaması (verification) yapılmıştır. 10 adet fungisitın hesaplama limiti (LOQ) izin verilen maksimum kalıntı limitlerinin (MRL) altında bulunmuştur. Tüm metodun geri alımı %15.46 oransal standart sapma (RSD) ile %94.26 (n=100) olarak belirlenmiştir. Bu rakamlar SANTE geri alım limitleri ve tekrar edilebilirlik limitleri ile uyumludur. Nektarin numuneleri Haziran-Eylül 2022 arasında Çanakkale “Cuma Pazarı”ndan her hafta 5 farklı tezgahtan toplanmıştır. Fungisit kalıntıları örnekleme zamanına ve tezgaha göre belirlenmiştir. Bupirimate, cyflufenamid, difenoconazole, penconazole, tetraconazole kalıntı seviyeleri MRL değerlerinin altında bulunmuştur. Ancak birer örnekte flusilazole (MRL'nin 1.5 katı) ve triadimenol (MRL'nin yaklaşık 3 katı) kalıntıları MRL değerlerini aşmıştır. Ayrıca iki örnekte MRL'nin 1.5 katı triadimenol kalıntısı bulunmuştur. Boscalid, carbendazim ve thiophanate-methyl maksimum kalıntıları birer örnekte MRL'lerin sırasıyla, 1/20, 1/2 ve 1/10 u oranında bulunmuştur. Risk değerlendirmeleri, fungusitlere maruziyet düzeylerinin düşük olduğunu ortaya çıkarmıştır (tehlike katsayısı, HQ ≤ 1). “Bayramiç Beyazı” nektarin tüketiminde insan sağlığı açısından herhangi bir risk bulunmamıştır. Ancak, HQ ≤ 1 olsa bile en yüksek akut HQ değeri carbendazim için, en yüksek kronik HQ değeri ise flusilazole için bulunmuştur. Carbendazim, flusilazole ve triadimenol ülkemizde yasaklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bayramiç Beyazı, Fungisit kalıntıları, Risk değerlendirme

Determination of Fungicide Residues in Bayramiç Beyazı Nectarines and Risk Assessment for Consumers

Abstract

The aim of this study is to determine fungicide residues on “Bayramiç Beyazı” nectarines. Analytical method was verified through SANTE Guidelines. The LOQ values were below the MRLs for all 10 fungicides. Method overall recovery was identified as 94.26% (n=100) with RSD of 15.46%. Such a value was within the SANTE recovery and repeatability limits. “Bayramiç Beyazı” nectarine samples were collected each week from 5 different stands of Çanakkale “Cuma Open Market” between June - September, 2022. Fungisit residues were assessed for sampling time/stands. Bupirimate, cyflufenamid, difenoconazole, penconazole and tetraconazole levels were below the MRLs. However, flusilazole (1.5 times MRL) and triadimenol (3 times MRL) residues in one sample exceeded MRL values. In addition, 1.5 times MRL of triadimenol residues were found in 2 samples. The maximum residues of boscalid, carbendazim and thiophanate-methyl were 1/20, 1/2 and 1/10 of the MRLs in one sample respectively. Risk assessments revealed that exposure levels were low (hazard quotient, HQ ≤ 1). There was no risk for human health through consumption of “Bayramiç Beyazı” nectarines. However, the highest acute HQ and chronic HQ values were found for carbendazim and flusilazole, even if their HQ ≤ 1. Carbendazim, flusilazole and triadimenol are banned in Turkey.

Keywords: Bayramiç Beyazı, Fungicide residues, Risk assessment.

Giriş

Bayramiç Beyazı nektarin, Çanakkale'nin Bayramiç İlçesinde Kazdağları eteklerinde uzun süredir endemik bir tür olarak yetişmektedir. Kendine özgü aroması, rengi, tadı ve uzun raf ömrü vardır. "Bayramiç Beyazı'nı" öne çıkaran en önemli etken ülkemiz için 7., Çanakkale İli için ise 1. Avrupa Birliği Coğrafi İşaret Tescilli alan ürünü olmasıdır. Bu ürün Çanakkale'de 5500 da'lık alanda, 250 bin ağaçta üretilmekte ve yıllık ortalama 15 bin ton ürün alınmaktadır. Son yıllarda İzmir ve İstanbul gibi şehirlerde yüksek fiyatlarla satılabildiğinden, yetiştiriciliği yüksek bir seviyeye ulaşmıştır (Anonim, 2022). "Bayramiç Beyazı" yetiştiriciliğinde zarar yapan hastalıklar, diğer nektarin ve şeftali çeşitlerinden farklı değildir. Yetiştiricilikte *Shaerotheca pannosa* var. *persicae* (Şeftali küllemesi), *Taphrina deformans* (yaprak kıvrıcıklığı) en sık rastlanan hastalıklardır. Üreticiler, bu hastalıklara karşı hızlı olması, etkili sonuç vermesi nedeniyle pestisit kullanımını tercih etmekte ve mefentrifluconazole, bakır sülfat, captan, ziram, dodine başta olmak üzere birçok fungusit kullanmaktadırlar (BKÜ, 2023a). Bilinçsiz ilaçlamalar çevreye ve insan sağlığına oldukça zararlıdır ve üründe kalıntı riski olasıdır. Pestisitlerin güvenli ve etkili uygulamalarının kontrol edilmesi için, kalıntılarının düzenli aralıklarla izlenmesi ve risk analizlerinin yapılması gerekir (Ambrus ve ark., 2023). Bu fungusitler için AB Gıda ve Yemler için Hızlı Alarm Sisteminden (Rapid Alert System for Food and Feed) uyarı alınması olasıdır (RASFF, 2023). Bu nedenle ürünlerde pestisit kalıntı analizlerinin yapılması özel öneme sahiptir.

Sebze ve meyvelerde pestisit analizleri Anastassiades ve ark. (2003) tarafından geliştirilen QuEChERS (Quick-Easy-Cheap-Efficient-Rugged-Safe) methodu ile yapılmaktadır (AOAC, 2007; Polat ve Tiryaki, 2019; Dülger ve Tiryaki, 2021; Balkan ve Karaağaçlı, 2023). Bu metot kullanılmadan önce metodun laboratuvar koşullarında gereken performansta çalıştığına doğrulanması gerekir (Omeroglu ve ark., 2012).

Antalya İli Korkuteli ilçesinde meyve bahçelerinden 35 bahçeden toplanan meyve numunelerinde GC-MS/MS ve LC-MS/MS cihazları kullanılarak pestisit kalıntıları araştırılmıştır. Onbir adet şeftali numunesinin 10 adedinde captan (0.030-0.060 mg kg⁻¹ sınırlarında, difenoconazole (0.022 mg kg⁻¹), tebuconazole (0.051-0.093 mg kg⁻¹ sınırlarında) ve triadimenol (0.18 mg kg⁻¹) kalıntıları bulunmuştur. Bu değerler MRL değerlerinin altındadır (Çelik, 2022).

Öztekin ve Başoğlu (2007) yaptıkları bir çalışmada, şeftaliler, diazinon etkili maddeli preparat ile önerilen dozda (0.75 ml ilaç/l su) ve aşırı dozda (1.50 ml ilaç/l su) ilaçlamışlardır. Her bir pestisit uygulama grubu için 15 ağaç kullanılmıştır. Kalıntı analizleri GC/MSD cihazında yapılmıştır. Önerilen doz ile ilaçlanmış şeftalilerde ortalama 227.86 µg kg⁻¹ diazinon kalıntısı bulunmuştur. Aşırı doz ilaçlamalarında ise ortalama 323.18 µg kg⁻¹ kalıntı bulunmuştur. Aşırı doz kullanım risklerinin vurgulandığı çalışmada, meyve suyunda diazinon kalıntıları %99 düzeyinde azalmıştır.

Dülger ve Tiryaki (2021) tarafından yapılan bir çalışmada Çanakkale'de pazarlardan toplanan şeftali ve nektarinlerde boscalid, tebuconazole ve chlorpyrifos kalıntıları QuEChERS-LC-MS/MS yöntemi ile belirlenerek risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmanın metot doğrulama kısmında tüm metodun geri alımı nektarinde %113.61, şeftalide ise %113.51 oranında bulunmuştur. Şeftali ve nektarinler Çanakkale Cuma pazarından 12 hafta boyunca toplanmıştır. Hiçbir örnekte kalıntı seviyesi MRL değerini aşmamıştır. Şeftalide en fazla 567.80 µg kg⁻¹, nektarinde ise 322.10 µg kg⁻¹ boscalid kalıntısı bulunmuştur. Tebuconazole için en fazla kalıntı seviyesi şeftali için 47.53 µg kg⁻¹ nektarin için ise 56.96 µg kg⁻¹ dir. Pestisitlere maruziyet değerlendirmesi WHO Kılavuzuna göre yapılmış ve bu 3 pestisit kronik maruziyet riski düşük bulunmuştur. Şeftali ve nektarin tüketiminde bu 3 pestisit insan sağlığına riski bulunmamıştır.

Ersoy ve ark. (2011)'nin yaptıkları bir çalışmada, Konya'da mahalli pazarlar, kuru yemişçiler ve market gibi alanlardan toplanan 10 adet şeftali ve 3 adet nektarin numunelerinde pestisit kalıntılarını araştırmışlardır. Nektarin numunelerinde MRL düzeylerinin altında olarak, 2 örnekte chlorpyrifos (5 ve 10 µg kg⁻¹), birer örnekte acetamiprid (6.0 µg kg⁻¹) ve benomyl-carbendazim (6.0 µg kg⁻¹) kalıntısı bulunmuştur. 5 adet şeftali örneğinde pestisit kalıntısına rastlanılmamıştır. Bir şeftali numunesinde 929.0 µg kg⁻¹ chlorpyrifos kalıntısı bulunmuş olup, bu değer MRL değerinin yaklaşık 5 katıdır. Yine birer adet numunede MRL düzeyini aşmayan imidocloprid, benomyl, carbendazim, omethoate, acetamiprid, phosalone, carbaryl kalıntılarında rastlanmıştır.

Başka bir çalışmada ise, İzmir İli'nin Buca, Bornova ve Karşıyaka halk pazarlarından alınan 42 adet meyve ve sebze numunesinde pestisit kalıntıları araştırılmıştır. Numuneler; QuEChERS-LC-MS/MS ve GC/MS sistemlerinde analiz edilmiştir. Şeftalilerde 1 mg kg⁻¹ chlorantraniliprole, 0.1 mg kg⁻¹

¹ deltamethrin, 2 mg kg⁻¹ spirodiclofen ve 1 mg kg⁻¹ phosmet bulunmuştur. Bu değerler şeftali için MRL değerlerinin altındadır (Kaya ve Tuna, 2019).

Çin’de yapılan bir çalışmada şeftalilerde carbendazim ve paclobutrazol kalıntıları örneklenen numunelerin %7.5 inde MRL yi aşmıştır. MRL yi aşmayan oranlarda da difenoconazole (36.6 µg kg⁻¹), pyraclostrobin (3.3 µg kg⁻¹) ve thiophanate-methyl (19 µg kg⁻¹) bulunmuştur. Akut ve kronik risk değerlendirmelerinde tüketiciler için risk bulunmamıştır (Zhang ve ark., 2021). Yunanistan’da Chatzicharisis ve ark. (2012) hasat öncesi pestisit uygulamaları ile şeftali ve nektarinlerde 6 pestisit kalıntısını araştırmışlardır. Araştırmacılar ilaçlama ile hasat aralığı arttıkça pestisit kalıntılarının azaldığını vurgulayarak; bupirimate, chlorpyrifos, fenoxycarb, iprodione ve pirimicarb kalıntılarını MRL seviyelerinden daha düşük bulmuşlardır. Chlorothalonil kalıntısı ise LOQ değerinden daha düşük çıkmıştır.

Galiotta ve ark. (2011) şeftali numunelerinde pestisitlerin azalma eğimleri konusunda çalışmışlardır. Azinphos-methyl, azoxystrobin, acetamiprid ve thiacloprid geri alımlarını sırasıyla, %98.1, %95.3, %98.6 ve %80.6 olarak bulmuşlardır. Kalıntıların MRL değerinin altına düşmesi için thiacloprid için 10-12 gün, acetamiprid için ise 25 gün gerekli olmuştur.

Uygun olmayan koşullarda pestisit kullanımı insan sağlığı üzerinde, kanser, baş ağrısı, mide bulantısı, endokrin bozukluklar gibi risklere sebep olur. Bundan dolayı günlük maruziyet risk analizleri son yıllarda büyük dikkat çekmektedir (Marete ve ark., 2020; Chen ve ark., 2021). Tüketici sağlığına yönelik akut ve kronik risk analizleri yapılmaktadır. Risk değerlendirmeleri ilgili ürünün günlük tüketim miktarına ve ürün için bulunan kalıntı verilerine göre yapılmaktadır. Kronik risk değerlendirmesinde ilgili pestisit günlük alınabilir miktarı (ADI, mg kg⁻¹ va gün⁻¹) kullanılır ve tahmini günlük alım (EDI, mg kg⁻¹ va gün⁻¹) ve kronik tehlike katsayısı (HQ) hesaplanır. Benzeri şekilde akut risk değerlendirmesinde ilgili pestisit akut referans doz (ARfD, mg kg⁻¹ va gün⁻¹) kullanılır ve tahmini kısa süreli alım (ESTI, mg/ kg va/gün) ve akut tehlike katsayısı (HQa) hesaplanır (EFSA, 2007; Balkan ve Yılmaz, 2022).

Bu literatür bilgileri ışığında çalışmada Çanakkale Cuma Pazarından örneklenen “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde QuEChERS metodu ile fungusit kalıntılarının araştırılması amaçlanmıştır. Analiz metodu SANTE (2021)’e göre doğrulanmıştır. Bulunan kalıntıların tüketiciler için akut ve kronik risk değerlendirmeleri de yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem **Çözücü ve Kimyasallar**

Tarım ilacı etkili madde standartları Dr. Ehrenstorfer GmbH ve Chem Service firmalarından temin edilmiştir. QuEChERS ekstraksiyon kiti [6 g susuz magnesium sulfat (MgSO₄) + 1.5 g susuz sodium asetat (NaOAc)] ekstraksiyon işlemi, QuEChERS clean-up kiti [1.2 g MgSO₄) + 400 mg primary and secondary amin (PSA, 40 µm partikül büyüklüğü) + 400 mg C₁₈] ise clean up işlemi kullanılmıştır. Filtre için 0.22 µm şırınga filtre kullanılmıştır. Asetikasit (HAc) ve asetonitril (MeCN) gibi diğer solventler analitik saflıktadır. Standart solusyonları (1.0 µg ml⁻¹), stok solusyondan (400 µg ml⁻¹) seyreltme ile hazırlanmıştır. Matrisli (MC) kalibrasyon solusyonları (1-200 pg µl⁻¹) MeCN ile hazırlanmıştır. Fortifikasyon solusyonları fungusitlerin 1 x LOQ ve 10 x LOQ seviyelerine göre hazırlanmıştır.

Ekipmanlar ve Kromatografik Koşullar

Kromatografik analizler LC-MS/MS cihazı ile yapılmıştır. Cihaza Acquity UPLC BEH C₁₈ kolonu (1.7 mm, 2.1x100 mm) bağlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 1 µl, akış oranı 0.35 ml dak⁻¹, ve koşum süresi 15 dakikadır. Metanol içinde 10 mM amonyum acetate (B) ve pH’ı 5 olan su içinde 10 mM amonyum acetate (A) dan oluşan gradient program kullanılmıştır. Fungisitlerin alıkonma zamanları, doğrulama ve hesaplama iyonları Çizelge 1’de verilmiştir. Ayrıca çalışmada; mikro-otomatik pipet (Microlit CE), 50 ml’lik santrifüj tüpü, santrifüj (Hettich EBA 280, 4500 rpm), hassas terazi (Shimadzu ATX224) vorteks (VELP scientifica), blender (Waring Commercial Blender), cam GC viyalleri (Agilent technologies, 1.5 ml) kullanılmıştır.

QuEChERS analiz metodunun doğrulanması

Bu çalışmada, QuEChERS-AOAC 2007.01 metodu SANTE kılavuzunda belirtilen doğrusalılık, geri alım, kesinlik ve LOQ parametrelerine göre doğrulanmıştır. Matrisli kalibrasyon ve miktarsal hesaplama için temsili elma matrisi kullanılmıştır (SANTE, 2021). 1 kg blank nektarin homojenize edilmiş ve 15 g blank nektarin örneğine 100 µL fungusit spike solusyonu 2 seviyeli, 5 tekrarlı olarak

uygulanmıştır. Karışımlar 30 sn vorteks ile karıştırılmış, 15 dak. süre ile fungusitin örneğe nüfuz etmesi için bekletilmiştir (Şekil 1). Geri alım ölçülen miktarın, spike edilen miktara oranıdır. Kalibrasyon 1-200 pg μl^{-1} sınırlarında doğrusaldır.



Figure1. Analytical steps of QuEChERS-AOAC Official Method 2007.01 (Lehotay, 2007)

Şekil 1. QuEChERS-AOAC Official Method 2007.01 yönteminin analitik basamakları (Lehotay, 2007)

Örneklerin toplanması ve analizleri

Bayramiç Beyazı nektarin numuneleri 15 Haziran-30 Eylül 2022 tarihleri arasında Çanakkale Cuma Pazarından 14 hafta süre ile 5 farklı (5 tezgah/hafta) tezgahdan (A, B, C, D, E) alınmıştır. Analizler hafta ve tezgah bazında yapılmıştır. Her örneklemeden 1 kg nektarin örneği homojenize edilmiş ve 15 g'lık 3 analitik porsiyon analize alınmıştır. Spike edilen ve pazardan toplanan nektarin örneklerinin analizi QuEChERS metodu ile yapılmıştır (AOAC, 2007). İzlenen analitik prosedür Şekil 1'de verilmiştir. Toplam 377 adet aktif madde LC-MS/MS sisteminde analiz edilmiş ve bu çalışmada LOQ değerlerinin üzerinde kalıntısı bulunan fungusitler değerlendirilmiştir.

Risk değerlendirmesi

Fungisitlere akut ve kronik maruziyet değerlendirmesi önceki çalışmalar doğrultusunda yapılmıştır (Soydan ve ark., 2021). Türkiye'de yıllık kişi başı nektarin tüketimi 7.3 kg dır (0.02 kg nectarine gün^{-1}) (TUİK, 2023). Toksikolojik çalışmalarda yetişkinler için ortalama vücut ağırlığı (va) 60 kg olarak alınmaktadır (EFSA, 2019; WHO, 2021). Fungisitlerin ADI (mg kg^{-1} va gün^{-1}) ve ARfD (mg kg^{-1} va gün^{-1}) değerleri Pestisit Özellikleri Veri Tabanı (Properties DataBase)'ndan alınmıştır (PPDB, 2023). Fungisitlerin ADI ve ARfD değerleri, sırasıyla, kronik risk değerlendirmesi ve akut risk değerlendirmesi için hesaplamalarda kullanılmıştır. Kronik değerlendirmelerde EDI (mg kg^{-1} va gün^{-1}) değeri Denklem 1 ile, kronik HQk değeri Denklem 2 ile hesaplanmıştır. Akut değerlendirmelerde ise ESTI (mg kg^{-1} va gün^{-1}) değeri Denklem 3 ile, akut HQa değeri Denklem 4 ile hesaplanmıştır (Liu ve ark., 2016).

$$EDI, \text{mg/kg va / gün} = \frac{\text{Kişibaşı günlük nektarin tüketim, kg/gün} * \text{ortalama kalıntı, mg/kg}}{\text{Vücut ağırlığı (va, kg)}} \times 100 \quad (1)$$

$$HQk = \frac{EDI, \text{mg/kg va / gün}}{ADI, \text{mg/kg va / gün}} \times 100 \quad (2)$$

$$ESTI, \text{mg/kg va / gün} = \frac{\text{Kişibaşı günlük nektarin tüketim, kg/gün} * \text{maksimum kalıntı, mg/kg}}{\text{Vücut ağırlığı (va, kg)}} \times 100 \quad (3)$$

$$HQa = \frac{ESTI, \text{mg/kg va / gün}}{ARfD, \text{mg/kg va / gün}} \times 100 \quad (4)$$

Eğer HQ değeri ≥ 1 ise ilgili ürün tüketiminde ilgili pestisit için tüketicilerde sağlık riski vardır. HQ değeri < 1.0 ise insan sağlığı için herhangi bir potansiyel risk yoktur.

Bulgular ve Tartışma Method verification

On bir fungusit standardının matrisli kalibrasyonları 1-200 pg μl^{-1} sınırlarında ve çeşitli korelasyon katsayılarında ($R^2 \leq 0.999$) doğrusal bulunmuştur. Fungisitlerin R^2 değerleri, aktif maddelerin 5.25-10.12 dak sınırlarında olan alıkonma zamanları (tR, dak) ve matrisli kalibrasyon denklemleri (4-noktalı) Çizelge 1’de verilmiştir. Fungisitlerin LOQ değerleri MRL değerlerinden düşük olup Çizelge 2’de verilmiştir. Miktersal hesaplamaları için matrisli kalibrasyon denklemleri (analitik fonksiyon) kullanılmıştır.

Table 1. Retention times, calibration ranges, calibration equations, correlation coefficients and selected ion groups of fungicides.

Çizelge 1. Fungisitlerin alıkonma zamanları, kalibrasyon sınırları, kalibrasyon denklemleri, korelasyon katsayıları ve seçilen iyon grupları

Fungisit	Alıkonma zamanı (tR), dak	Kalibrasyon sınırları, pg ml^{-1}	Kalibrasyon denklemleri, $y=a+bx$	Korelasyon katsayısı, R^2	Hesaplama iyonu $m z^{-1}$	Doğrulama iyonu, $m z^{-1}$
Boscalid	8.63	1-100	$y=4322.59+20540.5x$	0.99860	343.0 > 307.0	343.0 > 139.9
Bupirimate	9.43	1-100	$y=9902.72+93193.1x$	0.99964	317.2 > 107.9	317.2 > 166.1
Carbendazim	5.25	1-100	$y=20367 + 183579x$	0.99955	192.1 > 160.0	192.1 > 132.0
Cyflufenamid	9.95	1-100	$y=14742.2+32480.7x$	0.99601	413.1 > 295.1	413.1 > 241.1
Difenoconazole	10.12	1-100	$y=4014.82+35502.5x$	0.99984	406.1 > 251.0	406.1 > 110.9
Flusilazole	9.43	1-100	$y=12207.1+48722.1x$	0.99820	316.1 > 247.1	316.1 > 165.0
Penconazole	9.65	1-100	$y=150513 + 65578.9x$	0.99782	284.1 > 69.9	284.1 > 158.9
Tetraconazole	9.21	1-100	$y=4637.18+14536.4x$	0.99944	372.1 > 158.9	372.1 > 69.9
Thiophanate-M.	6.63	1-200	$y=6825.7+120014x$	0.99985	343.1 > 151.0	343.1 > 93.0
Triadimenol	9.01	1-200	$y=2092.97+20368.9x$	0.99971	296.0 > 69.9	298.0 > 69.9

Analiz metodunun doğruluğu ve kesinliği, geri alım (Q %) ve tekrar edilebilirlik (RSD %), olarak ifade edilmektedir (TURKAK, 2022). Bayramiç Beyazı nektarinler için geri alım değerleri, RSD’ları ile birlikte Çizelge 2’de verilmiştir. Her bir fungusit için bireysel geri alımlar (1 x LOQ ve 10 x LOQ seviyesinde spike edilen örneklerin 5 tekrarlı analizinin ortalaması) tabloda görülmektedir. Nektarin numunelerinden fungusitlerin geri alım oranları, %2.22 - 9.29 RSD sınırları ile %60.3 - 140 arasında bulunmuştur. Her bir etkili madde için geri alım veri sayısı 10, tüm fungusitler için (tüm metodun) geri alım veri sayısı 100’dür. Tüm metodun geri alımı da %15.46 RSD değeri ile %94.26 olmuştur. Bu rakamlar SANTE geri kazanım limitleri (%60-140) ve tekrar edilebilirlik (RSD \leq %20) limitleri arasındadır. Bulunan LOQ verileri (Çizelge 2) ile AB –MRL (EU, 2022) limitlerinden daha düşük seviyelerinde fungusit kalıntıları bu yöntemle belirlenebilmiştir.

Geri alım sonuçları uluslararası kılavuzlarda belirtilen metod doğrulama parametrelere uyumlu bulunmuştur (EURACHEM, 2014; SANTE, 2021). Şeftalide pestisit kalıntılarının araştırıldığı bir çalışmada azoxystrobin, thiacloprid ve acetamiprid için geri alımları sırasıyla, %95.3, 80.6, 98.6 olarak bulunmuştur (Galiotta ve ark., 2011). Dülger ve Tiryaki (2021) ise boscalid, chlorpyrifos ve tebuconazole için analiz metodunun geri alımını şeftali için %113.5 (RSD=%17.3), nektarin için ise %113.6 (%11.4) olarak bulmuşlardır.

Bu bulgular “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde fungusit kalıntılarının analizinde QuEChERS metodunun doğru sonuç veren hızlı bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Table 2. Recovery and RSD values of fungicides obtained from method verification study for “Bayramiç Beyazı” nectarine samples

Çizelge 2. “Bayramiç Beyazı” nektarin numuneleri ile yapılan metot doğrulama çalışmasında elde edilen fungusitlerin geri kazanım ve RSD oranları

Fungisit	LOQ µg kg ⁻¹	Spike seviyesi						Geri alm.,% (Doğruluk parametresi)**	RSD,% (Kesinlik Parametresi)
		1 x LOQ			10 x LOQ				
		Bulunan, µg kg ⁻¹	Geri alm.,%*	RSD, %	Bulunan, µg kg ⁻¹	Geri alm.,%*	RSD, %		
Boscalid	1	0.89	89.80	9.16	8.26	82.58	2.78	86.19	7.94
Bupirimate	1	1.04	104.40	6.86	8.72	87.24	2.67	95.82	10.80
Carbendazim	1	0.91	90.40	5.40	7.73	77.34	4.02	83.87	9.41
Cyflufenamid	1	0.97	96.60	5.21	8.15	81.48	3.14	89.04	9.90
Difenoconazole	1	1.00	100.20	6.71	8.63	86.28	3.28	93.24	9.44
Flusilazole	1	1.04	104.00	5.40	9.19	91.88	2.22	97.94	7.69
Penconazole	1	1.11	110.40	9.29	10.58	105.84	2.62	108.12	6.92
Tetraconazole	1	1.30	131.00	5.40	9.99	99.90	3.24	115.45	14.89
Thiophanate-M.	1	0.80	79.80	6.35	6.82	68.20	6.66	74.00	10.29
Triadimenol	1	1.01	100.80	6.92	9.82	98.18	5.91	99.49	6.24
Geri alm sınırları: %60.3 - 140 ; RSD sınırları: %2.22 - 9.29									
Tüm metodun geri alımı (Accuracy): %94.26 (n=100) RSD= %15.46									

*n=5 ; **n=10

“Bayramiç Beyazı” Nektarinlerde Bulunan Kalıntılar

“Bayramiç Beyazı” beyazı nektarin numunelerinde toplam olarak 210 analitik örnek [70 örnek (14-hafta x 5-tezgah) X 3 analitik örnek] analiz edilmiştir. 10 adet fungusit (boscalid, bupirimate, carbendazim, cyflufenamid, difenoconazole, flusilazole, penconazole, tetraconazole, thiophanate-methyl, triadimenol) kalıntısı LOQ değerinin üzerinde bulunmuştur. Flusilazole (Şekil 2) ve triadimenol (Çizelge 3) haricinde bulunan fungusit kalıntıları MRL değerlerinin altında bulunmuştur. Birkaç örnekte bulunan fungusit (toplam 6 adet) kalıntıları ve gerekli açıklamaları Çizelge 3’de verilmiştir. MRL değerlerinin altında bulunan bupirimate, cyflufenamid, difenoconazole, penconazole, tetraconazole kalıntılarının miktarları, kaç adet örnekte buldukları Çizelge 3’de görülmektedir.

A kodlu tezgahın, 4. hafta nektarin örneğinde MRL (10 µg kg⁻¹) değerinin 3 katı triadimenol kalıntısı (29.28 µg kg⁻¹) bulunmuştur. 5 ve 6. hafta numunelerinde ise MRL değerinin 1.5 katı triadimenol kalıntısı (14.36 ve 14.47 µg kg⁻¹) bulunmuştur (Çizelge 3). Flusilazole kalıntıları ise A kodlu tezgahı/2.hafta örneğinde 14.33 µg kg⁻¹ olarak MRL (10 µg kg⁻¹) değerinin 1.5 katı bulunmuştur. C kodlu tezgahı/7. hafta örneğinde ise flusilazole kalıntısı (10.90 µg kg⁻¹) MRL değerini çok az aşmıştır.

Table 3. Fungicide residues “Bayramiç Beyazı” nectarines and comparison with their MRL values

Çizelge 3. “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde fungusit kalıntıları ve MRL değerleri ile karşılaştırılması

Fungisit	Kalıntı<MRL, µg kg ⁻¹ (Örnek sayısı)	Kalıntı>MRL, µg kg ⁻¹ (Örnek sayısı)	MRL, µg kg ⁻¹
Bupirimate	2.17 (1)	-	300
	8.23 (1)		
	8.93 (1)		
Cyflufenamid	5.46 (1)	-	60
	6.96 (1)		
	12.92 (1)		
	20.14 (1)		
Difenoconazole	2.84 (1)	-	500
	4.29 (1)		
	5.03 (1)		
	6.33 (1)		
Penconazole	14.68 (1)	-	150
	1.95 (1)		
	4.12 (1)		
	17.75 (1)		
Tetraconazole	24.62 (1)	-	100
	7.36 (1)		
	11.11 (1)		
	28.01 (1)		
Triadimenol	1.90 (1)	14.36 (1)	10
	3.25 (1)	14.47 (1)	
	3.88 (1)	29.28 (1)	

Geriye kalan MRL değerlerinden daha düşük olan boscalid, carbendazim, thiophanate-methyl kalıntıları da Şekil 3-5’de verilmiştir. En fazla boscalid kalıntısı ($136,99 \mu\text{g kg}^{-1}$) 14. Hafta E tezgahında; en fazla carbendazim kalıntısı ($78,74 \mu\text{g kg}^{-1}$) 10. hafta A tezgahında; en fazla thiophanate-methyl kalıntısı ($165,62 \mu\text{g kg}^{-1}$) ise 4. hafta A tezgahında bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla, MRL değerinin yaklaşık 1/20 si, 1/2 si ve 1/10 u civarındadır. Türkiye’de carbendazim, triadimenol ve flusilazole sırasıyla 2018, 2021 ve 2022 yıllarında yasaklanmıştır (BKÜ, 2023b).

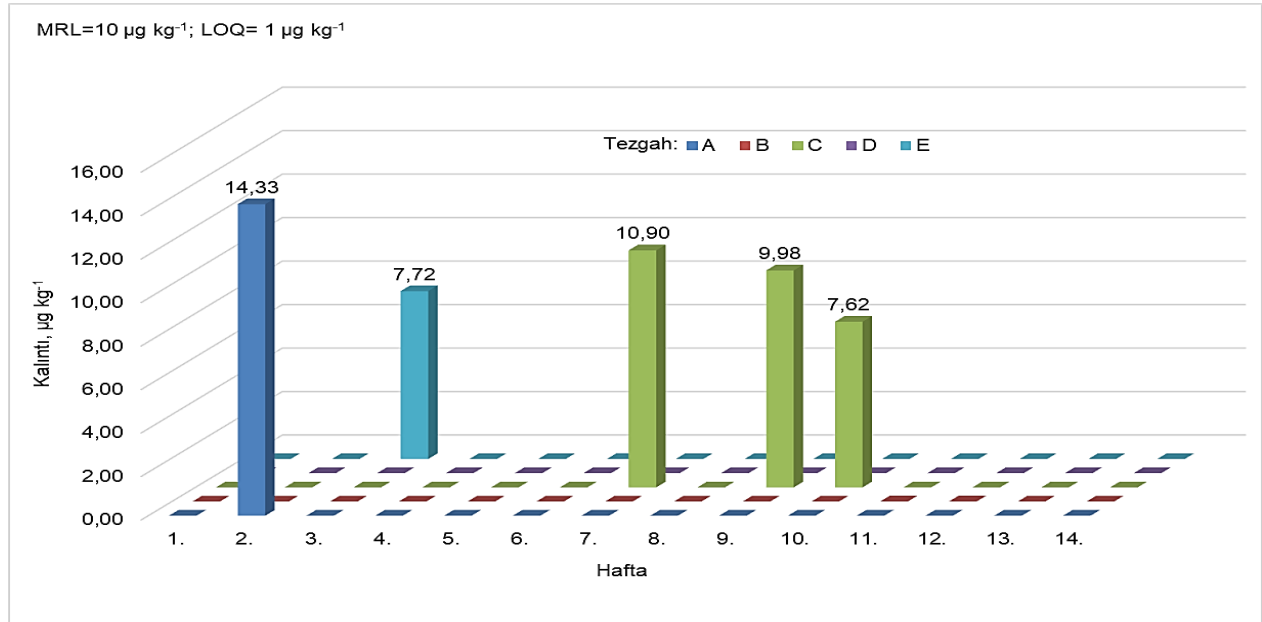


Figure 2. Residues of flusilazole in “Bayramiç Beyazı” nectarines stand and week basis
Şekil 2. “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde tezgah ve hafta olarak flusilazole kalıntıları

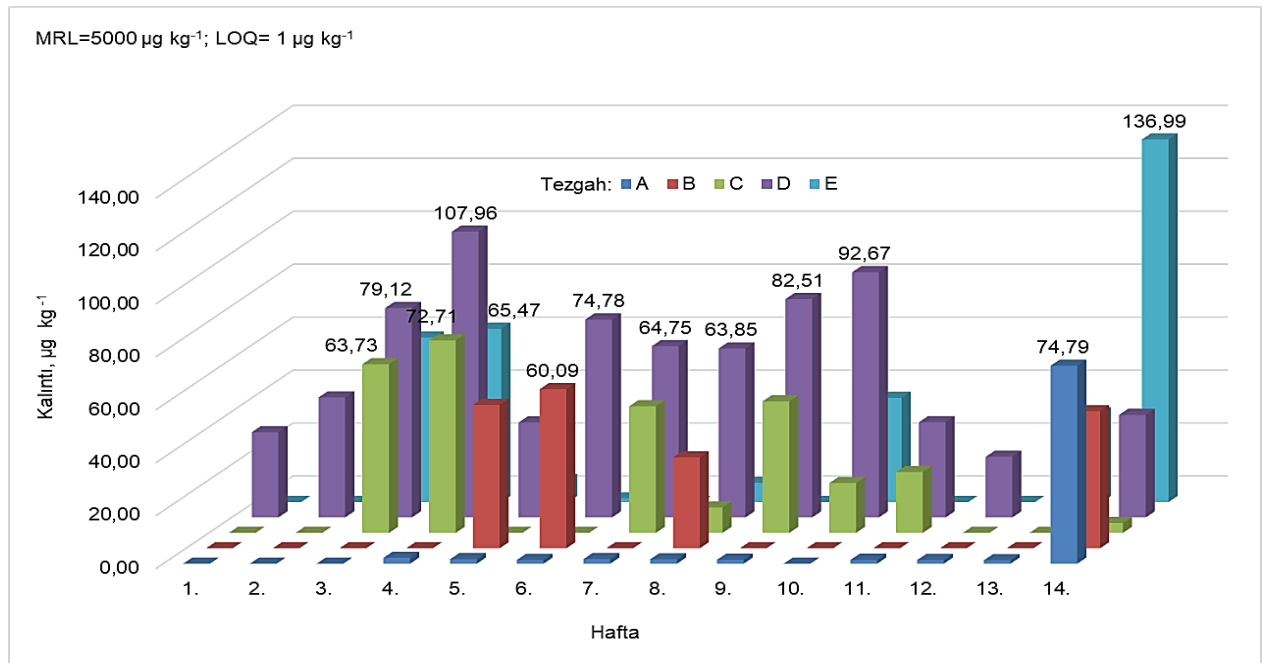


Figure 3. Residues of boscalid in “Bayramiç Beyazı” nectarines stand and week basis
Şekil 3. “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde tezgah ve hafta olarak boscalid kalıntıları

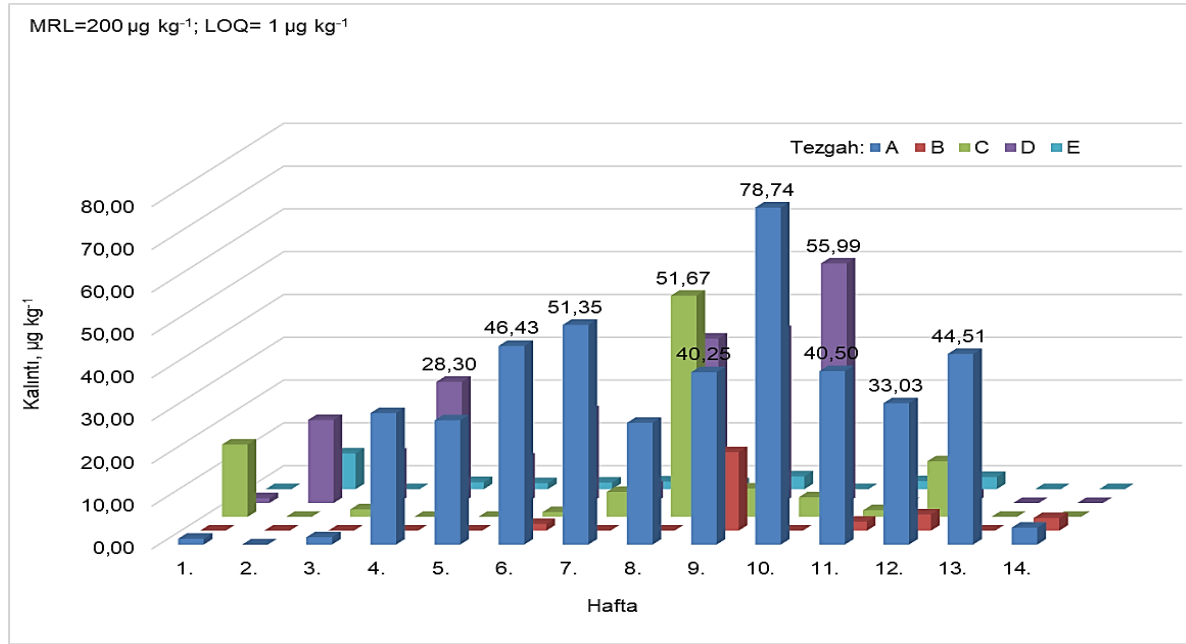


Figure 4. Residues of carbendazim in “Bayramiç Beyazı” nectarines stand and week basis

Şekil 4. “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde tezgah ve hafta olarak carbendazim kalıntıları

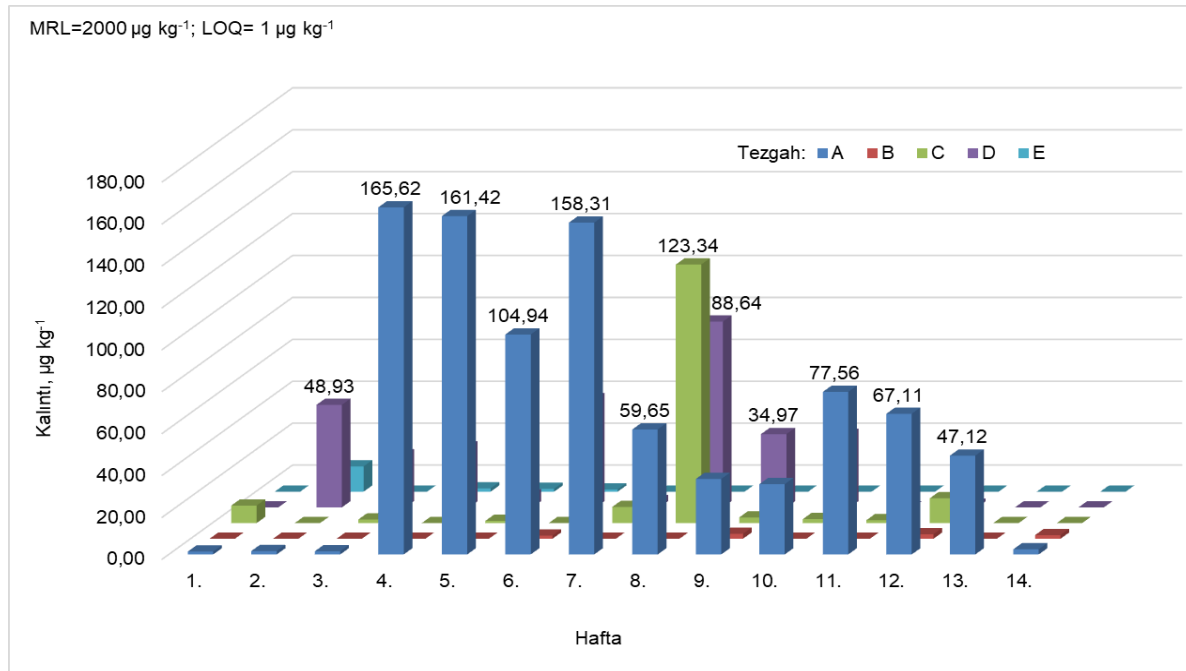


Figure 5. Residues of thiophanate-methyl in “Bayramiç Beyazı” nectarines stand and week basis

Şekil 5. “Bayramiç Beyazı” nektarinlerde tezgah ve hafta olarak thiophanate-methyl kalıntıları.

Çelik (2022) tarafından yapılan bir tez çalışmasında 11 adet şeftali örneğinin 10 adedinde TGK-MRL değerlerinin altında difenoconazole, tebuconazole ve triadimenol kalıntısı bulunmuştur. Ersoy ve arkadaşları (2011) 10 adet şeftali örneğinin 1 adedinde benomyl-carbendazim ($6.0 \mu\text{g kg}^{-1}$) kalıntısı bulunmuştur. Çin’de yapılan bir çalışmada da AB –MRL yi aşmayan oranlarda difenoconazole ($36.6 \mu\text{g kg}^{-1}$), ve thiophanate-methyl ($19 \mu\text{g kg}^{-1}$) fungusitleri bulunmuştur (Zhang ve ark., 2021). Chatzicharisis et al. (2012) şeftali ve nektarinlerde AB-MRL seviyelerinden daha düşük bupirimate kalıntısı bulmuşlardır. Dülger ve Tiryaki (2021)’nin çalışmalarında şeftalide en fazla $567.80 \mu\text{g kg}^{-1}$, nektarinde ise $322.10 \mu\text{g kg}^{-1}$ boscalid kalıntısı bulunmuştur. Bu kalıntı seviyeleri MRL değerlerinin sırasıyla 1/10’u ve 1/15’i düzeyindedir. Tebuconazole için maksimum kalıntı seviyeleri şeftali için $47.53 \mu\text{g kg}^{-1}$

nektarin için ise 56.96 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olup bunlarda sırasıyla MRL değerinin 1/12'sine ve 1/10'una karşılık gelmektedir.

Fungisitlerin Akut Maruziyet Risk Değerlendirmesi

Fungisitlere akut maruziyet (kısa süreli maruziyet) risk değerlendirmesi için ESTI (mg kg^{-1} va gün^{-1}) ve HQa değerleri, kronik maruziyet (uzun süreli maruziyet) değerlendirmesi için EDI (mg kg^{-1} va gün^{-1}) ve HQk değerleri kullanılmıştır. Çizelge 4' de risk değerlendirmeleri için bulunan değerler, kalıntı verisi sayıları, kalıntı sınırları ve ortalama kalıntılar verilmiştir. Denklem 1 ile hesaplanan ESTI değerleri ve Denklem 2 ile hesaplanan HQa değerleri sırasıyla, 0.27E-06 - 9.69E-06 ve 0.0017-0.1340 arasında bulunmuştur. En yüksek HQa değeri carbendazim (0.1340) için, en düşük HQa değeri ise penconazole (0.0017) için bulunmuştur. Denklem 3 ile hesaplanan EDI değerleri ve Denklem 4 ile hesaplanan HQk değerleri sırasıyla, 0.12E-06 – 5.80E-06 ve 0.0046-0.1685 arasında bulunmuştur. En yüksek HQk değeri flusilazole (0.1685) için en düşük HQk değeri ise triadimenol için bulunmuştur. Her fungusit için HQa ve HQk tehlike katsayısı, $\text{HQ} \leq 1$ olduğundan fungusitlere akut ve kronik maruz kalma düzeyleri düşük bulunmuştur. Ancak, $\text{HQ} \leq 1$ olsa bile en yüksek akut HQ değeri carbendazim için, en yüksek kronik HQ değeri ise flusilazole için bulunmuştur. Türkiye'de carbendazim ve flusilazole yasaklı pestisitler arasında bulunmaktadır. WHO (2019) sınıflandırmasına göre flusilazole orta derecede tehlikeli (Sınıf II) carbendazim ise normal kullanımda akut tehlike arz etme olasılığı düşüktür (Sınıf U). Boscalid ve bupirimate in ARfD değeri, PPDB Veri Tabanında (PPDB, 2023) ve EFSA dokümanlarında (EFSA, 2020) olmadığı için akut risk değerlendirmesi yapılmamıştır (Çizelge 4). Flusilazole ve triadimenol kalıntıları MRL değerini aşıya da risk değerlendirmeleri tüketiciler için bu 10 fungusitin akut ve kronik riski olmadığını göstermiştir. Çünkü bütün fungusitler için HQ değerleri 1 den küçüktür. Şeftali ve nektarinde pestisit kalıntılarının araştırıldığı başka bir çalışmada boscalid ve tebuconazole fungusitlerinin tüketiciler için risk değerlendirmesi yapılmış ve kronik maruziyet riski seviyesi düşük bulunmuştur (Dülger ve Tiryaki, 2021). Kazar Soydan ve ark., (2021) sebze ve meyvelerde pestisit kalıntısı için kronik sağlık risk değerlendirmesi yapmışlar, EDI değerlerini 3.57×10^{-3} -8.98 arasında bulmuşlardır. Çilek, üzüm ve kuru kayısı için HQ değeri 0.01 olmuştur. Yaprak sebzelerinde pestisit kalıntılarının araştırıldığı başka bir çalışmada ise kalıntısı bulunan pestisitlerin hiçbirinde tüketici sağlığı için risk bulunmamıştır. En fazla risk HQa =0.97 ve HQk = 0.29 değerleri ile sırasıyla acetamiprid ve cypemethrin için bulunmuştur (Balkan ve Yılmaz, 2022). Camera ve ark. (2020) şeftali suyunda pestisit kalıntılarını araştırmıştır. Kronik risk analizinde 0.000-0.044 arasındaki risk katsayısı (RQ) ile imidacloprid'in tüketicilere riskini ihmal edilebilir düzeyde bulmuştur. Çin'de yapılan başka bir çalışmada ise acetamiprid, imidacloprid, pyriproxyfen ve spirodiclofen pestisitlerinin şeftali tüketiminde akut ve kronik riskleri önemli bulunmamıştır (Zhang ve ark., 2021).

Table 4. Chronic and acute risk assessments of fungicides for “Bayramiç Beyazı” nectarines
Çizelge 4. “Bayramiç Beyazı” nektarin için fungusilerin konik ve akut risk değerlendirmeleri

Fungisit	Kalıntı verisi sayısı	Kalıntı sınırları (ortalama kalıntı). $\mu\text{g kg}^{-1}$	Kısa vadeli Akut risk			Uzun vadeli Kronik risk		
			ARfD*	ESTI**	HQa	ADI*	EDI*	HQk
Boscalid	132	1.1-141.1 (39.2)	NL**	-	-	0.04	0.13E-06	0.0327
Bupirimate	9	1.9-9.3 (6.4)	NL**	-	-	0.05	2.15E-06	0.0043
Carbendazim	141	1.1-80.4 (17.4)	0.02	0.27E-06	0.1340	0.02	5.80E-06	0.0290
Cyflufenamid	18	1.2-21.7 (8.6)	0.05	7.22E-06	0.0144	0.04	2.87E-06	0.0072
Difenoconazole	16	1.5-15.2 (6.3)	0.16	5.00E-6	0.0032	0.01	2.11E-06	0.0211
Flusilazole	15	6.4-15 (10.1)	0.005	5.00E-6	0.1000	0.002	3.37E-06	0.1685
Penconazole	13	1.1-25.2 (11.3)	0.5	8.00E-6	0.0017	0.03	3.75E-06	0.0125
Tetraconazole	14	1.1-29.1 (10.4)	0.05	9.69E-06	0.0194	0.004	3.00E-6	0.0866
Thiophanate-methyl	123	1.0-178.5 (34.7)	0.2	0.59E-06	0.0298	0.08	0.12E-06	0.0145
Triadimenol	32	1.1-32.9 (6.9)	0.05	0.11E-06	0.0219	0.05	2.29E-06	0.0046

* ARfD, ESTI, ADI ve EDI'nin birimi “ mg kg^{-1} va gün^{-1} ” dir.

**NL: Listelenmemiş; PPDB (2023) ve EFSA (2020) kayıtlarında ARfD değeri bulunmamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Pestisit kullanımı tarımsal faaliyetlerin önemli bir bileşenidir ve zararlı organizmaların ürünlerde zararlarını önemli ölçüde azaltır. Ancak bunların çevresel tahribatı ve kalıntı riski de her zaman gündemdedir. Bu çalışma, Çanakkale açık pazarından örneklenen “Bayramiç Beyazı” nektarinlerinde 10 adet fungusitin kalıntılarının araştırılması amacıyla yapılmıştır. “Bayramiç Beyazı” nektarinlerinde 10 adet fungusit kalıntısının analizleri için QuEChERS yöntemi SANTE metot doğrulama kriterlerini karşılamış ve analizler için uygun bir metot olarak değerlendirilmiştir. 5 fungusitin kalıntı seviyeleri MRL değerlerinin altında bulunmuştur. Birer örnekte MRL'nin yaklaşık 3 katı triadimenol, MRL'nin yaklaşık 1.5 kat flusilazole kalıntıları bulunmuştur. Bu iki fungusitin yasaklılar arasında olması ve kalıntılarının MRL'yi aşması özellikle dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Boscalid, carbendazim ve thiophanate-methyl maksimum kalıntıları birer örnekte sırasıyla MRL'lerin yaklaşık, 1/20, 1/2 ve 1/10'u oranında bulunmuştur. Carbendazim de yasaklılar arasındadır. Pestisit kalıntılarının risk analizleri insan sağlığı için “Bayramiç Beyazı” nektarin tüketiminde risk oluşturmadığını göstermiştir. Ancak, $HQ \leq 1$ olsa bile en yüksek akut HQ değeri carbendazim için, en yüksek kronik HQ değeri ise flusilazole için bulunmuştur. MRL'yi aşan kalıntı bulunması, hesaplanan kronik HQ değeri ve yasaklı olması ile flusilazole fungusiti tüketiciler için olası bir risk olarak değerlendirilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür. ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Birimi'ne çalışmayı (Proje No: FYL-2022-4047 desteklemelerinden dolayı teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ambrus, Á., Szenczi-Cseh, J., Doan, V.V.N., Vászrhelyi, A., 2023. Evaluation of monitoring data in foods. *Agrochemicals*. 2(1): 69-95.
- Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher D., Schenck, F. J., 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and dispersive solid-phase extraction for the determination of pesticide residues in produce. *Journal AOAC International*. 86(2): 412-431.
- Anonim, 2022. Bayramiç beyazı hasat etkinliği düzenlendi. <https://canakkale.tarimorman.gov.tr/Haber/501/Bayramic-Beyazi-Hasat-Etkinligi-Duzenlendi>, (Erişim tarihi: Aralık 2022).
- AOAC, 2007. Official method 2007.01: Pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate. *J. AOAC Int*. 90: 485–520.
- Balkan, T., Yılmaz, Ö., 2022. Method validation, residue and risk assessment of 260 pesticides in some leafy vegetables using liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*. 384: 132516.
- Balkan, T., Karaağaçlı, H., 2023. Determination of 301 pesticide residues in tropical fruits imported to Turkey using LC–MS/MS and GC-MS. *Food Control* 147: 109576.
- BKÜ, 2023a. BKÜ Veri Tabanı, Tavsiye arama. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama?csrt=11841641984404194768>, (Erişim tarihi: Aralık 2022).
- BKÜ, 2023b. BKÜ Veri Tabanı, Yasaklı veya kısıtlı aktif madde listeleri. <https://bku.tarimorman.gov.tr/AktifMadde/YasakliKisitliExcelFileList?csrt=4249106729254166320>, (Erişim tarihi: Şubat 2023).
- Cámara, M.A., Cermeño, S., Martínez G., Oliva, J., 2020. Removal residues of pesticides in apricot, peach and orange processed and dietary exposure assessment. *Food Chemistry*. 325: 126936.
- Chatzicharisis, I., Thomidis, T., Tsipouridis, C., Mourkidou-Papadopoulou E., Vryzas, Z., 2012. Residues of six pesticides in fresh peach-nectarine fruits after preharvest treatment. *Phytoparasitica*. 40: 311-317.
- Chen, R., Xue, X., Wang G., Wang, J., 2021. Determination and dietary intake risk assessment of 14 pesticide residues in apples of China. *Food Chemistry*. 351: 129266.
- Çelik, F. Ç., 2022. Antalya'da yetiştirilen bazı meyvelerde pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi. *Kastamonu Üniv. Fen Bil.Enst., Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Anabilim Dalı, Kastamonu Yüksek Lisans Tezi*, 63 s.
- Dülger, H., Tiryaki, O., 2021. Investigation of pesticide residues in peach and nectarine sampled from Çanakkale, Turkey, and consumer dietary risk assessment. *Environ. Monit. Assess*. 193(9): 561.
- EFSA, 2007. The EFSA's 7th Scientific Colloquium Report - Cumulative Risk Assessment of pesticides to human health: EFSA Supporting Publication. 4(5): 1-160.

- EFSA, 2019. Pesticide Residue intake model- EFSA PRIMo revision 3.1. EFSA Supporting Publications. 16(3):1-15.
- EFSA, 2020. Modification of the existing maximum residue level for boscalid in pomegranates. EFSA Journal, 18(9): 6236.
- Ersoy, N., Tatlı, Ö., Özcan, S., Evcil, E., Coşkun, L.Ş., Erdoğan, E., 2011. Sert çekirdekli ve sert kabuklu meyve türlerinde bazı pestisit kalıntıları. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 25(1): 75-83.
- EURACHEM, 2014. The fitness for purpose of analytical methods -a laboratory guide to method validation and related topics. Second Edition. https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_EN.pdf, (Erişim Tarihi: Aralık 2022).
- Galiotta, G., Egaña, E., Gemelli, F., Maeso, D., Casco, N., Conde, P., Nuñez, S., 2011. Pesticide dissipation curves in peach, pear and tomato crops in Uruguay. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 46(1): 35-40.
- Kaya, T., Tuna, A. L., 2019. İzmir ilindeki üç halk pazarından alınan meyve ve sebze örneklerindeki pestisit kalıntı miktarının araştırılması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. 6(1): 32-38.
- Kazar Soydan, D., Turgut, N., Yalçın, M., Turgut, C., Karakus, P. B. K. 2021. Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region of Turkey and assessment of risk to consumers. Environmental Science and Pollution Research. 28(22): 27511-27519.
- Lehotay, S. J., 2007. Determination of pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate: collaborative study. J. AOAC Int. 90: 485-520.
- Liu, Y., Shen, D., Li, S., Ni, Z., Ding, M., Ye C., Tang, F., 2016. Residue levels and risk assessment of pesticides in nuts of China. Chemosphere. 144: 645-651.
- Marete, G. M., Shikuku, V. O., Lalah J. O., Wekasa, V. W., 2020. Occurrence of pesticides residues in French beans, tomatoes, and kale in Kenya, and their human health risk indicators. Environ. Monit. Assess. 192: 692.
- Omeroglu, P. Y., Boyacioglu, D., Ambrus, A., Karaali, A., Saner, S., 2012. An overview on steps of pesticide residue analysis and contribution of the individual steps to the measurement uncertainty. Food Analytical Methods. 5(5): 1469-1480.
- Öztekın, L., Başoğlu F., 2007. Şeftali nektarı işleme teknolojisi basamaklarında diazinon kalıntısı saptanması. Gıda. 32(2): 75-80.
- Polat, B., Tiryaki, O., 2019. Determination of some pesticide residues in conventional grown and IPM- grown tomato by using QuEChERS method. Journal of Environmental Science and Health B. 54(2): 112-117.
- PPDB, 2023. IUPAC Pesticides Properties DataBase. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>, (Erişim tarihi: Aralık 2022).
- RASFF, 2023. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF Window). <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/list>, (Erişim tarihi: Ocak 2023)
- SANTE, 2021. Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. https://food.ec.europa.eu/system/files/2022-02/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2021-11312.pdf, (Erişim tarihi: Şubat 2023).
- TUİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Erişim tarihi: Şubat 2023).
- TURKAK, 2022. Metodun geçerli kılınması ve doğrulanması için bilgilendirme kılavuzu. https://secure.turkak.org.tr/turkaksite/docs/bilgilendirme_kilavuzlari/metodun_gecerli_kilinmasi_ve_dogrulanmasi_icin_bilgilendirme_kilavuzu_30122022.pdf, (Erişim tarihi: Ocak 2023).
- WHO, 2019. The WHO Recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1278712/retrieve>, (Erişim tarihi: Aralık 2022).
- WHO, 2021. Human health risk assessment toolkit: chemical hazards, Second edition, Harmonization Project Document No. 8. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240035720>, (Erişim tarihi: Aralık 2022).
- Zhang, Y., Si, W., Chen, L., Shen, G., Bai, B., Zhou, C., 2021. Determination and dietary risk assessment of 284 pesticide residues in local fruit cultivars in Shanghai, China. Scientific Reports. 11: 9681.



Araştırma Makalesi/Research Article

***Rhizobium tropici* Bakterisi ile Enfekte Edilen Fasulye Bitkisinin Azot Kısıtlanan Perlit Kültürü Koşullarındaki Gelişimi**

Onur Sinan Türkmen^{1*} 

Seçkin Kaya² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 17100/Çanakkale.

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100/Çanakkale.

* Sorumlu yazar: onurturkmen@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.05.2023

Kabul Tarihi: 05.07.2023

Öz

Çalışma, yapay aydınlatmalı perlit kültürü koşulları altında, *Rhizobium tropici* ile azot fiksasyon durumunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Hoagland solüsyonu baz alınarak üç azot dozu (%100-50-0) ve *Rhizobium tropici* bakteri suşu, uygulanmıştır. İnorganik azot eklenen ortamdaki *Rhizobium* enfekte edilen bitkilerin bitki boyu gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaşı ve kuru ağırlığı bakımından daha üstün olduğu belirlenmiştir. Çalışmada *Rhizobium tropici*'nin simbiyotik azot bağlayabilmesi için azotlu gübrenin besleme programına eklenmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nodülasyon, azot fiksasyonu, hidrofonik, dikey tarım, baklagiller

Development of Bean Plant Infected with *Rhizobium tropici* in Nitrogen-Restricted Perlite Culture Conditions

Abstract

The study was conducted for nitrogen fixing by *Rhizobium tropici* under controlled perlite culture conditions. The conditions were created to prevent nitrogen leakage with perlite as a substrate, air conditioning unit for climate control and artificial lighting. Three nitrogen doses (100-50-0%) and *Rhizobium tropici* bacteria strain were applied with modified Hoagland solution in perlite substrate. It was determined that *Rhizobium* infected plants in inorganic nitrogen added medium were superior in terms of plant height, stem fresh and dry weight, root length, root fresh and dry weight. In the study, it was concluded that it would be beneficial to add nitrogenous fertilizer to the feeding program in order for symbiotic nitrogen fixation by *Rhizobium tropici*.

Keywords: Nodulation, nitrogen fixation, hydroponic, vertical agriculture, beans

Giriş

Baklagillerin *Rhizobium* bakterisiyle simbiyotik ilişkisi azot döngüsü açısından doğada uyum içindedir. Bakteri inokülasyonu ile havanın serbest azotu bitkiye kazandırılarak azotlu gübreleme maliyeti azaltılabilmektedir. Azotlu gübreler yüksek tarımsal verim için göz ardı edilmeyen girdi maliyetlerinden olup, biyolojik azot fiksasyonu ile tarımsal münavebede (rotasyon) kullanılmaları önemli bir ekonomik avantaj sağlamaktadır. Baklagillerin münavebeye alınması tarımsal maliyet ve toprak yapısının iyileşmesi açısından önemli bir uygulamadır. Diğer yandan baklagillerin yüksek protein içeriğine sahip olması, simbiyotik azot fiksasyonu ve inorganik azot maliyeti hususundaki faydaları nedeniyle, 2016 yılı baklagil yılı olarak ilan edilmiştir. Kuru fasulyenin ülkemizde kişi başı yıllık tüketim miktarı 3.2 kg'dır. Bu oran, 1.35 kg/kişi/yıl olan Avrupa'nın üzerinde, 7.98 kg/kişi/yıl olan G. Amerika'nın altındadır. Dünya fasulye tüketim ortalaması ise 2.33 kg/kişi/yıl'dır (Çiftçi, 2004). Fasulye bitkisi ülkemizde 250,000 ton üretim ile nohut ve mercimekten sonra yemeklik tane baklagil bitkileri üretimi bakımından 3. sırada yer alır. Fasulye bitkisinin etkili bakterisi, *Rhizobium phaseoli* olup ticari açıdan da farklı etkili suşlar geliştirilmiştir (Özdemir, 2002; Çiftçi, 2004). Ticari açıdan farklı koşullar altında üstün özellikli *Rhizobium* türleri geliştirilmiş olup *Rhizobium tropici*

bakterisinin kuraklığa dayanıklı olması yanında fasulye bitkisinde verim artışına katkı sağladığı belirtilmektedir (Dubey ve ark., 2020).

Topraksız tarım 1600'lü yıllarda Belçikalı araştırmacı Helmount tarafından ilk kez ifade edilmiş olup, 1860'lı yıllarda da Knop ve Sachs tarafından uygulandığı bilinmektedir (Hershey, 1994; Sevgican, 2003). En yaygın kullanılan besin ortamı protokolü, geliştiricisinin ismi ile anılan Hoagland'dır (Hoagland ve Armon, 1950). Topraksız kültürler, yüksek ve stabil verim, etkin hastalık ve zararlı mücadelesi açısından avantaj sağladığı gibi ilk yatırım maliyeti açısından dezavantajlıdır. Topraksız kültür (hidroponik) yöntemlerinde kullanılan substratlar açısından katı ve su kültürü olarak gruplandırılır. Katı ortam kültürleri olarak perlit, hindistan cevizi kabuğu, pomza, vermikulit, torf, saman balyaları, zeolit, çakıl, kum, cam yünü, plastik köpük, talaş, kaya yünü, kavuz, bitki artıkları ve kabukları, organik artıkları kompostları, substrat ortamı yaygın olarak kullanılmaktadır (Asri, 2010). Perlit kültürünün diğer kültür yöntemlerine göre avantajı; sistem takibi ve kurulumu kolaydır, ortamın tuttuğu besin elementi stabil olduğundan diğer kültür ortamlarına göre beslenme yetersizliği ve havalanmaya bağlı sorunları daha azdır. Perlitin ucuz bir materyal olması nedeniyle ülkemizde perlit kültürü yönteminin kullanımı yaygındır (Varış, 1998).

Topraksız ortamda bakteri inokülasyonunun fosfor dozları (Vadez ve Drevon, 2001) ile etkileşimleri ve farklı besin içerikleri (Öztekin, 2002) üzerinde etkileri üzerine farklı çalışmalar yapılmıştır. Azotsuz su kültürü ortamında *Rhizobium* nodülasyonu ve azot bağlama verimliliği üzerine olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Paradiso ve ark., 2015; Türkmen ve ark., 2016). Bu çalışmada inorganik azotlu gübre kullanılmaksızın *Rhizobium* bakterisi inokülasyonu ile havanın serbest azotundan faydalanılarak katı tarım perlit kültürü şartlarındaki fasulye kültürü şartlarında gerçekleşmiştir. Bakteri ve bitkinin simbiyotik yaşam ilişkisinin kontrollü topraksız şartlarda bitki gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmalar Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre iki faktörlü olarak kurulmuştur. Deneme 4 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 8 bitki olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Türkmen ve diğ., 2016). Besi solüsyonu Hoagland protokol içeriğindeki azot; amonyum nitrat şeklinde; potasyum ve kalsiyum elementleri ise potasyum hidroksit ve kalsiyum karbonat formunda protokoldeki molar ağırlığına uygun şekilde modifiye edilerek uygulanmıştır (Hoagland ve Armon, 1950). Deneme azot dozu ve bakteri olarak iki faktörlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bu faktörler %100, %50 azot dozu ve azotlu gübrenin bulunmadığı kontrol grupları ve *Rhizobium tropici* bakterisinin ilave edildiği ve edilmediği uygulamalardır. Besin solüsyonu pH'sı sülfürik asit ile 5.7'ye ayarlanmıştır.

Denemelerde kullanılan fasulye tohumluğu Biotek Tohum firmasına ait oturak tipte, Nazende fasulye çeşidi tohum kullanılmıştır. Bakteri suşu olarak *Rhizobacter Argentina SA* firmasına ait liquid inokülant *Rhizobium tropici* (1×10^8 UFC/mL) ve aynı firmaya ait Premax adlı bakteri aktivatörü kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştirildiği oda koşulları 24°C'de sabit tutulmuştur. Her bitki 30 000 lüks şiddetinde, 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık fotoperiyod olmak üzere beyaz florasan ışığa maruz bırakılmıştır. Dolgu materyali olarak perlit kullanılmış, bitki solüsyon sıvısı her bitkiye lateral boru ile ulaştırılmış, solüsyon sıvı sirkülasyon pompası ile sirküle edilmiştir. Eksilen solüsyon günlük takip edilerek saf su eklenmiştir. Bitkilerin boyları uzadıkça gergi ipiyle yukarıya asılmıştır.

Bitkiler, perlit ortamına aktarılmasını takip eden 40. günde hasat edilmiştir. Elde edilen veriler SAS istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Deneme verileri bitki boyu bakımından incelendiğinde, *Rhizobium* (Rh) içeren grubun bitki boyu ortalamasının *Rhizobium* içermeyen grup ortalamasından daha yüksek olduğu, en yüksek bitki boyunun 28,69 cm ile %50 azot eklenen ve bakteri aşılananda olduğu tespit edilmiştir. Azot dozu artışına bağlı gövde ağırlığı ortalamalarında bir artışın gerçekleştiği, bakteri ilave edilen ortamlarda bu artışın daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek gövde yaş ağırlığı 26.44 g ortalama ile azot ve bakteri aşılanan ortamda tespit edilirken, en düşük gövde yaş ağırlığı ise azot ve Rh içermeyen uygulamada tespit edilmiştir.

Gövde kuru ağırlığına ilişkin bulgularda Rh eklenen ve %50 azot içeren grubun en yüksek kuru ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Azot kullanımına bağlı olarak yaprak sayılarında artışın olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Fasulyede kontrollü azot uygulamasının *Rhizobium* enfeksiyonu ile bitki gelişim parametreleri üzerine etkisi

Figure 1. The effect of controlled nitrogen application on plant growth parameters with *Rhizobium* infection in beans

Kök uzunlukları açısından azot dozu uygulamasına bağlı Rh içermeyen grubun kendi içerisinde istatistiki açıdan bir fark tespit edilmez iken, Rh eklenen ve azot içeren uygulamalarda köklerin daha uzun olduğu tespit edilmiştir.

Kök yaş ağırlıkları bakımından %50 doz azot içeren ve Rh bakterisi aşılama yapılmış ortamdaki bitki köklerinin en yüksek değere sahip olduğu (18.27 g), %100 azot içeren ve Rh bakterisi aşılama yapılmış uygulamanın (13.11 g) onu takip ettiği, diğer tüm uygulamalar arasında ise kendi içerisinde istatistiki açıdan aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı bakımından incelendiğinde ise tam doz azot ve Rh içeren ortamdaki bitkilerle (1.63 g), Rh içeren ve yarı doz azotla gübrelenen bitkilerin (1.70 g) kök kuru ağırlıklarının en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Benton (2005), *Rhizobium* bakterisi inoküle edilmiş baklagil bitkisinin kobalt eksikliğinde nodülün inaktif hale geleceğini ifade etmesine karşın, uyguladığımız solüsyonda kobalt elementi bulunmamaktadır. Ancak kullanılan Premax'ın aynı işlemi göstermesi mümkündür.

Kontopoulou ve ark. (2017), üçte bir inorganik azot ya da azotsuz ortamda biyolojik azot fiksasyonu ile hektara 54.3 ve 49.2 kg azot bağlanabileceği ifade etmişlerdir. Bu düşüş bizim çalışmamızda da aynı seviyede gerçekleşmiştir. Ortama eklenen inorganik azot miktarı %100'den %50 ve 0'a düşürüldüğünde bitki başına düşen sürgün biyokütlesi sırası ile 191.7 g, 107.4 g, 43.2 g'a düşmüştür.

Fasulye ile *Rhizobium* simbiyotik ilişkisinin fosfor elementiyle bağlantılı olabileceği, nodülde bulunan fosfat ve fitaz aktivitesinin nodül nitrojen fiksasyonu üzerine etkide bulunabileceği ifade edilmiştir (Mandri ve ark., 2012). Bu bulgular ışığında ileride yapılarak çalışmalarda nodülde biriken farklı element ve enzimlerin nodülasyon üzerine etkisinin incelenmesi faydalı olacaktır.

İnorganik azot ilave edilmeyen gruptaki bitkilerin gelişim gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni tohum besisi dokusunda ve molibdik asit muhteviyatında yer alan azot ve azotlu bileşenlerden ileri gelmesi mümkündür (Corke ve Atsmon, 1988).

Rhizobium ile enfekte edilen bitkilerin; bitki boyu, gövde yaş ve gövde kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır. Bitki gelişim başlangıcında ilave edilen besin maddesi stoğu bitkiler tarafından tüketildiğinde, bakteri içeren grupta simbiyotik azot fiksasyonu ile serbest azotun bitkiye aktarılması devam etmektedir. Ancak azot içermeyen deneme gruplarının, *Rhizobium* ile inoküle edilmiş olsa dahi incelenen kök ve gövde uzunluğu dışındaki parametreler bakımından verimlerinin aynı olduğu görülmektedir ($p>0.05$). Bu durum *Rhizobium* bakterisinin azot bağlayabilmesi için başlangıçta azot ihtiyacına gerek duyduğu, azot içermeyen ortamdaki *Rhizobium* bakterilerinin azot bağlamada başarısız kaldığı görülmektedir (Ntambo ve ark., 2017).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada *Rhizobium* bakterisinin fasulye bitkisinin biyokütle verimi üzerine etkisi incelenmiştir. *Rhizobium* bakterisinin ortama sağladığı biyolojik azot dışındaki diğer besin maddelerinin etkisi bu nedenle göz ardı edilmiştir. Eğer deneme sürecinde eksilen ilave besin madde takviye edilseydi *Rhizobium* etkisi ile gerçekleşecek farklılığın belirlenmesi mümkün olmayacaktır. Farklı çalışmalarda bitki besin maddelerin simbiyosis üzerine etkisinin incelenmesi önemli sonuçlar ortaya koyabilecektir.

Çalışmada yapay aydınlatmalı *in vitro* ortam koşullarında bulunan perlit kültüründe yetiştirilen fasulye bitkisine *Rhizobium tropici* aşılamaıyla, havanın serbest azotunun bitkilere fiksasyonu mümkün olmuştur. Fasulye bitkisine *Rhizobium* aşılmasıyla bitki boyu, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından daha üstün duruma ulaştıkları tespit edilmiştir. Azot içermeyen ortamda *Rhizobium tropici* bakterisinin inokülasyonu gerçekleşmiş olsa da bakteri tarafından bitkiye sağlanan azot miktarının yetersiz olduğu görülmektedir. Baklagil ile *Rhizobium*'un simbiyotik ilişkisinden faydalanabilmek ve bakterinin bitkiye etkin azot bağlayabilmesi için azotlu gübrenin besleme programına eklenmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2017-1094

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Asri, F.O., 2010. Topraksız tarım. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Yayın Dairesi Başkanlığı. Yayın No:59, 36s.
- Benton, J. J., 2005. Hydroponics a practical guide for the soilless grower. Second Edition, CRC Press, 423 p.
- Corke, H., Atsmon, D., 1988. Effect of nitrogen nutrition on endosperm protein synthesis in wild and cultivated barley grown in spike culture. Plant Physiol. 87(2): 523-528.

- Çiftçi, C.Y., 2004. Dünya’da ve Türkiye’de yemeklik tane baklagiller tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi, No: 5 Kızılay/Ankara, 200 s.
- Dubey P, Kumar V, Ponnusamy K, Sonwani R, Singh AK, Suyal DC, Soni R (2020) Microbe assisted plant stress management. In: De Mandal S, Bhatt P (eds) The recent advancements in microbial diversity, 1st edn. Academic Press, Cambridge, MA, 351–378 p.
- Hershey, D.R., 1994. Solution culture hydroponics: history and inexpensive equipment. The American Biology Teacher. 56(2): 111-118.
- Hoagland, D.R., Arnon D.I., 1950. The Waterculture method for growing plants without soil. California Agriculture Experiment Station Circular, 347 p.
- Kontopoulou, C.K., Liasis, E., Iannetta, P.P.M., Tampakakia, A., Savvas, D., 2017. Impact of rhizobial inoculation and reduced N supply on biomass production and biological N₂ fixation in common bean grown hydroponically. J. Sci. Food Agric. 97: 4353–4361.
- Mandri, B., Drevon, J.J., Bargaz, A., Oufdou, K., Faghire, M., Plassard, C., 2012. Interactions between common bean genotypes and rhizobia strains isolated from Moroccan soils for growth, phosphatase and phytase activities under phosphorus deficiency conditions. Journal of Plant Nutrition. 35(10): 1477-1490.
- Ntambo, M.S., Chilinda, I.S., Taruvinga, A., Hafeez, S., Anwar, T., Sharif, R., Chambi, C., Kies, L., 2017. The effect of *Rhizobium* inoculation with nitrogen fertilizer on growth and yield of soybeans (*Glycine Max* L.). International Journal of Biosciences. 10(3): 163-172.
- Özdemir, S., 2002. Yemeklik baklagiller. Hasad Yayıncılık, Kadıköy-İstanbul. 223 s.
- Öztekin, G.B., 2002. Kapalı sistem topraksız fasulye yetiştiriciliğinde farklı besin eriyiklerinin verim üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 112 s.
- Paradiso, R., Buonomo, R., Dixon, M.A., Barbieri, G., De Pascale, S., 2015. Effect of bacterial root symbiosis and urea source of nitrogen on performance of soybean plants grown hydroponically for bioregenerative life support systems (BLSSS). Frontier Science Open Access. 888(6): 1-12.
- Sevgican, A., 2003. Örtüaltı sebzeçiliği (Topraksız Tarım) (2. Baskı). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 526, Ege Üniversitesi Basımevi: Bornova İzmir. 168 s.
- Türkmen O.S. Özçelik F. Nizam Ö., Baytekin H., 2016. Fasulye kültüründe azotun *rhizobium* bakterisi nodülasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25 (Özel sayı-1): 201-205.
- Vadez, V., Drevon, J.J., 2001. Genotypic variability in phosphorus use efficiency for symbiotic N₂ fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Agronomie. 21: 691–699.
- Varış, S., 1998. Sera sebzelerinin perlit doldurulmuş torbalarda topraksız yetiştirilmesi (3. Baskı). Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları. No:128. 15s.

Research Article

Determining the Irrigation Performance of Solar Panels Operating with a Sun Tracking System

Muzaffer Yücel^{1*} 

Murat Yıldırım² 

Umut Mucan² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Çan Vocational School, Department of Electricity and Energy, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Agriculture Structure and Irrigation Department, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: muzaffer@comu.edu.tr

Received Date: 13.03.2023

Accepted Date: 14.07.2023

Abstract

In the study, utilizing the relationship established between plant water consumption and solar radiation, an irrigation system was attempted to be automated through a Programmable Logic Control (PLC) controlled program for tomato plants grown in an open field. The system has obtained its required energy through solar panels, utilizing solar energy as its power source. The performance of the system has been attempted to be evaluated through the yield and quality parameters of the cultivated plants by yield, mean fruit weight and width, titratable acidity, total solids, pH, leaves (fresh+dry) weights, stem (fresh+dry) weights, leaf area, plant height. The PV panels used in the system were equipped with a solar tracking system to pump more water at a lower cost. This has led to an increase in the efficiency of the panels.

The solar radiation values obtained with a pyranometer sensor during irrigation were processed through the software written in the PLC's memory. The amount of water consumed by the plant the next day was calculated, and it was attempted to be automatically supplied to the plant's root zone at 10:00 am. The system has been made continuous by being controlled with automation and SCADA. The development of the plants, temperature, humidity, and radiation levels were measured, and the system's irrigation performance was determined according to the moisture level change in the soil.

Keywords: Irrigation, Irrigation Automation, Solar Radiation, Programmable Logic Controller

Güneş Takip Sistemli Solar Panellerinin Sulamadaki Performansının Belirlenmesi

Öz

Bitki su tüketimi ile solar radyasyon arasında kurulan ilişkiden yararlanarak, yazılan program dahilinde Programlanabilir Logic Kontrol (PLC) aracılığıyla açık alanda yetirilen domates bitkisinde sulama otomatik olarak yaptırılmaya çalışılmıştır. Sistem, kullandığı enerjiyi solar paneller aracılığıyla sağlayarak gerekli enerji güneşten sağlanmıştır. Sistemin performansı yetiştirilen bitkilerin verim ve kalite parametreleri; verim, ortalama meyve ağırlığı ve genişliği, titre edilebilir asit, kuru madde, pH, gövde ve yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı elde edilmiştir. Buradaki PV paneller güneş takip sistemi ile donatılarak düşük maliyet ile daha fazla su pompalanmış ve bu şekilde panellerin veriminin artması sağlanmıştır.

Sulamada pyronometre sensörü ile elde edilen solar radyasyon değerleri PLC'nin hafızasında yazılan yazılım sayesinde işlenerek bir ertesi gün bitkinin tükettiği su miktarı hesaplanıp, saat 10.00'da otomatik olarak bitki kök bölgesine verilmiştir. Oluşturulan sistem otomasyon ve Scada ile kontrol edilerek süreklilik kazandırılmıştır. Bitkilerin gelişimi, sıcaklık, nem değerleri, radyasyon miktarı ölçülmüş ve bu değerlerle sistemin sulama uygulama performansı topraktaki nem değişimine göre belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulama, Sulama Otomasyonu, Solar Radyasyon, Programlanabilir mikroişlemci

Introduction

In one-way, agricultural practices and machinery continue to advance on the other hand the energy demand in agriculture is also increasing. This includes energy used for irrigation, crop drying and processing, as well as powering farm machinery and equipment. The use of renewable energy

sources such as solar, wind, and biomass can help to reduce the reliance on fossil fuels in agriculture and promote more sustainable practices. Due to the increase in energy costs in today's world, the use of alternative energy sources is being considered in agriculture, as in many other sectors so that some studies are being conducted on the use of alternative energy and solar energy is the most widely used alternative energy source in agriculture in recent times. The average efficiency of solar panels that convert solar energy into electricity is around 20%, and to achieve higher efficiency, it is important to ensure that the sunlight is perpendicular to the panel. Our world, which is increasingly polluted by fossil fuels in energy production, has entered an irreversible state of pollution. However, with the development of technologies, the efficiency values of the energy produced have also increased, in addition to the diversity of alternative energy sources. The production and installation of PV panels for solar energy are rapidly increasing, and the energy production values of the panels also vary. However, it is possible to increase the efficiency of the panels with different methods and techniques. One of these methods is to ensure that the sunlight is perpendicular to the panels from sunrise to sunset throughout the day. Many scientific studies are being conducted to increase irrigation efficiency in automatic irrigation systems.

Shull and Dylla (1980) used gypsum blocks as sensors in sprinkler irrigation systems and enabled the system to operate automatically based on the information obtained from the sensors. Frankovitch and Sarich (1991) attempted to control the operating time of the pump in an irrigation system by using an electronic switch. It is possible to see that highly complex technologies have been developed in recent times for delivering irrigation water to the plant root zone, but the number of producers using these technologies is extremely limited. Therefore, many researchers are trying to develop simple automatic irrigation systems that can be used by many producers. Caceres et al. (2007) developed a "control tray" that controls the irrigation system in greenhouses. This system consists of a sensor that detects the water level and a relay that activates the pump, making it a very simple system. Yıldırım and Demirel (2011) provided irrigation automation by using a sensor that detects the moisture level in the soil and a processor that controls the activation of the relays. Yıldırım et al. (2016) suggested that there is a strong relationship between solar radiation and evaporation, and this relationship can be utilized to automate irrigation systems.

In this study, a prototype of automatic irrigation system was developed using the relationship between plant water consumption and solar radiation to automatically activate the irrigation system. Therefore, this event can prevent the wastage of energy and water.

Material and Methods

This study was established in May 2022 in the Dardanellas Research Center of Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture. The area is located at 40.08 N latitude, 28.20 E longitude, and 3 m above sea level.

Irrigation system and Plant Growth Medium

The irrigation system established in the experiment is given in Figure 1. PLC has been used in the control mechanism. The irrigation system has a submersible pump flow rate of 2 m³ h⁻¹ and a manometric height of 64m. The outlet of the pump is connected to the main pipe with a socket that is joined to a plastic hose with a diameter of 1" and a main pipe with a diameter of Ø 63, and the water is conveyed from the main pipe to Ø16 PE lateral pipes and then given to the plant root zone with drippers that have a discharge of 4 L h⁻¹.

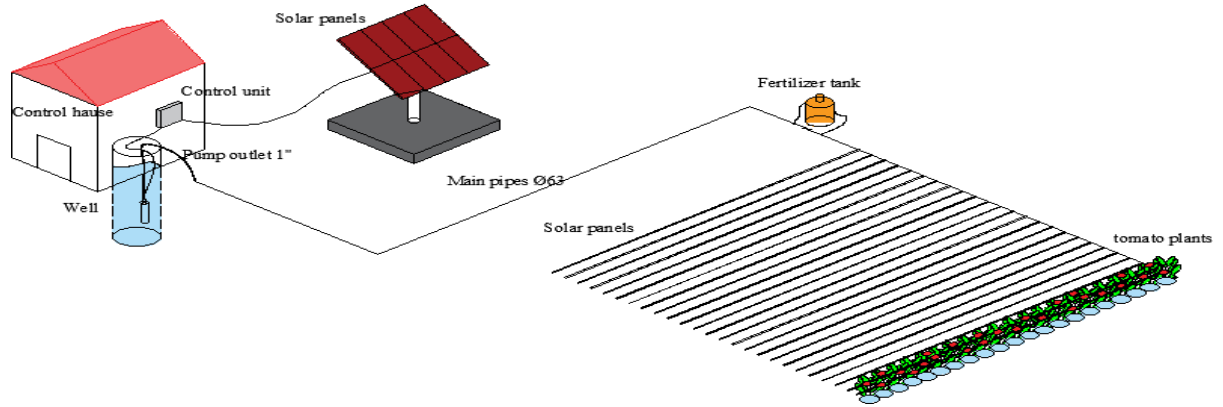


Figure 1. Field application of the drip irrigation system powered by solar panels.

In this study, irrigation applications were carried out through PLC by obtaining cumulative evaporation (mm) values corresponding to cumulative solar radiation ($W\ m^{-2}$) values, determined based on equations given by Yildirim et al. (2016) established between solar radiation and plant water consumption on a monthly basis.

The PLC, submersible pump, and pyranometer sensor used in the experiment were placed at the site, and the solar panels carrying system was installed on the experimental site at Dardanellas, as shown in Figure 2.

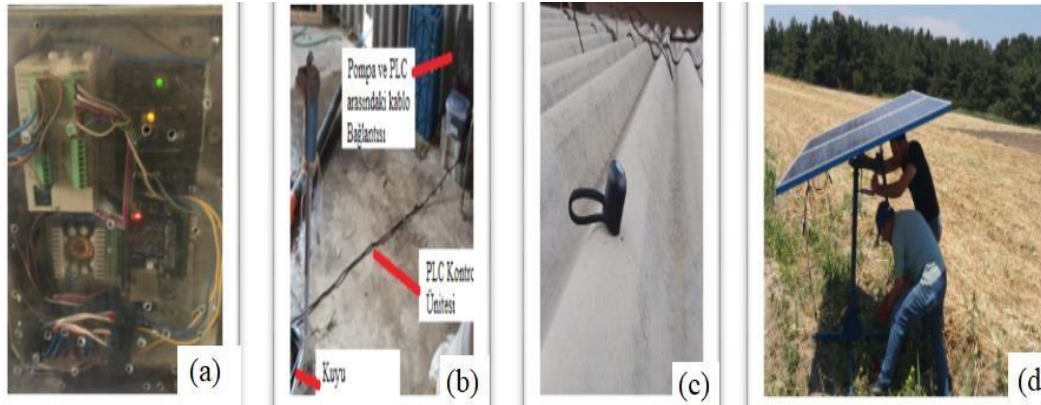


Figure 2. Irrigation automation: a) PLC, b) Connection between PLC and submersible pump, c) Pyranometer sensor, d) Solar panels.

After the necessary software and hardware connections were made for the PLC control unit that enables the automatic control of the irrigation system, the submersible pump was placed inside the control house to avoid being affected by possible precipitation or adverse conditions and also the pyranometer sensor was placed on the roof of the control house and connected to the analog input of the PLC via cable. The solar panels that will supply energy to the system were placed in a shaded-free area close to the control house, which is near the PLC control unit.

The physical and chemical properties of the soil in the area where plant production is carried out were obtained from a previous study conducted at the same location. The soil contains 1% organic matter, has a pH of 7.92, an electrical conductivity (EC) of $0.415\ dS\ m^{-1}$, a field capacity of 34.4%, and a wilting point of 19.1% Yildirim and Bahar (2017). Soil preparation and pipe placement at the experimental site were carried out between May 10th and May 15th, 2022. Three different plots were created at the experimental site, each with dimensions of $2.8 \times 10\ m$ and a distance of 2 m between each plot. Samples were taken from the middle rows of each plot. For the experiment, table tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) were grown with a planting distance of $70 \times 33\ cm$ between each plant (Figure 3).

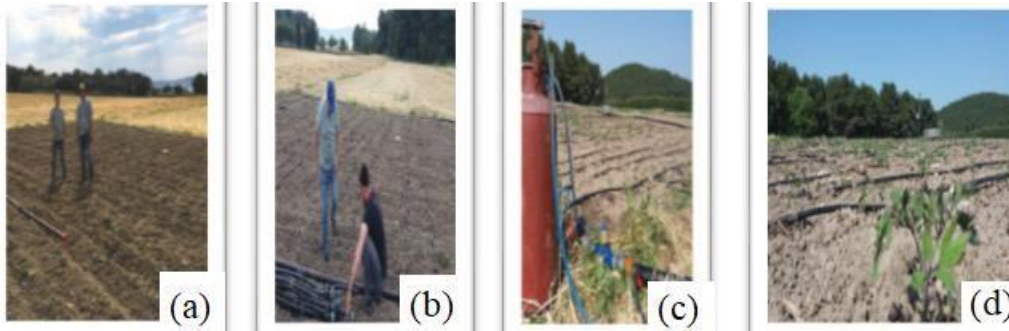


Figure3. Irrigation layout a) land preparation b) main pipes construction c) Fertigation tank and lateral pipes d) tomato seedlings and irrigation

Tomato seedlings were transplanted into the experimental area after land preparation was completed on May 18, 2022. The initial irrigation was provided by the pump located in the field.

The changes in the angle of incidence of sunlight on Earth throughout the year are due to the Earth's orbit around the Sun. These changes in angle cause the seasons to change at different times of the year. During the summer season in the Northern Hemisphere, the Northern Hemisphere receives more direct sunlight because the Earth's axis is tilted towards the Sun. This results in longer days and shorter nights in the Northern Hemisphere. Conversely, during the winter season in the Northern Hemisphere, the Northern Hemisphere receives less direct sunlight because the Earth's axis is tilted away from the Sun. This results in shorter days and longer nights in the Northern Hemisphere. Therefore, A sundial is a device that uses the position of the sun to reflect the time. Solar clocks have been developed and used in history by utilizing the solar angles based on the position of the sun at different time intervals. The sun clock established by the Faculty of Agriculture of Çanakkale Onsekiz Mart University can be seen in the Figure 4a.

The sun tracking systems in irrigation systems powered by solar panels provides an important advantage. Therefore, in this study, solar panels were moved according to the sunlight at different times.

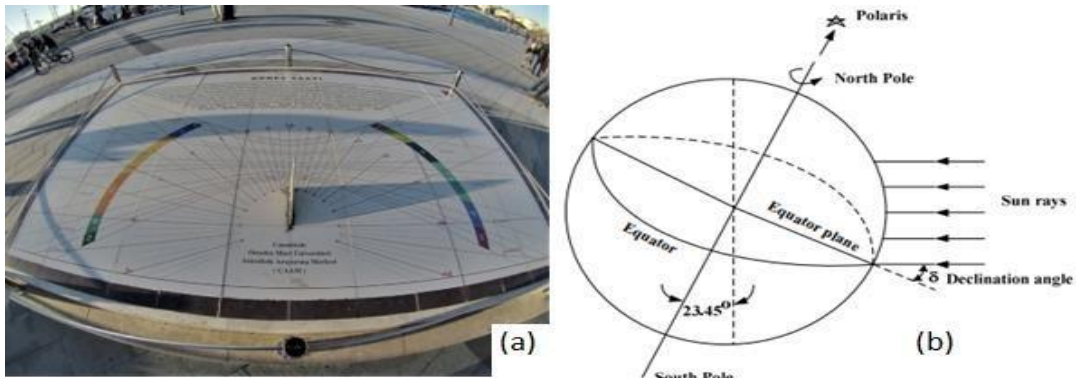


Figure4. The sundial application (a) (Çanakkale) and variation of solar declination angle(b) (Declination angle). (b was taken from Karanfil et al., 2015)

Latitude(θ), Declination(δ) and Hour Angles(ω)

The shape of the Earth being an ellipsoid and the sun's rays not always hitting the equator at right angles while revolving around the sun. The sun only comes at a right angle twice a year during the year, varying between $-90^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$ and passing through the equator. This is shown in the Figure 4b. Turkey is located at 36° - 42° north latitude and at 26° - 45° east longitude (Bakirci, 2012). Declination angle (δ) is the angle between the sun lights and equator plane. Looking at the solar declination angle values with respect to the center of the Earth in Figure 4b, when the northern hemisphere is considered positive and the southern hemisphere is considered negative, it can be

observed that the angle values fall between -23.45° and 23.45° (Duffie and Beckman, 2013). The equation (1) shows the calculation of the declination angle on any given day of the year, where the value of n is the number of days from January 1st (Kentli. and Yılmaz, 2012).

$$\delta = 23,45 \sin\left(\frac{360.(284+n)}{365}\right)^\circ \quad (1)$$

Hour angle (ω) is the angle between the longitude of sun lights and the longitude of the location. The angle before noon is minus (-) and after noon is plus (+) and is zero (0) at noon. However, this is not the case for local time. For example, if we take the summer months in Çanakkale region, the time when the sun is directly overhead is around 1:00 pm. This situation is related to the local time we use. Equation (2) is given below. Assuming one full rotation is equal to 360 degrees, the angle of incoming sunlight moves through a 15-degree increment in one hour (Okundamiya M. S. , et al 2011).

$$\omega = 15.(GS - 12) \quad (2)$$

Sunset angle (GB°), When looking at the sundial, noon time when the sun is exactly overhead is considered as zero, and the angle value that the sun has scanned until sunset is called the setting angle, and its symmetry represents the rising angle. This angle is given in equation (3). The working principle of solar tracking panels is given in Figure 5.

$$GB^\circ = \cos^{-1}(-\tan(\delta)\tan(\varphi)) \quad (3)$$

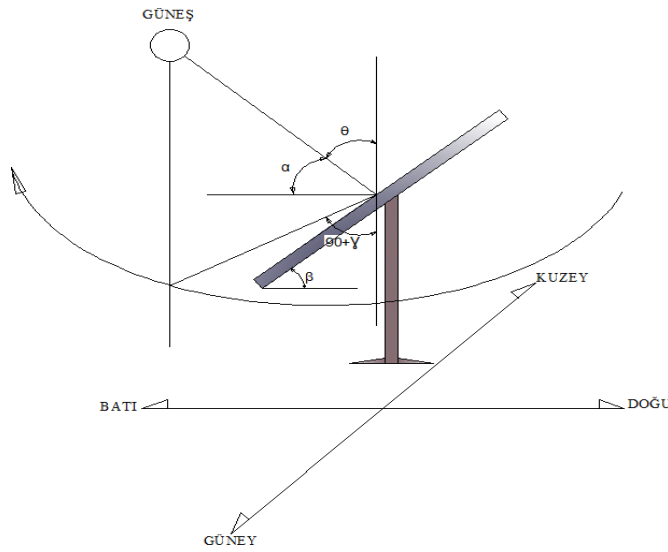


Figure 5. The control of the tracking angles of solar panels with tracking systems.

Zenith (θ) and Azimuth (γ) Angles

Zenith angle (θ) is the angle between the line to the sun and the vertical axis. In the calculation of the angle values shown in Figure 5, equations (4), (5), (6), and (7) are used (Ourraoui I, et al.2022).

$$\cos \theta = \sin \varphi \sin \delta + \cos \delta \cos \omega \quad (4)$$

$$\alpha = \sin^{-1}[\cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \sin \delta \sin \varphi] \quad (5)$$

θ = Zenitangle,

δ = Declination angle ,

ϕ = Latitude angle,
 ω = Hour angle
 $\theta = 90-\alpha$,
 α : Sun elevation angle

$$\theta = \cos^{-1}[\text{Cos}(\delta) \text{Cos}(\phi-\beta) \text{Cos}(\omega) + \text{Sin}(\delta) \text{Sin}(\phi-\beta)] \tag{6}$$

β = The angle of inclination that is considered with respect to the horizontal plane.,
 δ = Declination angle ,
 γ = Azimuth angle,
 ω = Hour angle
 ϕ = Latitude angle,

Azimuth angle (γ) is the angle between the north or south position of the sun and the direct solar radiation and this angle is assumed to be negative (-) from south to east and to be positive (+) from south to west. (γ) is 180° at noon. Azimuth angle is calculated by the following equation (7) given below (Ourraoui I, et al.2022).

$$\gamma = \sin^{-1}\left[\frac{\text{Cos}(\delta)\text{Sin}(\omega)}{\text{Cos}(\alpha)}\right] \tag{7}$$

Software

The purpose of installing a sun tracking system is to increase the energy efficiency of solar panels, which typically varies in the range of 20-25%. By ensuring that the sunlight falls perpendicularly on the panels throughout the day, the system can provide an additional efficiency increase of up to 30% on top of the current efficiency.

PLC (Programmable Logic Controller) has been used as the microcontroller. PLCs are preferred in industrial automation due to their low probability of failure and their resistance to electromagnetic noise. In the project, a PLC model (Delta 14SS2) was chosen, and an analog module (dvp-06xa) with a 12-bit resolution was also used. The program used for the Delta PLC program is "ISP Soft." A part of the program is shown in Figure 6a-b.

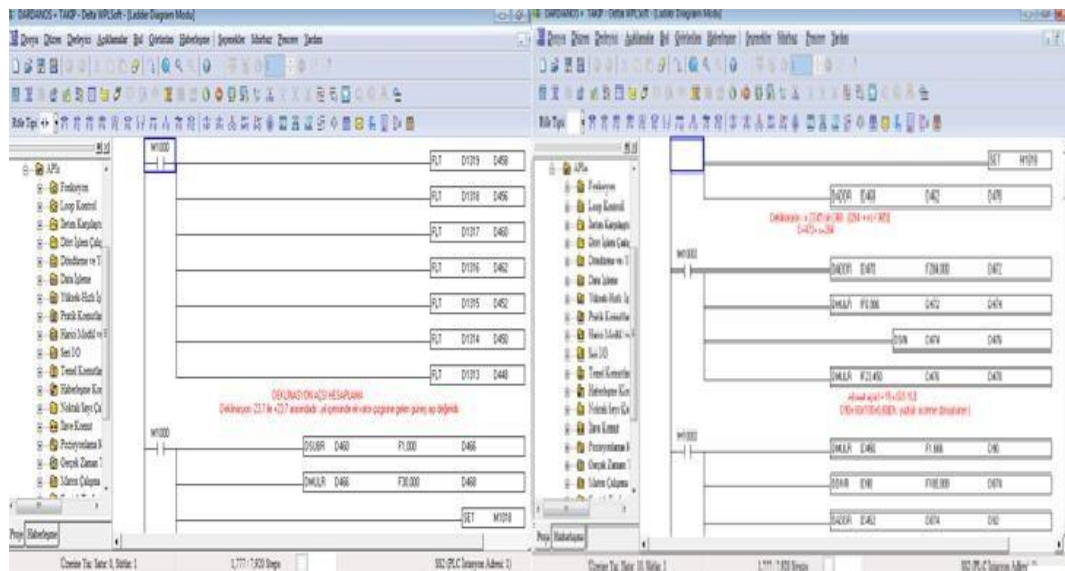


Figure 6. A part of the declination (a) and hour angle (b) calculation program made with Delta PLC "WPL Soft" program.

The microcontroller (PLC) program was used to calculate the angle of incidence of sunlight on the solar panels based on the latitude and longitude of the location where the panels are located, as well as the date, time, and minute. This ensured that the solar panels were oriented perpendicular to

the incoming sunlight using the calculated angle values. In Figure 7b uses local time as the time zone used in the calculation of the angle at which the incoming sunlight reaches the location of the panels. In the calculation of local time, equation (2) was used to convert the real-time clock value to local time using PLC. In Figure 7, in addition to calculating the angle of incidence of the sunlight, an automatic irrigation system has been designed for the agricultural land in the Dardanellas area by considering radiation values and plant water consumption amounts. According to this design, a PLC program has been written and the flow diagram of the program is given in Figure 8.

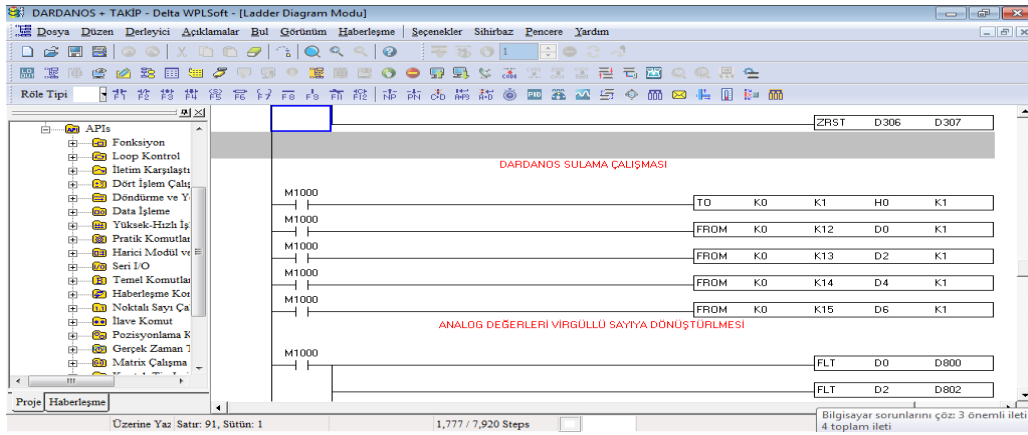


Figure 7. A part of the Dardanellas irrigation automation program made with Delta PLC "WPL Soft" program.

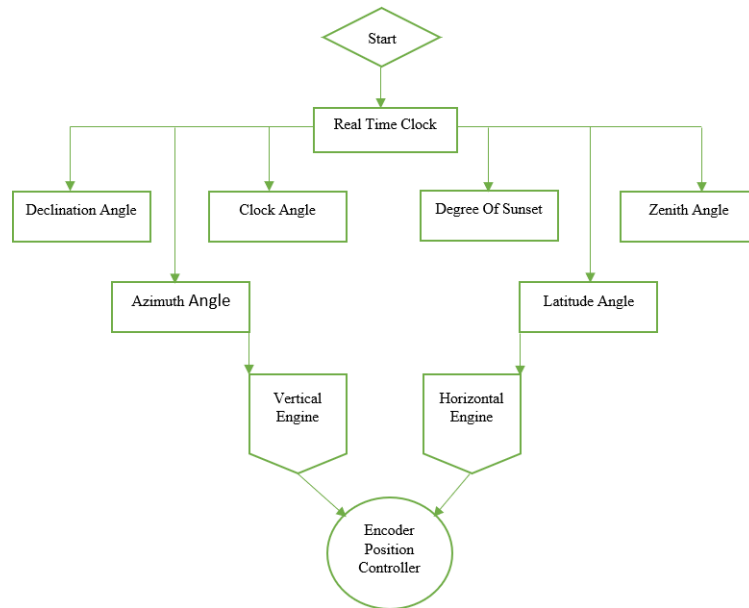


Figure 8. Flow diagram using Delta PLC "WPL soft".

The PLC program in the flow diagram shown in Figure 8 was designed using the given formulas to calculate the solar incidence angles based on real-time and date values. After the calculations, the vertical and horizontal motors were moved to position the PV panels at the angle they should be according to the calculation.

Results and Discussions

In the study, the irrigation program was calculated daily based on the solar radiation values determined by Yıldırım et al. (2015), and the calculated amount of irrigation water was applied to the system the next day at 10.00 am by triggering the pump. Furthermore, the evapotranspiration values, which consisted of class A pan, were measured and recorded together with the parameters of temperature, humidity, and pyranometer sensors of the HOBO U12 device at the site. The temperature,

humidity, solar radiation, and photosynthetically active radiation (PAR) measurements obtained from the field are given in Figure 9. PAR values were calculated according to Kara and Yıldırım (2015).

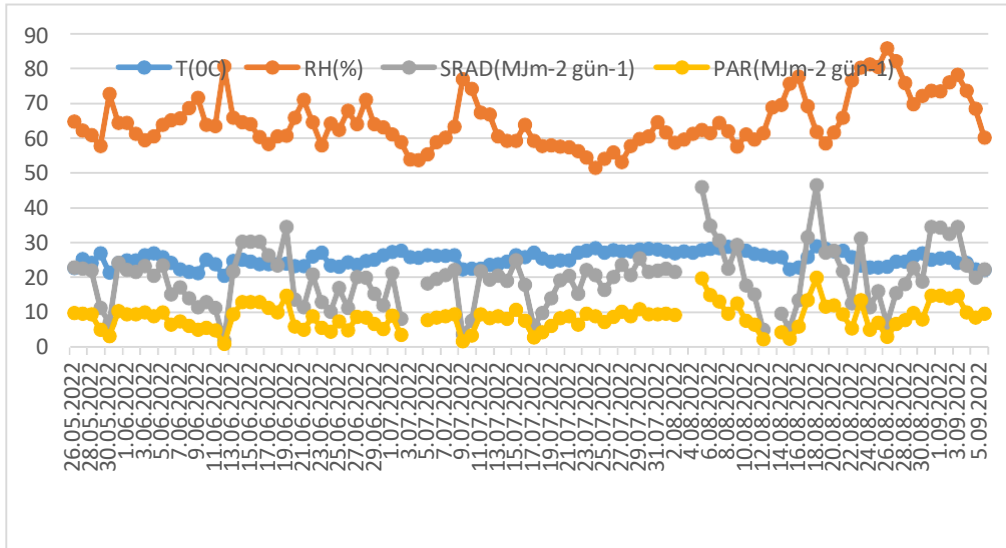


Figure 9. The temperature, humidity, solar radiation (SRAD), and photosynthetic active radiation (PAR) values at the site

During the May-August period in the experimental area where crop production was carried out, the average temperature varied between 20-30°C. The solar radiation values were around 20 MJ m-2 day-1 in July and August, however, on August 22-24, an excessive amount of rain occurred. On August 22, there was a hail along with the rain. Due to the rainy and cloudy weather conditions that lasted for 4 days, various diseases, especially mildew, caused significant losses in plant and yield, and as a result, plant sampling could not be performed and no yield was obtained after this date. On August 22, when the rain started, the temperature was recorded as 22.9°C, the humidity was 81%, and the incoming radiation was measured as 11.5 MJ m-2 day-1.

The irrigation automation system was installed and activated on June 16th. The system was operated as a closed loop thanks to the software stored in the PLC memory. Soil moisture values were determined both by Aqua-pro soil moisture meter and gravimetrically during the operation of the system. The changes in soil moisture according to the irrigation performed by the irrigation system are given in Figure 10. When the soil moisture dropped to 31.1% on July 4th according to the soil moisture measurements, irrigation was applied for the duration determined by the system, and the soil moisture was brought back to field capacity level. Daily irrigations were performed based on the solar radiation value of the previous day, ensuring that they were carried out at 10:00 am every day. On July 8th, it was observed that the current soil moisture level had dropped to 31.1%, and the system provided irrigation to bring it back to field capacity level, as determined by subsequent soil moisture measurements. The system was observed to irrigate on July 12th when the soil moisture level dropped by 33.4% and on July 16th when it reached a level of 31.5%, bringing the soil moisture back to field capacity. As seen, irrigation was started when about 20% of the soil moisture was depleted until July 16th. The basic principle of drip irrigation system, which is to irrigate little but often, was successfully implemented. The system has successfully carried out the irrigation according to the defined software until July 16th. The plant growth between May 18th and July 20th is visually presented in Figure 11. As seen from the Figure 11, tomato seedlings have continued their development normally thanks to the irrigation performed by the system.

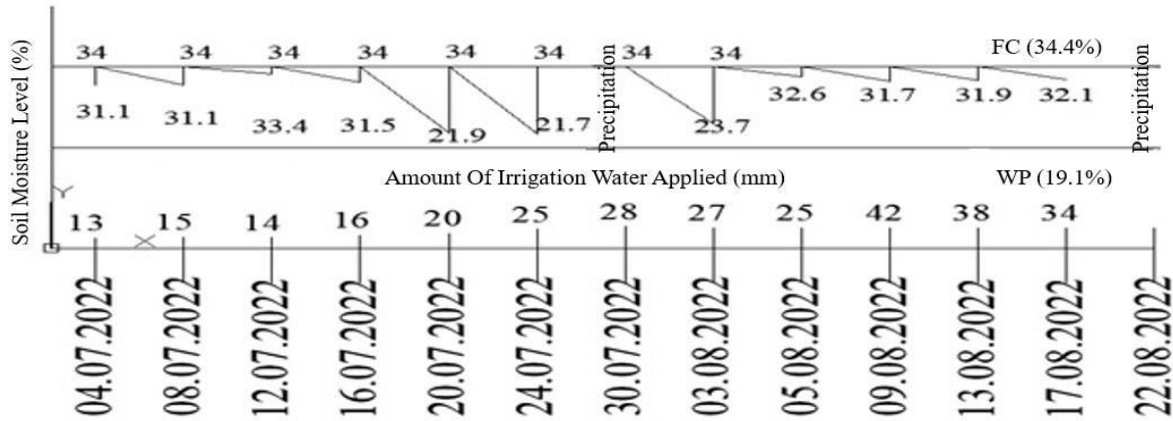


Figure10. The performance of the automatic irrigation system.



Figure 11. Plant development during (a) transplanting to field (May 18) and (b) completion of vegetative growth (July 20).

The system continued to operate between July 20th and July 24th, but it was observed that the soil moisture values indicated by the soil moisture measurements decreased to 21.9% and 21.7% respectively. In drip irrigation, plants that are sensitive to water stress and moisture should not be allowed to drop more than 50% of the whole soil moisture, otherwise yield losses due to water stress may occur in the plants. Therefore, the fact that the soil moisture has fallen below the value of 26.7%, which represents the 50% limit of the available soil moisture, indicates that the plant is under a water stress caused by irrigation. During these dates, the average temperature was 24.9°C, the humidity was 57.2%, and the Class A pan evaporation was 48 mm between July 16th and July 20th and 56 mm between July 20th and July 24th. It can be seen that the moisture deficit is high and the amount of evaporation is high, indicating that plant water consumption is high due to the high evapotranspiration demand and low soil moisture content.

For these reasons, it has been determined that the soil moisture level has consumed more than 50% of the available moisture and was measured as 21.9% and 21.7% in the soil. On both dates, the irrigation carried out by the system has brought the soil moisture back to field capacity level. Therefore, the system has shown significant success in determining the irrigation duration. Although the system has brought the soil moisture to the field capacity level on these dates, the decrease in moisture to these levels raises the possibility of developing stress in the plant.

The system was not operational between July 24th and July 30th due to rainfall, and then it was manually operated on July 30th to bring the soil moisture to field capacity level. The system continued with closed-loop irrigation after that. According to the soil moisture measurement conducted on August 3, the current soil moisture value was determined as 23.7%, and it was observed that it fell below the 50% limit value of the available soil moisture, which is 26.7%. This situation indicates that using the system on a large scale can cause water stress in plants and may result in certain losses in crop yield. The system worked successfully between August 3 and August 17, and the soil moisture values were around 31-32%, which means that approximately 19% of the available soil moisture was consumed. This indicates that there was no water stress in the plants. It is observed that the automatic irrigation process of the system was highly successful in promoting plant growth during the dry period. During experiment dates, irrigation was carried out for approximately 50 decars (da) (1 da=1000 m²) from the same well in the Dardanellas Research Center.

The system's performance was successfully maintained until the last week of August. The reason why the agricultural production season could not be sustained until the end is that only one available well with a very low capacity of approximately 3-4 m³ was used in the agricultural production activities carried out in an area of about 50 da. It is not possible to carry out irrigated crop production in all areas with this water source, as the well has a very low capacity of approximately 3-4 m³ and it is used for the crop production activities in approximately 50 da of land. During the months when our experiment was carried out, there were problems with the water source due to irrigation of an area exceeding the capacity within the area where the experiment was conducted. Due to excessive watering of other areas, there was not enough water left in the well, and our system automatically turning on and off, caused the pump to operate in a dry environment since the water level in the well was 1 m above the bottom where our pump was located. As the system's operation in this way could damage the pump, the irrigation process was continued manually until September 15 with the pump according to the water level in the well. Due to the excessive rain that occurred between August 20th, and the closed weather conditions, diseases such as mildew and powdery mildew appeared on the tomatoes. As a result, the tomato fruits could not be harvested after this date, causing a significant loss in yield. The values related to the vegetative growth and fruit yield of the plant, determined by the samples taken and the harvest before this date, are given in Table 1 and 2.

Upon examining the tables, it can be seen that the vegetative growth parameters of the plant, such as leaf and stem weight, reached 1280 g, and leaf area values reached up to 3992 cm², indicating that the plant growth parameters were very healthy. This shows that the system was successful in irrigation. These values obtained show a good agreement with the values given in Yıldırım and Bahar (2017).

Table 1. Some physical parameters of tomato plants

Dates (2022)	Leaves weight (g plant-1)		Stem (g plant-1)		Leaf area (cm ²)	Plant height(cm)
	Fresh	Dry	Fresh	Dry		
18.05	1.72	0.14	18.7	2.8	82.5	15
04.07	26.2	4.12	42.2	4.94	221.1	64
03.08	550	93.5	500	84.9	3842	75
16.08	650	111	630	107	3992	82

According to the values given in Table 2, the fruit weight has reached up to 136.4 g, and the plot yield values were 52 kg plot-1 on August 2 and 69 kg plot-1 on August 16. After this date, although there was a significant yield on the plant, no yield could be obtained after the period of rain that occurred between August 20-24 and the weather being cloudy for four days, which caused significant diseases to develop in both the fruit and the plant. The irrigation system produced a yield of 5042 kg da-1. Unfavourable weather conditions during the last harvest resulted in a yield that was well below than the the average obtained before research studies. Excessive rain, low temperatures, high humidity, and cloudy weather for four days affected the quality and quantity of the crop and the unfavourable weather conditions prevented the last crop from being harvested.

Table 2. Fruit quality parameters

Dates (2022)	Fruit weight(g)	With (cm)	Length (cm)	Titrateable acidity (%)	Total solids (%)	PH	Yield (kgplot-1)
02.08	114.3	58.6	56.7	6.6	5.0	4.7	52
16.08	136.4	65.2	63.9	7.6	5.6	5.3	69

The physical development of the tomato plant under the field conditions during the harvest on August 16 is given in Figure 12a-c.

It can be seen from Figures 12 a-b that the plant development was perfectly normal as a result of the irrigation performed by the system, As can be seen in Figure 12-c, after the rain that occurred between August 20-24, the tomato plants dried up and there was rot in the tomato fruits.



Figure 12. General view of the plants under field conditions (a-b) on August 16, 2022, and (c) after August 24, 2022.

Conclusion

When monitoring the performance of the automatic irrigation system, it was observed that it exhibited successful performance during the plant growth period. However, during the fruit development period, it was seen as an important factor that negatively affected the system performance when it started irrigating after more than 50% of the available soil moisture was consumed. Another important shortcoming of the system was evaluated as not taking into account the amount of rainfall during irrigation, even in rainy weather conditions. This was considered an important deficiency that affected the system's performance negatively. Furthermore, it is necessary to have a control system that detects the water level and disables the pump when the well water level falls below the pump level. Additionally, the relationship between solar radiation and evapotranspiration in the software controlling the system between July 16 and August 3 needs to be reviewed again, and calibration may be necessary. This has highlighted the necessity of performing calibration on the system.

This result has shown the importance of obtaining calibration values in the long term in software controlling the operation of automatic systems. Developing the software in this direction will increase the system performance and will be an important step towards further improvement of the system. Furthermore, this study can be considered as a pioneering study that can lead further research in this field studies.

Acknowledgements

The authors are grateful for the financing of the study to Scientific Support Program of Çanakkale Onsekiz Mart University in Türkiye, Research Project Reference No: FBA-2021-2496. I also like to thank the Çanakkale Onsekiz Mart Agricultural Experiment Station for their assistance of this research.

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.

References

- Bakirci, K., 2012. General models for optimum tilt angles of solar panels: Turkey case study, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 18(8): 6149-6159.
- Caceres, R., Casadesus, J., Marfa, O. 2007. Adaptation of an automatic irrigation-control tray system for outdoor nurseries. *BiosysEng*. 96(3): 419-425.
- Frankovitch, Dj., Sarich Ji., 1991. Automation plant watering system. Canadian Patent application. 16 p.
- J. Duffle. A., Beckman W. A., 2013. *Solar Engineering of Thermal Processes*. Solar Energy Laboratory University of Wisconsin-Madison.
- Kara, O.H., Yildirim, M., 2015. Water and radiation use efficiencies of pepper (*Capsicumannuum L. cv. Carliston*). *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*. 2(2A): 87–93.
- Karafil, A., Ozbay, H. Kesler, M., Parmaksiz,H., 2015. Calculation of optimum fixed tilt angle of PV panels depending on solar angles and comparison of the results with experimental study conducted in summer in Bilecik, Turkey, Conference Paper, November.
- Kentli, F., Yılmaz, M., 2012. Obtaining the optimum efficiency electrical energy under Diyarbakir conditions using solar Tracking system involving PV panel. *Energy Education Science and Technology*. A(SI): 613-620.
- Okundamiya M. S. , Nzeako A. N., 2011. Empirical model for estimating global solar radiation on horizontal surfaces for selected cities in the six geopolitical zones in Nigeria. *Journal of Control Science and Engineering*.11: 356405
- Ourraoui, I., Ahaitouf, A., 2022. Investigation of the feasibility and potential use of sun tracking solutions for concentrated photovoltaic case study fez Morocco, Metz-Grand Est, France. *energy reports*. 8(9): 1412-1425.
- Shull, H., Dylla, As., 1980. Irrigation automation with a soil moisture sensing system. *Trans ASAE* 23: 649-652.
- Yıldırım, M., Demirel, M., 2011. An automated drip irrigation system based on soil electrical conductivity. *Philipp. Agric. Scientist*. 94(4):44- 50.
- Yıldırım, M., Bahar, E., 2017. Water and radiation use-efficiency of tomato (*Lycopersiconesculentum L.*) at three different planting densities in open field. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 30(1):39-45.
- Yıldırım, M., Bahar, E., Erken,O., 2016. Solar radyasyon ve bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin domates bitkisi için belirlenmesi. VII.Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, 25-29 Ağustos 2015, Çanakkale S.36.



Araştırma Makalesi/Research Article

Çanakkale Yöresinde Oluşmuş İki Toprak Profilinin Genesisi ve Bazı Özellikleri

Aykut Yüksel¹  Uğur Tunç¹  Hüseyin Ekinci^{2*} 

¹Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: hekimci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.04.2023

Kabul Tarihi: 05.05.2023

Öz

Çanakkale'nin Ezine (Kuşçayırı Köyü) ve Bayramiç (Saraycık Köyü) İlçelerinde yürütülen bu çalışmada, yörede yaygın olarak bulunan granitik (P1) ve andezitik (P2) kayalar üzerinde oluşmuş iki toprak profilinin fiziko-kimyasal ve bazı mineralojik özellikleri incelenmiştir. Arazide morfolojik tanımlamaları yapılan her iki profilden horizon esasına göre 9 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler ve bazı mineralojik (X Ray Difraksiyon-XRD ve major oksit) analizleri yapılmış ve kimyasal ayrışma indeksi-CIA, plajiyoklas alterasyon indeksi-PIA ve $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ gibi bazı ayrışma oranları hesaplanmıştır. Profil 1, Profil 2 ye göre % 6-12 eğimli arazide granitler üzerinde oluşmuş A-C horizon dizilimine sahip sığ bir profildir. Profil 2 ise % 1-3 eğimli bir arazide andezitik kayalar üzerinde oluşmuş O-A-Bw-C horizonlarını içermektedir. Profil 1 kumlu tın, profil 2 ise genellikle kumlu kil tın bünye sınıfındadır. Profil 1de toprak reaksiyonu (pH) 5.96-6.43 arasında, profil 2de ise pH 6.09-6.22 arasındadır ve her iki profil de hafif asidik karakterdedir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) profil 1 de 8-18 cmol kg^{-1} arasında, profil 2 de 12-22 cmol kg^{-1} arasında belirlenmiştir. Profil 1 de CIA indeksi 60 ve profil 2 de 56 olarak bulunmuş ve her iki profil de çok az ayrışmış sınıfta yer almıştır. PIA ayrışma indeksleri Profil 1de 50, profil 2de 58 olarak bulunmuş ve iki profilde de ayrışmanın yeni başladığı saptanmıştır. Profil 1de kuvars, anortit ve ortoklas, Profil 2'nin nin yüzey horizonlarında anortit ve andesin fazla miktarda belirlenirken Bw horizonunda en fazla albit ve sanidin saptanmıştır. Çalışma sonuçları, profil 2'nin kambik horizon içermesi nedeniyle profil 1'e göre daha yaşlı olduğunu göstermiştir. Toprak profilleri toprak taksonomisine göre sırasıyla Typic Xerorthens ve Humic Lithic Haploxerepts, WRB (Dünya Referans Sistemi) sınıflamasına göre ise Leptosols (Arenic) ve *Epileptic* Cambisols (Humic) olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Taksonomisi, Toprak Profili, Andezit, Granit, Çanakkale

Genesis and Some Characteristics of the Two Soil Profiles Formed in the Çanakkale Region

Abstract

In this study carried out in Ezine (Kuşçayırı Village) and Bayramiç (Saraycık Village) Districts of Çanakkale, the physico-chemical and some mineralogical properties of two soil profiles formed on granitic (P1) and andesitic (P2) rocks, which are common in the region, were investigated. 9 soil samples were taken on the basis of horizon from both profiles whose morphological definitions were made in the field. Physical and chemical analyzes and some mineralogical (X Ray Diffraction-XRD and major oxide) analyzes were performed on soil samples and some weathering rates such as chemical weathering index -CIA, plagioclase alteration index -PIA and $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ were calculated. Profile 1 is a shallow profile with an A-C horizon sequence formed on granites on a 6-12% slope compared to profile 2. Profile 2, on the other hand, contains O-A-Bw-C horizons formed on andesitic rocks in 1-3% slope. The texture class of profile 1 is sandy loam, and profile 2 is generally sandy clay loam. Soil reaction in profile 1 is between pH 5.96-6.43, and in profile 2 it is slightly acidic-character, between pH 6.09-6.22. Cation exchange capacity (CEC) was determined between 8-18 cmol kg^{-1} in profile 1 and between 12-22 cmol kg^{-1} in profile 2. The CIA index was found to be 60 in profile 1 and 56 in profile 2, and both profiles were in the very poorly differentiated class. PIA dissociation indices were found to be 50 in profile 1 and 58 in profile 2, and it was determined that the dissociation had just begun in both profiles. Quartz,

anorthite and orthoclase in profile 1, and anorthite and andesin in the surface horizons of profile 2, albite and sanidine were found in excess in the Bw horizon. The study results showed that profile 2 is older than profile 1 because it contains a cambic horizon. Soil profiles were classified as Typic Xerorthents and Humic Lithic Haploxerepts, respectively, according to soil taxonomy, and Leptosols (Arenic) and Epileptic Cambisols (Humic) according to WRB (World Reference System) classification.

Key words: Soil Taxonomy, Soil Profile, Andesite, Granite, Çanakkale

Giriş

Toprak ana materyali, toprağı oluşturan faktörlerin uzun bir zaman içinde karşılıklı etkileri nedeniyle farklılaşmakta ve değişim göstererek toprağı oluşturmaktadır. Toprak ana materyalleri orijinleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Bunlar, organik ve mineral ana materyallerdir. Söz konusu ana materyaller akarsu, rüzgar, buzul ve yerçekimi gibi güçler tarafından taşınmış veya buldukları yerdeki ana kayalar üzerinde oluşmuş olabilirler. Bu değişimde, katılmalar (atmosferden su, CO₂ ve güneşten radyasyon gibi) taşınmalar (humus, kil, seskioksit, tuz ve bazik katyonların yukarıdan aşağıya), dönüşümler (toprak gövdesinde çeşitli minerallerin ve organik maddenin ayrışması ve başka form ve minerallere dönüşmesi) ile yüzey ve alt katmanlarda meydana gelen kayıplar gibi toprak oluşum süreçleri etkili olmaktadır. Bunun sonucunda toprak profili oluşmakta ve içerisindeki toprak horizonları şekillenmektedir.

Andezitler, volkanik orijinli iç püskürük kayalar sınıfından olup dayk ve sill gibi formlarda oluşmuş ince taneli kayalardır. Çoğunlukla piroksen, hornblend, plajioloklas, ve mika gibi esas minerallere sahiptirler. Buna ilaveten biotit, magnetit, ilmenit ve apatit gibi tali mineraller de barındırırlar. Silika içerikleri ortalama olarak %57-63 arasında değişmektedir (Best, 2002; Winter, 2010).

Granit, iri taneli ve asidik özellikte olan önemli bir derinlik kayacıdır. Esas mineralleri genellikle kuvars, alkali feldspatlardan ortoklas veya mikroklin, asit plajioloklaslardan ise albit veya oligoklas ile siyah mika olan biotittir. Bunların yanında bazı durumlarda, hornblend ve nadiren piroksen de yer alabilir. Granit sözcüğü, günümüzde granitoid olarak anılmaktadır (Angi, 2007).

Biga Yarımadasında yer alan granitoyitik kütleler, magmatizma sonucunda oluşmuş Neotetis'in kuzey kolunun kapanmasının akabinde gelişen Eosen ve Oligo-Miyosen olmak üzere iki farklı safhada meydana gelmiştir. Söz konusu magmatik oluşumlar, granit ve diyorit-granodiyorit bileşimli Güreci, Karabiga, Dikmen ve Kuşçayırı granitoyitleri olarak bilinmektedir. Söz konusu kütlelerin yaşı Eosendir. Diğer magmatik kütleler ise diyorit, granodiyorit, monzonit bileşimlidirler ve Oligo-Miyosen yaşlıdır. Bunlar, Kestanbol, Yenice, Evciler, Sarıoluk ve Çamyayla gibi granitoyitler olarak tanımlanmışlardır (Aydın, 2019).

Topraklar ayrışma özellikleri farklı ayrışma indeksleri ve oranları tarafından saptanmaktadır. Bunlardan bazıları, CIA (kimyasal ayrışma indeksi- Nesbitt ve Young, 1982), PIA (plajioloklas ayrışma oranı- Fedo ve ark, 1995) ve bazlar/R₂O₃ oranı (Birkeland, 1999) gibi çeşitli indeks ve oranlar olarak kullanılmaktadır.

Çanakkale yöresinde andezitik ve granitik kayalara çokça rastlanmaktadır. Bu araştırmada, söz konusu kayalar üzerinde oluşan iki toprak profili ele alınmıştır. Bu toprak profillerinin morfolojik tanımlaması yapılarak horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde bazı fiziko-kimyasal ve minerolojik toprak özellikleri belirlenerek toprak oluşumu incelenmiştir. Bunun yanında, söz konusu toprak profilleri modern toprak sınıflandırma sistemleri olan toprak taksonomisi ve WRB sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı ve coğrafi konumu

Yürütülen çalışmada, Çanakkale yöresinde (Ezine ve Bayramiç) sıkça rastlanan granitik ve andezitik kayalar üzerinde meydana gelmiş iki toprak profili araştırılmıştır. Profil 1 (P1) Kuşçayırı Köyü (Ezine), profil 2 (P2) ise Saraycık Köyü civarında incelenmiştir. Toprak profilleri Soil Survey Staff (2017) de yer alan şekilde morfolojik olarak tanımlanmıştır. Söz konusu toprak profillerinde belirlenen toprak katmanlarından horizon esasına göre toprak örnekleri alınarak laboratuvar analizleri yapılmıştır. Şekil 1'de araştırma alanının ve incelenen toprak profillerinin buldukları konum verilmiştir.

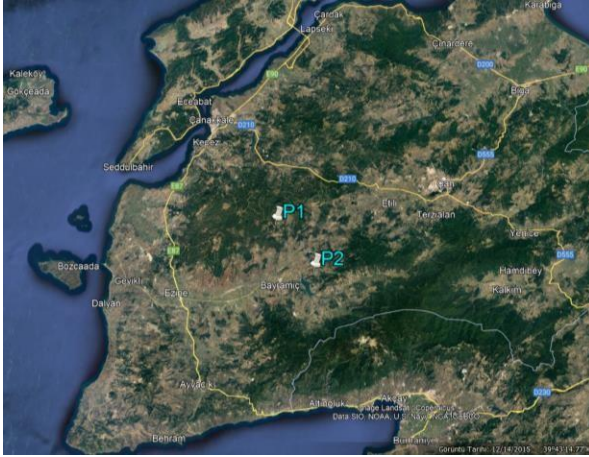


Figure 1. Location of the studied area and location of soil profiles
Şekil 1. Çalışılan alanın konumu ve toprak profillerinin lokasyonu

İklim ve doğal bitki örtüsü

Son 30 yıla göre Bayramiç ilçesinde yıllık ortalama sıcaklık 14,7 °C, yıllık yağış ortalaması 630,4 mm'dir. Yaz ayları sıcaklık ortalaması 23,9 °C, kış ayları sıcaklık ortalaması ise 6,3 °C olmaktadır. Ezine ilçesinde ise yıllık ortalama sıcaklık değeri 15,1 °C olup yıllık yağış ortalaması 547 mm civarındadır. Yaz ayları sıcaklık ortalaması 25,2 °C iken, bu değer kış aylarında 7,1 °C olmaktadır. Araştırma sahasında, farklı özellikler gösteren bir iklim tipi olan Marmara Bölgesi iklimi hakimdir (Anonim, 2020). Çalışmada incelenen toprak profillerinin buldukları kısımlarda toprak nem rejimi Xeric, toprak sıcaklık rejimi ise Thermic olarak belirlenmiştir.

Bayramiç ve Yenice ilçelerinde Karadeniz ve Akdeniz geçiş iklimi görülmektedir. Orman alanlarının oldukça yüksek olduğu Çanakkale'nin Bayramiç ve Yenice İlçelerinin kuzeye bakan yamaçlarında orman vejetasyonu baskın durumdadır. Kuzey bakı ve yükseltiye bağlı olarak yapraklı ağaçlardan meşe ve kestane türleri, ibrelili ağaçlardan karaçam, kızılçam ve endemik göknar gibi karışık bitki toplulukları görülmektedir. Kıyı şeridinde 0-400 m arasındaki yükseltilerde kızılçam ormanları, çeşitli meşe türleri ve karışık bitki popülasyonları yer almaktadır. Bu vejetasyon tipi batı ve güney kesimlerde, herdem yeşil ya da yaprağını döken çalı formları olarak (maki örtüsü) göze çarpmaktadır (Karabacak ve ark., 2019).

Jeoloji ve jeomorfolojisi

Çalışmanın incelenen profiller Kaz Dağları eteklerinde, Bayramiç ve Ezine ilçelerine yakın konumdadır. Şekil 2'de Akbaş ve ark. (2006) tarafından düzenlenmiş Çanakkale jeoloji haritası sunulmuştur.

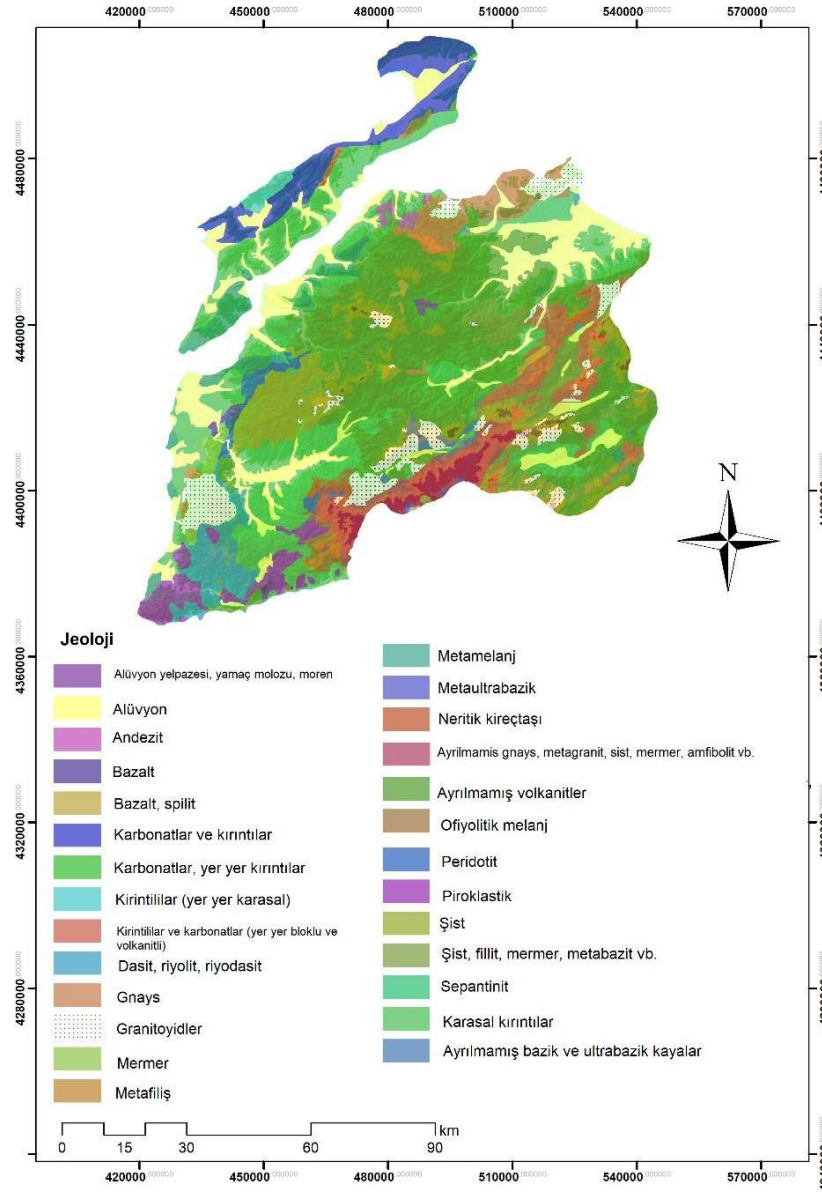


Figure 2. Çanakkale geological map (Akbaş et al., 2006)
Şekil 2. Çanakkale jeoloji haritası (Akbaş ve ark., 2006)

Kaz Dağları, kuzeyde yatay ve dikey doğrultularda önemli farklılıklar göstermektedir. Kuzey kısımda yükselti farkları fazla ve dik durumda iken, güney yönüne bakan kısımları ise, daha dik, keskin şekilli ve sarp topoğrafik yapıdadır. Kaz Dağlarının kuzeyde kalan bölgesinde üç farklı jeomorfolojik bölge belirlenmiş ve bu bölgeleri birbirinden kesin sınırlarla ayrılmayıp, birbirlerine geçişli jeomorfolojik özelliktedirler. Bu bölgeler, Bayramiç depresyonu, Evciler Havzası (kuzey bölgeleri) ve Kaz Dağı Doruklar bölgesi olarak bilinir. Evciler Havzası güneyden (paleozoik) metamorfik arazilerle saran litolojik yapıdadır. Bu Havzada ana arazi (paleozoik), kuzey ve kuzey batıdan bir boşluk ve ondan sonra andezit, dasit, riyolit lavları vb. Oligosen volkanitlerince örtülmüştür. Oligo-Miyosen arazide ise granit ve granodiyoritler oldukça yaygındır (Koç, 2007).

Başaran ve Güngör (2009)'e göre, Ezine yöresinde en yaşlı kayaç topluluğu, metamorfik kayalardan ve granitoidlerden oluşmaktadır. Bunlar yörede paleozoik yaşlı kıtasal bir temel meydana getirmektedir. Araştırmacılara göre bu grup Bingöl (1968) tarafından "Kazdağ Grubu" olarak isimlendirilmiş ve Permiyen öncesi yaşlı olduğu belirtilmiş, yine aynı araştırmacılara göre Gözler (1968), temeldeki gnays, granit, mermer ve amfibolit birimlerini "Kazdağ Formasyonu" olarak isimlendirmiştir. Başaran ve Güngör (2009), Kestanbol Granitoyidi (Kestanbol Plütonu)'nin Ezine'de

(batı-güneybatısı) geniş alanlarda görüldüğünü belirtmektedirler. Bunların bileşiminin başlıca ortoklas, plajioloklas, piroksen, biyotit, hornblend ve kuvarstan oluştuğu belirtilmektedir.

Laboratuvar analizleri

Çalışmada, morfolojik olarak incelenen toprak profillerinden alınan toprak örneklerinde çeşitli fiziksel, kimyasal ve bazı mineralojik analizler yapılmıştır. Alınan toprak örnekleri oda koşullarında kurutulmuş olup 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Toprak örneklerinde; pH (1:2,5 toprak-su), organik madde (Sağlam, 2008), kation değişim kapasitesi (KDK) sodyum asetat yöntemi (USDA, 1954), toprak tekstür analizi hidrometre (Bouyoucos, 1951) 'de belirtilen yöntemlere göre saptanmıştır. Total azot (%N) Bremner (1996)'da belirtildiği üzere Kjeldahl yöntemi ile, alınabilir fosfor (P_2O_5) Olsen ve Sommers (1982), yarıyşlı potasyum (K_2O) ise amonyum asetat metoduna göre alev fotometresinde (Sağlam, 2008) belirlenmiştir.

Major oksit analizleri, Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında, XRD analizleri ise ÇOMÜ Merkez Laboratuvarında (ÇOBİLTUM) gerçekleştirilmiştir. XRD analizleri, Harris ve White (2008) tarafından belirtilen kurallara göre yürütülmüştür. Bunun için PANalytical Empyrean cihazında $5^\circ - 70^\circ$ (2θ) aralığında ölçümler alınmış ve elde edilen veriler X'Pert HighScore Plus software yazılımında değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprak profillerinin morfolojik özellikleri

1 Numaralı toprak profili (P1)

Bu profil (P1) Kuşçayırı Köyü (Ezine) civarında incelenmiştir (Şekil 3).

Koordinatları (m): 465887 D 2052707 K

Ana materyal: Granit

Topoğrafik konum: Yüksek arazi

Yüzey taşlılığı: Orta

Doğal bitki örtüsü: Çam, meşe ve çalı formları, maki

Jeomorfolojik birim: Yamaç

İklim: Akdeniz, Marmara geçiş iklimi

Erozyon türü/ derecesi: Su erozyonu/orta

Yüzey topoğrafyası: Dalgalı

Eğim: Doğrusal % 6-12

Deniz seviyesinden yükseklik: 426 m

WRB: Leptosols (Arenic)

Toprak taksonomisi: Typic Xerorthents



Figure 3. Profile 1 and its surroundings

Şekil 3. Profil 1 ve çevresi

<u>Horizon</u>	<u>Derinlik (cm)</u>	<u>Profil Tanımlaması</u>
Oe	0-2	Orta ayrışmış organik materyal; kireçsiz; seyrek yaygın ince kökler; geçişli dalgalı sınır
A1	2-9	Koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4) yaş, sarımsı kahverengi (10 YR 5/4) nemli; kumlu tın; orta orta yarı köşeli blok; hafif sert (kuru), dağınık (nemli), yapışkan değil az plastik (yaş); kireçsiz; çok seyrek orta kalın kökler; geçişli dalgalı sınır.
AC	9-17	Koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4) yaş, sarımsı kahverengi (10 YR 5/8) nemli; kumlu tın; orta orta yarı köşeli blok; sert (kuru), gevşek (nemli), yapışkan değil az plastik (yaş); kireçsiz; çok seyrek kökler; geçişli dalgalı sınır.
C1	17-54	Koyu sarımsı kahverengi (10 YR 5/6) kuru; kumlu tın; masif; kireçsiz; çok seyrek kökler; yaygın dalgalı sınır.
C2	54+	Beyaz (10 YR 8/1) kuru, gri (10 YR 5/1) nemli; masif; kumlu tın; kireçsiz

1 numaralı toprak profiline ait kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları çizelge 1’de sunulmuştur.

Table 1. Physical and chemical analysis results of Profile 1

Çizelge 1. Profil 1’in bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH 1:2.5 top/su	EC (dS/m)	KDK (cmol kg-1)	Org. Madde (%)	%Kum	%Kil	%Silt	Tekstür sınıfı
Oe	0-2	5.96	0.120	-	5.19	62.56	10.72	26.72	SL
A1	2-9	6.27	0.078	18.09	3.82	68.56	10.72	20.72	SL
AC	9-17	6.29	0.060	13.06	8.64	74.56	8.72	16.72	SL
C1	17-54	6.43	0.028	8.15	0.12	72.29	10.81	16.90	SL
C2	54+	6.42	0.014		0.10	76.56	8.72	14.72	SL

1 numaralı profilin pH değeri 5.96-6.43 arasında (hafif asidik) değişmekte olup kireç içermemektedir. Katyon değişim kapasitesi 8.15 ile 18.09 cmol kg⁻¹ arasındadır. Organik madde içeriği Oe horizonunda % 5.19 iken A1 horizonunda % 3.82 en alttaki C2 horizonunda ise % 0,10 olarak saptanmıştır. Kum miktarı yüzeyde % 62.56, alt horizonlarda % 76.56 dır. Kil miktarı tüm horizonlarda birbirine yakın olup % 8.72-10.72 arasında değişmektedir. Profil kumlu tın bünye sınıfındadır.

2 numaralı toprak profili (P2)

Bu toprak profili Bayramiç ilçesi Saraycık köyünde açılmıştır (Şekil 4).

Koordinat (m): 475016D 4409977 K

Ana materyal: Andezit

Topoğrafik Konum: Hafif eğimli, düze yakın

Doğal bitki örtüsü: Mera

İklim: Akdeniz-Marmara Geçiş İklimi

Jeomorfolojik yapı: Tepe üstü düzlüğü

Yüzey taşlılığı: Az taşlı

Yüzey topoğrafyası: Hafif dalgalı

Eğim: Doğrusal % 1-3

Erozyon türü / derecesi: Su Erozyonu / hafif

Deniz Seviyesinden Yüksekliği: 331 m

Geçirgenlik: İyi

Toprak taksonomisi: Humic Lithic Haploxerepts

WRB: Epileptic Cambisols (Humic)



Figure 4. Profile 2 and its surroundings

Şekil 4. Profil 2 ve çevresi

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
A	0-22	Kahverengi (10 YR 4/3) kuru, koyu sarımsı kahverengi (10 YR 3/4) yaş; siltli tın; orta, küçük granüler; kuru ve nemli iken dağınık, az yapışkan ve plastik (yaş); kireçsiz; geçişli dalgalı sınır.
AB	22-34	Kahverengi (10 YR 5/3) kuru, kahverengi (10 YR 4/3) yaş; kumlu killi tın; zayıf orta yarı köşeli blok; kuru iken hafif sert, nemli iken sıkı, yapışkan ve plastik (yaş); kireçsiz; geçişli dalgalı sınır.
Bw	34-43	Kahverengi (7.5 YR 4/2) kuru, koyu kahverengi (10 YR 3/3) yaş; kumlu killi tın; orta orta yarı köşeli blok; nemli sıkı, az yapışkan ve plastik (yaş); kireçsiz; kesin düz sınır.
R	43+	Andezit

Profil 2'ye ait bazı fizikokimyasal laboratuvar analiz sonuçları çizelge 2'de sunulmuştur.

Table 2. Physical and chemical analysis results of Profile 1

Çizelge 2. Profil 2'nin bazı fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH 1:2.5 top/su	EC (dS/m)	KDK (cmol kg-1)	Org. Madde (%)	%Kil	%Silt	%Kum	Tekstür sınıfı
A	0-22	6.22	0.116	12.53	3.71	12.72	18.72	68.56	SiL
AB	22-34	6.13	0.086	20.43	1.12	28.72	18.72	52.56	SCL
Bw	34-43	6.09	0.087	22.56	1.39	32.72	16.72	50.56	SCL
R	43+	-	-	-	-	-	-	-	-

2 numaralı toprak profilinde pH 6.09-6.22 arasında olup hafif asidik karakterdedir ve profil boyunca kireç içermez. Katyon değişim kapasitesi 12.53 ile 22.56 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir. Bu toprak profilinin A horizonunda organik madde miktarı % 3.71 iken alt horizonlara doğru inildikçe % 1.12'ye kadar düştüğü görülmüştür. Bu profilde kum oranı % 50-68 arasında, kil oranı % 12-32 arasında ve silt oranı % 16 ile 18 arasında değişmektedir. A horizonu siltli tın tekstüre sahip AB ve Bw horizonları kumlu killi tın tekstür sınıfına dahildir.

Toprak Profillerinin Bazı Mineralojik Özellikleri

Profil 1'e ait A1 ve AC horizonlarının XRD Difraktogramları şekil 5'te sunulmuştur. Profil 1'in A1 horizonuna ait XRD difraktogramı incelendiğinde; andesin, kuvars, ortoklas, anortit, krizotil ve kordiyerit içerdiği görülmüştür. A1 horizonunda %58.9 ile en çok andesin minerali saptanmıştır. Profil 2'nin A, AB ve Bw horizonlarına ait XRD difraktogramları şekil 6'da sunulmuştur. Şekil 6'da

görüldüğü gibi 2 nolu profilin A horizonunda en fazla % 40 ile anortit minerali bulunurken bunu %34.4 ile andesin minerali izlemiştir. Bu horizonunda en az bulunan mineral % 1.4 ile montmorillonit minerali olmuştur. AB horizonunda en fazla % 42.3 ile anortit mineraline rastlanırken bu minerali sırasıyla % 32.2 ile ortaklas, % 23.7 ile illit minerali izlemiştir. Bu profilin Bw horizonunda % 42.1 ile en fazla albit mineralinin bulunduğu görülmektedir.

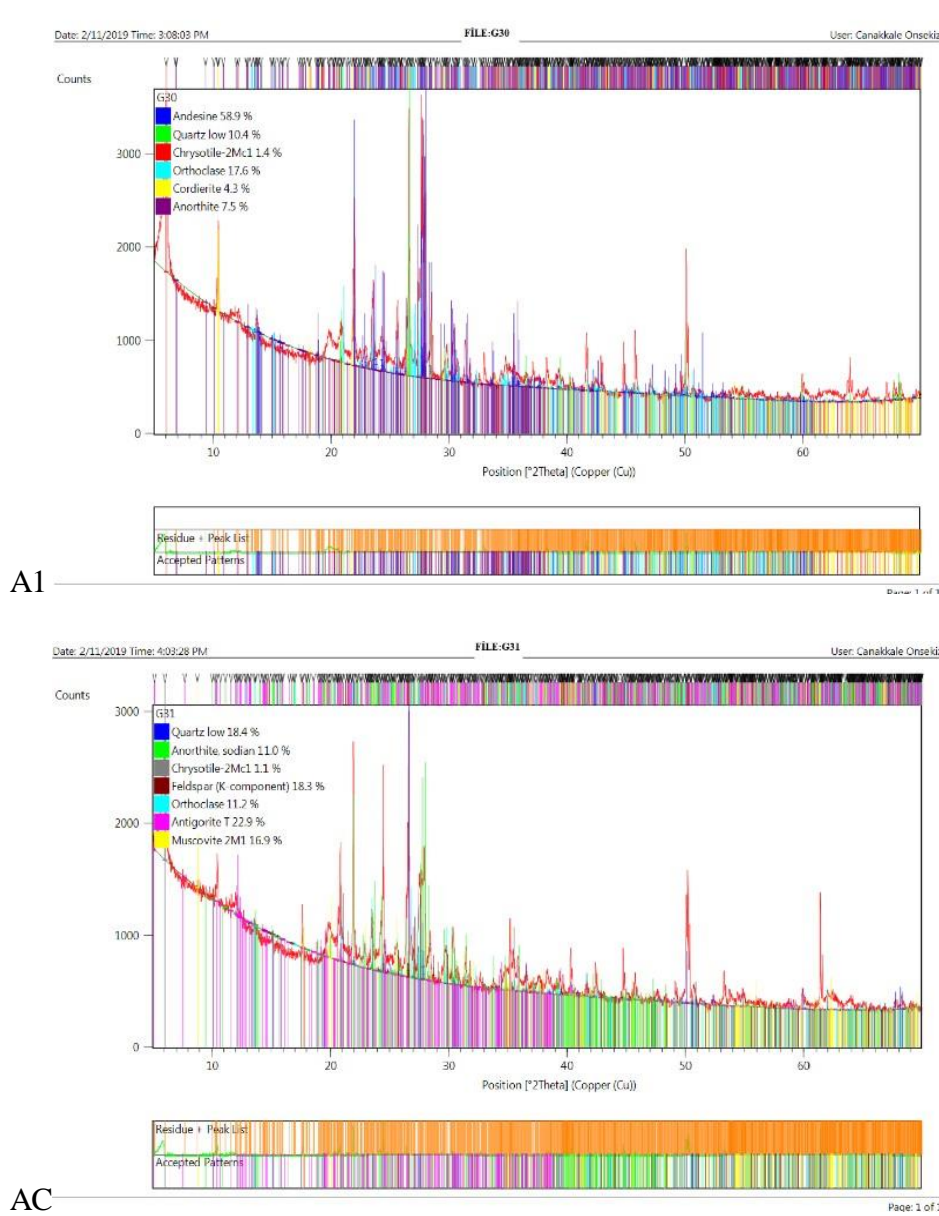


Figure 5. XRD Diffractograms of A1 and AC Horizons of Profile 1
Şekil 5. Profil 1'e ait A1 ve AC Horizonlarının XRD Difraktogramları

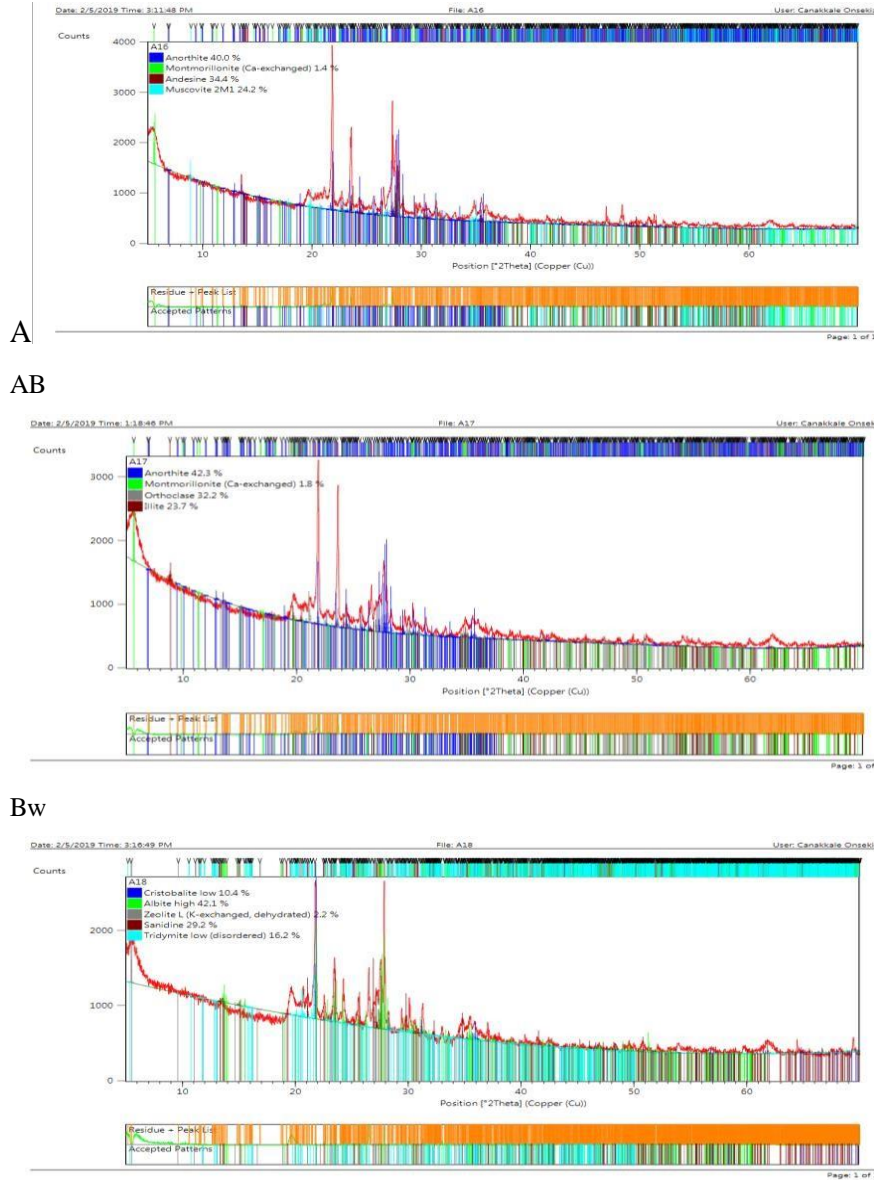


Figure 6. XRD Diffractograms of A, AB and Bw Horizons of Profile 2

Şekil 6. 2 Numaralı profilin A, AB ve Bw horizonlarına ait XRD difraktogramları

Çalışma alanı profillerinin bazı horizonlarına ait majör oksit analiz Sonuçları

İncelenen profillerin bazı horizonlarına ait majör oksit analizleri çizelge 3’de sunulmuştur.

Table 3. Major oxide analysis results of some horizons of soil profiles

Çizelge 3. Toprak profillerinin bazı horizonlarına ait majör 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	A1	6.30	17.10	2.95	6.45	2.80	1.65	2.25	58.90	1.20
	AC	5.25	17.80	2.85	6.45	2.75	1.65	2.25	59.15	1.30
P2	A	6.35	12.00	3.60	5.70	2.70	0.80	2.00	65.65	1.10

İncelenen profillerin bazı horizonlarına ait jeokimyasal ayrışma oranları

Çalışma alanında tanımlanan toprak profillerine ait jeo-kimyasal ayrışma oranları çizelge 4’te sunulmuştur.

Table 4. Geochemical weathering rates of some horizons of the investigated soil profiles

Çizelge 4. İncelenen toprak profillerinin bazı horizonlarına ait jeokimyasal ayrışma oranları

Profil	Horizon	Derinlik (cm)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	PIA	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	CIA	Bazlar/R ₂ O ₃
P1	A1	2-9	3.37	48	2.53	59	0.71
	AC	9-17	3.25	50	2.46	60	0.68
P2	A	3-22	5.36	58	3.77	56	0.67

Çizelge 4'ün incelenmesinden de görüleceği gibi her iki profilde de CIA değerleri 50-60 arasında olup çok az ayrışmış sınıfındadır. Plajiklas ayrışma indeksine bakıldığında P1 in 50 ve altında olduğu ve bunun da ayrışmanın başlangıcında olduğu, P2 de ise 58 olan PIA değeri ayrışmanın yeni başladığını göstermektedir.

Toprak profillerinin yüzey horizonlarında bulunan bazı makro besin elementi içerikleri

Çalışma konusu toprak profillerinin bazı horizonlarına ait yarıyırlı azot (% N), alınabilir fosfor (P₂O₅) ve alınabilir potasyum (K₂O) gibi bazı makro besin elementi miktarları Çizelge 5'de verilmiştir.

Table 5. Some available macronutrient contents in the surface horizons of the examined profiles

Çizelge 5.İncelenen profillerin yüzey horizonlarında yarıyırlı bazı makro besin elementi içerikleri

Profil	Horizon	N (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
P1	A1	0.090 az	3.76 az	15.56 çok az
	A	0.053 az	11.56 fazla	15.56 çok az
P2	AB	0.046 az	9.91 fazla	90.41 fazla
	Bw	0.056 az	10.34 fazla	90.87 fazla

Çizelge 5'e göre toplam azot içerikleri Sillanpaa (1990)'a göre tüm profillerde az olarak bulunmuştur. Alınabilir fosfor (Sillanpaa, 1990) ise 1 nolu profilde az, 2 nolu profilin tüm horizonlarında fazla miktarda bulunmuştur. Alınabilir potasyumun Ülgen ve Yurtseven (1995)'e göre 1 nolu profilin yüzey horizonunda çok az belirlenmesine karşın 2 nolu profilin tüm horizonlarında fazla miktarda bulunmuştur.

Toprak profillerinin sınıflandırılması

Teze konu olan 2 adet toprak profili laboratuvar analiz sonuçları, iklim verileri ve morfoloik bulgular dikkate alınarak Toprak taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve WRB (IUSS, 2014) toprak sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 6).

Table 6. Classification of study area soils

Çizelge 6. Çalışma alanı topraklarının sınıflandırılması

Profil	Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014)			WRB (2014)	
	Ordo	Alt Ordu	Büyük Grup	Alt Grup	Referans Toprak Grubu
1	Entisol	Orthent	Xerorthents	Typic Xerorthents	Leptosols (Arenic)
2	Inceptisols	Xerepts	Haploxerepts	Humic Lithic Haploxerepts	Epileptic Cambisols (Humic)

Sonuç ve Öneriler

Bir numaralı toprak profili (P1) ayrışmakta olan granitik sahada oluşmuştur. Orman bitkilerinin hakim olduğu yamaç konumundaki arazide incelenen bu profilde O-A-C horizonları belirlenmiş olup ana materyal arenalaşmış durumdadır. Bu profilin X-ışını difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarına bakıldığında PIA oranı 50 veya daha düşük olarak saptanmış ve feldspatların henüz ayrışmanın ilk safhasında olduğu belirlenmiştir. CIA oranının ise 60 civarında olduğu, bunun da çok az ayrışmış sınıfında olduğu görülmüştür. Nesbit ve Young (1982)' e göre değerlendirildiğinde P1 in çok az ayrışmış sınıfında yer aldığı görülmektedir. İki numaralı toprak profili ise (P2) andezitler

üzerinde, düze yakın hafif eğimli (%1-3) tepe düzlüğü konumundaki mera alanında yer almaktadır. Bu profilin horizon dizilimi O-A-AB-Bw-R şeklindedir. A horizonunun altında zayıf gelişmiş yarı köşeli blok stüktüre sahip kambik (Bw) horizonuna rastlanmaktadır. Bu profilin X-ışını difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarına bakıldığında PIA oranı 58, CIA oranı ise 56'dır. Bu oran Nesbit ve Young, (1982)'ye göre değerlendirildiğinde, P1 deki gibi P2 nin de çok az ayrılmış sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sonuç olarak her iki toprak profilinin de oluştuğu iklim, topoğrafik yapı, ana materyal özellikleri ve zamana bağlı olarak genç profiller olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, P2'nin ana materyal özellikleri ve daha düz bir topoğrafyada oluşmasına bağlı olarak altta oluşmuş bir kambik horizonla sahip olması nedeniyle P1'e göre daha yaşlı olduğu söylenebilir.

Söz konusu her iki toprak profilinin de toplam azot (%N) içerikleri az olarak bulunmuştur. Yarıyaşlı fosfor (P_2O_5) miktarı Sillanpaa (1990)'a göre 1 nolu profilde az, 2 nolu profilin tüm horizonlarında fazla, alınabilir potasyum ise (K_2O) Ülgen ve Yurtseven (1995)'e göre 1 nolu profilin yüzey horizonunda çok az, 2 nolu profilin tüm horizonlarında fazla miktarda bulunmuştur. P2'nin fosfor ve potasyum içeriğinin yüksek olması ana materyal özellikleriyle birlikte mera vasfında bir arazide yer almasından da kaynaklanabilir.

Morfolojik bulgular ve laboratuvar analiz sonuçları dikkate alındığında toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 2014) göre P1, sığ ve herhangi bir yüzey ve yüzey altı tanımlama horizonu içermemesi nedeniyle Typic Xerorthents, P2 yüzeyde az da olsa organik madde birikimi ve sığ olması, altta ise bir kambik horizonun varlığı nedeniyle Humic Lithic Haploxerepts, WRB sınıflamasına göre (IUSS, 2014) söz konusu profiller sırasıyla Leptosols (Arenic) ve Epileptic Cambisols (Humic) olarak sınıflandırılmıştır.

Teşekkür

Bu araştırma, birinci ve ikinci yazarının ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans tez çalışması sonuçlarından üretilmiştir. Çalışmanın bir bölümü Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından FYL-2018-2672 Proje numarasıyla desteklenmiştir. Çalışmanın majör oksit analizlerini gerçekleştiren MTA Genel Müdürlüğüne, XRD analizlerini yapan ÇOMÜ ÇOBİLTUM personeline katkılarından dolayı 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

- Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ.E., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H.Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A. ve diğerleri, 2011, 1:1.250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara-Türkiye
- Angı, O.S., 2007. Granitik kayaların mineralojisi, tektonik ve jeokimyasal sınıflandırılması. Maden, İTÜ.
- Anonim, 2020. Meteoroloji müdürlüğü iklim verileri- <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>. Çanakkale
- Aydın, Ü., 2019. Biga Yarımadası'ndaki granitoidlerin (KB Anadolu, Türkiye) petrolojik ve jeokimyasal özellikleri. MTA Dergisi. 0(160): 81-116.
- Başaran, A.E., Güngör, Y., 2009. Kestanbol granit sütun ocakları. Restorasyon ve konservasyon çalışmaları dergisi. (3): 41-48.
- Best, M.G., 2002. Igneous and metamorphic petrology. Wiley, 2nd edition, 752 pp.
- Birkeland, P.W., 1999. Soils and geomorphology, third edition. New York, Oxford University Press. 430 pp
- Bouyoucos G.J., 1951. A. 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.
- Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols with implications for paleoweathering conditions and provenance. Geology. 23(10): 921-924.

- Harris, W., 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, 2014. (IUSS Working Group, WRB., 2014). 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.
- Karabacak, E., Esen, Ö., Gürbüz O., 2019. Çanakkale Florası sertifikasyon. [https://sertifikasyon.ogm.gov.tr/OBMCalismalari/Canakkale/Flora ve Fauna/Florası_Haziran_2019.pdf](https://sertifikasyon.ogm.gov.tr/OBMCalismalari/Canakkale/Flora%20ve%20Fauna/Florası_Haziran_2019.pdf)
- Koç, T., 2007. Kaz Dağı kuzey kesiminin (Bayramiç-Çanakkale) jeomorfolojisi . Coğrafi Bilimler Dergisi. 5 (2): 1-2.
- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. Nature. 299 (5885): 715-717.
- Olsen, S.R., 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.
- Sağlam M.T., 2008. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Tekirdağ.NKÜ Zir.Fak.Yay No: 2, 154 S.
- 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.
- Soil Survey Staff., 2014. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. S.372.
- Soil Survey Staff, 2017. Soil survey manual. United States Department of Agriculture, Handbook No.18
- USDA, 1954. U.S. Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA, No.60.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Winter, J.D., 2010. Principles of igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, 720 pp.

Araştırma Makalesi/Research Article

Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Farklı Dönemlerde Toplanan Salamura Amaçlı Yaprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Harun Çoban^{1*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 17100/Çanakkale
*Sorumlu yazar: harun.coban@comu.edu.tr

Öz

Türkiye’de bağlardan hem üzüm hem de asma yaprakları yoğun olarak üretilmekte ve tüketilmektedir. Asma yapraklarının hem taze hem de salamura şeklinde iç tüketimi ve ihracatı son yıllarda artmaktadır. Bölgemizde yaygın olarak yetiştirilen sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprakları bu amaçla değerlendirilmektedir. Araştırmada, Manisa’da iki farklı dönemde toplanan Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidine ait yaprakların fiziksel özellikleri ile kalite özellikleri ve mineral element içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fiziksel özellikler açısından; yaprak eni 12.3-14.7 cm, boy uzunluğu 9.4-10.2 cm, yaprak alanı 128.9-179 cm² arasında değişmiştir. Mayıs (My) ve Uç yaprakların (Uy) fiziksel özellikleri karşılaştırıldığında yaprak sayısı bakımından ortalama olarak 1 kg’daki yaprak sayısı %23.1 oranında azalmıştır. Buna karşın yaprak alanı, yaprak ağırlığı, yaprak boyu ve yaprak eni sırasıyla %3.7; % 8.1; % 8.6 ve %7.6 oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Kalite analizlerinde Mayıs ve uç yapraklarda kuru madde (My:%21,7-23.1, Uy:%23.8-28.4), kül miktarı (My:%1.23-1.55, Uy:%1.14-1.7), protein miktarı (My:3.86-4.10 g 100 g⁻¹, Uy:3.03-3.45 g 100 g⁻¹), indirgen madde (My:0.17-0.27 g 100 g⁻¹, Uy:0.43-0.75 g 100 g⁻¹), toplam asitlik (My:% 0.62-0.86, Uy:%0.27-0.43) ve ham selüloz (My:0.34-0.48 g 10 g⁻¹, Uy:0.70-0.98 g 10 g⁻¹) miktarları belirlenmiştir. Mineral madde içerikleri açısından My yapraklarına göre, Uy yapraklarında Ca, Mg ve Cu içerik değerleri sırasıyla, %25.2; %47.2 ve %45.6 oranında yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Asma yaprağı, fiziksel ve kimyasal özellikler, kalite analizleri

Determination of Some Physical and Chemical Properties of Leaves Used for Pickling in Different Periods of Sultana Seedless Grape Varieties

Abstract

Both grapes and vine leaves are produced and consumed intensively from vineyards in Turkey. Domestic consumption and export of vine leaves, both fresh and in brine, has been increasing in recent years. For this purpose, leaves of the Sultana seedless grape variety, which is widely grown in our region, are evaluated. In the study, it was aimed to determine the physical properties, quality characteristics and mineral element contents of the leaves of the Sultana seedless grape variety collected in two different periods in Manisa. In terms of physical properties of May (MI) and Tip leaves (TI); leaf width varies between 12.3-14.7 cm, lengths 9.4-10.2 cm, leaf sizes vary between 128.9-179 cm². They are compared the number of leaves per 1 kg decreased by 23.1% on average in terms of the number of leaves. On the other hand, leaf area, leaf weight, leaf length and leaf width were 3.7%; 8.1%; It was determined that there was an increase of 8.6% and 7.6%. In quality analysis, in May and end leaves dry matter (MI: 21.7-23.1%, TI: 23.8-28.4%), ash content (MI: 1.23%-1.55%, TI: 1.14-1.76%), protein content (MI:3.86-4.10 g 100 g⁻¹, TI:3.03-3.45 g 100 g⁻¹), invert matter (MI:0.17-0.27 g 100 g⁻¹, TI:0.43-0.75 g 100 g⁻¹), total acidity (MI: 0.62-0.86%, TI:0.27-0.43%) and raw cellulose (MI:0.34-0.48 g 10 g⁻¹, TI: 0.70-0.98 g 10 g⁻¹) were determined. In terms of mineral content, the Ca, Mg and Cu content values of the tip leaves are 25.2%, respectively, compared to the May leaves; It was found to be high in 47.2% and 45.6%.

Keywords: Vine leaves, physical and chemical properties, quality analysis

Giriş

Asmanın ticari olarak meyvesi olan üzümün yanında son yıllarda yaprağı da ekonomik olarak dikkati çekmektedir. Üzümün çok çeşitli kullanım alanı yanında, Türkler asmanın yapraklarından da yararlanmayı düşünerek zekâ ve kültürlerinin yüksekliğini bir kez daha göstermiş ve yıllar boyu mutfaklarına “yaprak sarması” adı verilen yeni bir ürün katarak zenginleştirmişlerdir (Gülcü ve ark., 2011; Bal ve ark., 2019).

Sarmalık yaprak üretimi için ince, tüysüz, ince damarlı, mümkün olduğunca dilimsiz ve damakta ekşimsi bir tat bırakan çeşitler tercih edilmektedir (Başoğlu ve ark., 2004; Gülcü ve Torçuk, 2016). Bu nitelik ve üretim miktarı ile en fazla salamuraya işlenen sarmalık çeşitler Ege bölgesinde Sultani Çekirdeksiz, Tokat yöresinde Narince ve Trakya yöresinde Yapıncak çeşididir (Cangi ve ark., 2005; Ovayurt ve Söylemezoğlu, 2023). Türkiye’de ihraç edilen ve iç piyasada tüketilen salamuralık yaprağın önemli bir kısmı Tokat ve Manisa bölgelerinde üretilmektedir (Cangi ve ark., 2012; Cangi ve Yağcı, 2012).

Türk mutfağının vaz geçilmezi haline gelen yaprak sarmasının ana malzemesi olan asma yaprağı, salamura haline getirilerek raf ömrü uzatılmış son dönemde dünyanın dört bir yanından gelen taleple ihraç ürünü haline gelmiştir. Manisa ilinde 2000’li yıllarda sadece beş ülkeye 2 bin ton salamura yaprak ihracı yapılırken; 2022 yılın da 50 farklı ülkeye ve 35 bin tona ulaşmıştır (Anonim, 2023a).

Sahip olduğu yaklaşık 1 milyon dekar bağ alanıyla dünya üzüm üretiminde 6’ncı sırada yer alan Manisa’da asma yaprağı 50 bin bağcıya ikinci gelir kaynağı yanında, artan ihracatıyla da bölge ekonomisine 45 milyon dolar katkı sağlamaktadır. Bölge bağlarında yaygın olan çeşit Sultani çekirdeksiz üzüm çeşididir. Bu üzüm çeşidinin yaprağının ince ve tüysüz olması iç pazarda taze ve salamura yaprak olarak kullanım trendi gittikçe artmaktadır.

Asma yaprağının bileşiminde mineral maddeler, organik asitler, protein ve amino asitler, fenolik bileşikler ve bazı vitaminler bulunmaktadır (Ribereau ve Reynold, 1971). Asma yaprağı muhafaza ve farklı tuz konsantrasyonları kullanım olanakları (Göktürk ve ark., 1997; Dalgıç ve Akbulut, 1988; Başoğlu ve ark., 1996; İç ve Denli, 1997; Gülcü ve Demirci, 2011, Gülcü ve ark., 2011), üzerine araştırmanın yanında, asma yaprağı üretiminde kalite problemleri ve pestisit kalıntı sorunları ele alan çalışmalar yürütülmüştür (Bal ve ark., 2009; Cangi ve ark., 2011, 2012, 2014).

Türkiye’de hâlihazırda 6 adet pestisit analizlerinde yetkili/akredite kamu ve özel gıda kontrol laboratuvarı bulunmaktadır. Bu laboratuvarlardan biri Alaşehir’de biri de Manisa’da bulunmaktadır. Avrupa Birliği (AB) Komisyon uygulama Tüzüğü (EU) 2019/1793 kapsamında asma yaprağı ihracatında pestisit analizleri ve yapılması zorunludur. Bu açıdan Bölgede ihraca dönük işletmeler yaprak hasadı öncesi bağlardan yaprak örnekleri alarak akredite olmuş laboratuvarlar da analiz yaparak alımı gerçekleştirmektedirler. Ayrıca bakır elementi açısından da analiz yapılmaktadır. Ancak iç piyasa açısından bunu görmek mümkün değildir. Diğer taraftan Birleşik Krallık/Büyük Britanya (İngiltere, İskoçya, Galler) Ülkelerine Asma Yaprağı İhracatı Model Sertifika Düzenleme Prosedüründe Şubat 2023 tarihinden geçerli olmak üzere bazı değişiklikler yapmıştır (Anonim, 2023b).

Manisa ve çevresinde yaprak toplama, çiçeklenme öncesi (mayıs başı), tane tutumu ile ben düşme (temmuz sonu) zaman aralığında bağlardaki yaprak gelişimi durumuna göre 3-4 defa toplanır. İlk dönemde toplanan asma yapraklarına “Mayıs” sonraki zaman aralığındaki yapraklara ticari olarak “Uç ya da Olgun” yaprak olarak ifade edilir. Yaprak toplama sabah serinliğinde 06:00-11:30 zaman diliminde yapılır.

Bu çalışmanın amacı, Manisa üzüm üreticilerinin ek gelir kaynağı olarak farklı zamanlarda topladıkları asma yaprakların fiziksel, kimyasal ve mineral özelliklerini ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Materyal olarak yaprak alım merkezlerine getirilen iki farklı dönemde sarma amaçlı toplanan Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi yaprakları (yarım saplı, 3-5 cm uzunluk) oluşturmaktadır. Yaprak örneklerinde ölçümler ve analizler; mayıs yaprağında 10 Mayıs (My), uç yaprakta (Uy) 3 Temmuz tarihinde alınan örneklerde yapılmıştır.

Fiziksel özellikler

Yaprak sayısı (adet kg^{-1}), tesadüfi olarak 1 kg yaprak tartılarak kilograma giren yaprak sayısı belirlenmiştir (Başoğlu ve ark., 1996). Yaprak Alanı (cm^2), tesadüfi olarak seçilen 10 adet yaprağın alan değerleri dijital Planimetre aletiyle ölçülerek cm^2 cinsinden bulunmuştur.

Yaprak Ağırlığı (g), tesadüfi olarak seçilen 10 adet yaprağın ağırlığı hassas terazide ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Yaprak boyutu ve alanı özelliklerinin belirlenmesinde IBPGR, OIV ve UPOV tarafından kabul edilen ve 1983’te ‘Descriptors for Grape’ adıyla yayınlanmış, 1997 yılında

güncellenmiş olan metoda göre tesadüfi olarak seçilen 10 adet yaprak ölçülerek cm cinsinden ortalamaları belirlenmiştir (Anonymous, 1997).

Kimyasal özellikler

Toplam Kuru Madde Tayini; Cemeroğlu (2007)'na göre de homojen halde örneklerin darası alınmış kurutma kaplarında tartılması ardından 103 ± 2 °C'lik etüvde 4 saat kurutulması ve tartım yapılarak sonuçlarında % kuru madde olarak belirlenmiştir.

Kül Miktarı Tayini; AOAC (1990) yöntemine göre 550 °C kül fırınında 4 saat yakılarak elde edilen ağırlık farkı % kül miktarı olarak hesaplanmıştır.

Protein Tayini; AOAC (1990) yöntemi kullanılarak homojenize edilmiş taze yaprak örneklerinin yakılması sırasında harcanan N'un sabit faktör ile çarpılmasıyla protein miktarları hesaplanmıştır.

İndirgen madde; Hass ve Koppe (1968)'ye göre analizleri yapılmıştır. Toplam Asitlik: 10 g taze yaprak iyice ezildikten sonra 100 ml'ye tamamlanmış ve filtre edilmiştir. Filtrattan 10 mL alınarak %1'lik fenol fitalein eşliğinde 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş ve sonuçlar % tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır (Uyulaşer ve Başoğlu, 2000). Ham selüloz: Diez ve ark. (1972)'na göre belirlenmiştir.

Yaprak örneklerinin analizinde kullanılan yöntemler; Yaprak alım merkezinden alınan yapraklar, laboratuvar da gerekli temizlikler yapıldıktan sonra 65-70 °C' da kurutulmuştur (Kacar ve İnal, 2008). Kurutulan ve öğütülerek analize hazır hale getirilen bitki örneklerinde toplam azot, Kjeldahl yöntemine göre saptanmıştır. Örneklerde yaş yakma yöntemi (4:1 HNO₃ + HClO₄) uygulanarak hazırlanan bitki ekstraktlarında fosfor vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Mills ve Jones, 1996); K, Ca alev fotometresinde, Mg, ise AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre) ile belirlenmiştir (Kacar, ve İnal 2008). Yaprak örneklerinin bazı iz element ise (Fe, Zn, Mn, Cu) kuru yakma (500-550 °C'de kül haline getirilerek (1:10 oranında 1 N HCl ile çözündürülmüş) yöntemi ile elde edilen süzüğün Atomik Absorbsiyon cihazında (AAS) okunması sonucu saptanmıştır (Slavin, 1968).

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin salamura amaçlı farklı iki dönemde toplanan yaprakların fiziksel özelliklerinden 1 kg'daki yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak boyu ve yaprak eni değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İncelendiğinde, Mayıs ve Uç yaprakların fiziksel özellikleri karşılaştırıldığında yaprak sayısı bakımından ortalama olarak 1 kg'daki yaprak sayısı %23.1 oranında azalmıştır. Buna karşın yaprak alanı, yaprak ağırlığı, yaprak boyu ve yaprak eni sırasıyla %3.7; %8.1; %8.6 ve %7.6 oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, İç ve Denli (1997)'nin yaptıkları araştırma sonuçlarının yaprak ağırlığı açısından paralellik göstermektedir. Ancak kilogramdaki yaprak sayısı bakımından kısmen farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum alınan yaprak alım bölgelerinin farklı oluşundan kaynaklanabilir. Yaprak alanı ve yaprak ağırlığı açısından ve Gülçü ve Torçuk (2016) ve Gülçü ve Demirci (2011)'nin yapmış olduğu çalışma bulgularıyla uyum içindedir.

Table 1. Physical properties of fresh Sultana Seedless May and tip leaves

Çizelge 1. Taze Sultani çekirdeksiz mayıs ve uç yaprakların bazı fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler	Mayıs yaprak**			Uç yaprak***			Fark**** (%)
	Min.	Mak	Ort.	Min.	Mak	Ort.	
Yaprak sayısı (A* g ⁻¹)	383.0	405.0	394.0	343.0	394.0	342.0	-23.1
Yaprak Alanı (cm ²)	105.0	133.0	123.0	176.6	210.8	193.7	3.7
Yaprak ağırlığı (g)	2.31	2.75	2.53	2.97	3.27	3.12	8.1
Yaprak boyu (cm)	11.1	14.9	13.0	14.6	16.4	15.5	8.6
Yaprak eni (cm)	8.60	10.42	9.5	11.7	13.3	12.5	7.6

*A: Adet

**Mayıs yaprak: damarları çok ince şeffaf açık yeşil renkli yaprak.

***Uç yaprak: damarlar kalın görünür şekilde, yapısı gevrek ve koyu yeşil.

****Ortalama değerler üzerinden hesaplanmıştır.

Anonymous (1997)'ye göre yaprak boyları açısından değerlendirildiğinde ortalama Mayıs yaprak "13 cm, Kısa", Uç yaprak boyları ise "15.5 cm, orta" olarak saptanmıştır. Yaprak büyüklüklerine bakıldığında Mayıs yaprakları "123.0 cm², küçük", Uç yapraklarında ise "193.7

cm², orta” büyüklükte yaprak grubunu oluşturmuştur. Bu bulgular, Gülcü ve Demirci (2011) ve Ovayurt ve Söylemezoğlu (2023)’nin yaptıkları araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Taze Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde Mayıs ve Uç yapraklarına ilişkin kimyasal özellikleri toplam kuru madde (%), kül (%), protein (g 100 g⁻¹), indirgen madde (mg 100 g⁻¹), toplam asitlik (%), ham selüloz (g 10 g⁻¹) Çizelge 2’de verilmiştir.

Her iki döneme ait yapraklar incelendiğinde en yüksek protein miktarı (3.98 g 100 g⁻¹), toplam asitlik (% 0.74) değerleri Mayıs yapraklarında; kuru madde (% 26.1), kül (% 1.45), indirgen madde (0.59), ham selüloz (0.84 g 10g⁻¹) Uç yapraklarda saptanmıştır. En düşük değerler Mayıs yapraklarında kuru madde (% 22.4), kül (% 1.39), indirgen madde (0.22 mg 100 g⁻¹), ham selüloz (0.41 g 10 g⁻¹) değerleri elde edilmiştir. Uç yapraklarda ise protein (3.24 g 100 g⁻¹) ve toplam asitlik (% 0.35) değerlerinde tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, Başoğlu ve ark. (2004)’nin, Gülcü ve ark. (2011) ve Ovayurt ve Söylemezoğlu, (2023)’nin yaptıkları araştırma da elde ettikleri bulgularıyla uyum içindedir.

Yaprakların Mineral madde (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn) içerikleri farklı iki dönem olarak Çizelge 3’de sunulmuştur. Buna göre Mayıs yapraklarında en yüksek değerler Azot (N) (% 2.40) ve Fosfor (p) (% 0.22); Uç yapraklarında ise Potasyum (K) (% 1.48), Kalsiyum (Ca) (% 2.65), Magnezyum (Mg) (%0.81), Bakır (Cu) (9.3 mg 100 g⁻¹), Demir (Fe) (310 mg 100 g⁻¹), Mangan (Mn) (101,2 mg 100 g⁻¹), Çinko (Zn) (92 mg 100 g⁻¹) mineral maddelerinde elde edilmiştir.

Table 2. Chemical properties of fresh Sultana Seedless May and tip leaves

Çizelge 2. Taze Sultani çekirdeksiz Mayıs ve Uç yaprakların kimyasal özellikleri

Fiziksel Özellikler	Mayıs yaprak			Uç yaprak		
	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Kuru madde (%)	21.7	23.1	22.4	23.8	28.4	26.1
Kül (%)	1.23	1.55	1.39	1.14	1.76	1.45
Protein (g 100 g ⁻¹)	3.86	4,10	3.98	3.03	3.45	3.24
İndirgen madde (mg 100 g ⁻¹)	0.17	0,27	0.22	0.43	0,75	0.59
Asitlik* (%)	0.62	0,86	0.74	0.27	0.43	0.35
Ham selüloz (g 10 g ⁻¹)	0.34	0.48	0.41	0.70	0,98	0.84

*Tartarik asit cinsinden.

En düşük değerler Mayıs yapraklarında Kalsiyum (% 2.30), Magnezyum (% 0.75), Bakır (5.1 mg 100 g⁻¹), Fe (304 mg 100 g⁻¹), Mn (89 mg 100 g⁻¹) Zn (67 mg 100 g⁻¹); Uç yapraklarında ise Azot (%1.60) ve Fosfor (% 0.15) mineral maddelerinde belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre vejetasyon periyodu içerisinde mantari hastalıklara karşı bakırlı preparatların kullanımının arttığı söylenebilir. Bu durum özellikle tane tutumu sonrası salamura amaçlı toplanan yapraklarda zirai ilaç ve Cu kalıntı riskini arttırmaktadır. Cangi ve ark., (2005; 2011)’nin yaptıkları araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bölgemizde yaprak hasadı öncesi genellikle yaprak analizi yapılarak alım yapılma oranı her geçen gün artmasına rağmen özellikle iç piyasaya yönelik alımlarda yeterli oranda yapıldığı söylenemez.

Table 3. Mineral properties of fresh Sultana Seedless May and tip leaves

Çizelge 3. Taze Sultani çekirdeksiz Mayıs ve Uç yaprakların mineral özellikleri

Mineral maddeler	Mayıs yaprak			Uç yaprak		
	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Toplam (%)						
N	1.51	3.29	2.40	2.10	3.22	2.60
P	0.05	0.39	0.22	0.08	0.40	0.24
K	1.10	1.62	1.36	1.21	1.75	1.48
Ca	1.16	3.44	2.30	1.20	4.10	2.65
Mg	0.33	0.61	0.55	0.72	0.90	0.81
Toplam (mg kg ⁻¹)						
Cu	3.3	6.9	5.10	3.8	14,8	9.30
Fe	297.6	312	304,8	277.2	344	310,6
Mn	68.6	110	89.3	78.4	124	101.2
Zn	37	97	67	56	124	90

Sonuç da sarmalık yapmakta tercih edilen taze asma yaprakların özellikleri; yaprakların tüysüz, ince, damarsız ve avuç içine kaplayan ve ekşimsi bir tada sahip olması şeklinde sıralanabilir. Araştırma bulguları değerlendirildiğinde taze tüketimde Mayıs yapraklarının kalıntı açısından daha risksiz ve sarma için istenen yaprak özelliklerine sahip olduğu söylenebilir.

Farklı dönemlerde toplanan yaprakların standart iç malzemesi ile hazırlanmış ve aynı süre ve pişirme tekniğine uygun olarak elde edilen yaprak sarma; panelistler eşliğinde duyu analize tabi tutulması ile desteklenen ayrı bir araştırma yapılması önerilebilir.

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, 2023a. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.uzum>. (09.03.2023).
- Anonim, 2023b. https://www.tarimorman.gov.tr/Asma_Yapragi_ihracat_proseduru.pdf (10.04.2023).
- Anonymous, 1997. Descriptor for grapevine (*Vitis spp.*). International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italy, pp 58.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- Bal, H.G., Kaplan, E., Kaplan, K., 2019. Bağcılık ve Salamura Yaprak Konusunda Çiftçi Yönelimi ve Değerlendirmeleri (Tokat İli Pazar İlçe örneği). 3. Uluslararası Unidokap Karadeniz Semp. 843-857, 21-23 Haziran, Tokat.
- Başoğlu, F., Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Uylaşer, V., Akpınar, A., Çopur, Ö.U., 2004. Salamurasız Asma Yaprağı Üretimine Geliştirilmesi. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs, Bursa.
- Başoğlu, F., Şahin, İ., Korukoğlu, M., Uylaşer, V., Akpınar, A., 1996. Salamura Yaprak Üretiminde Fermentasyon Şekli ve Katkı Maddelerinin Kalite ve Dayanıklılığa Etkisinin Araştırılması ve Olgun Tekniğin Geliştirilmesi. Turkish J. Agric. Forestry 20: 535-545.
- Cangi, R., Adınır, M., Yağcı, A., Topçu, N., Sucu, S., 2011. Salamuralık Yaprak Üretilen Bağlarda Farklı Üretim Modellerinin Ekonomik Analizi. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 1(2):77-84.
- Cangi, R., Kaya, C., Kılıç, D., Yıldız, M., 2005. Tokat Yöresinde Salamuralık Asma Yaprak Üretimi, Hasat ve İşlemede Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Türkiye 6. Bağcılık Semp. 632-640, 19-23 Eylül, Tekirdağ.
- Cangi, R., Yağcı, A., Kılıç, D., 2012. Iğdır Yöresinde Salamuralık Asma Yaprağı Üretim İmkanları. 1. Uluslararası Iğdır Semp. 21-23 Nisan, Iğdır.
- Cangi, R., Yağcı, A., 2016. Salamuralık asma yaprağı üretimi. Kırsal Kalkınma Dergisi 5: 22-23.
- Dalgıç, T., Akbulut, N., 1988. Salamura Yapraklar Üzerine Bir Araştırma. Gıda. 3(3): 175-182.

- Diez, M.J.F., Fernandez, A.L., Cancho, F.C., Puinitana, H.C.D., Casanova, J.L.C., 1972. Elaboracion de Aceitunas Negras de Mesa. Grasa y Aceites, pp 91-93.
- Göktürk, N., Artık, N., Yavaş, İ., Fidan, Y., 1997. Bazı Üzüm Çeşitleri ve Asma Anacı Yapraklarının Yaprak Konservesi Olarak Değerlendirme Olanakları. Gıda. 22 (1): 15-23.
- Gülcü, M., Aydın, S., Demirci, A.Ş., Arıcı, M., 2011. Farklı Muhafaza Yöntemlerinin, Asma Yapraklarının Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Proje Sonuç Raporu, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 212, 55 s.
- Gülcü, M., Demirci, A.Ş., 2011. Salamuraya İşlenen Bazı Asma Yapraklarının Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 8(3): 16-21.
- Gülcü, M., Torçuk, A. İ., 2016. Yemeklik Asma Yaprığı Üretimi ve Pazarlamasında Kalite Parametreleri. Meyve Bilimi Dergisi. 1 (Özel sayı): 75-79.
- Hass, D., Koppe, F., 1968. Hundbuch der Lebensmittelchemie, Springer-Verlag. Berlin, pp742-743.
- İç E, Denli, Y., 1997. Sultani asma yapraklarında salamura yaprak üretimi. Gıda. 22 (2): 105-108.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892 s.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gall, J.R., Medcoff, J.C. 1956. Leaf analysis technique in coffe research, I.B.E.C. Research Institute Publishing. 9: 21-24.
- Mills, A.H., Jones, J.B. Jr., 1996. Plant analysis hand book II, a practical sampling, preparatin analysis and interpretation, guide, U.S.A. pp 422-423.
- Ovayurt, C., Söylemezoğlu, G., 2023. Türkiye’de Ticari Boyutta Salamuralık Olarak Kullanılan Asma Yapraklarının Fiziksel, Duyusal ve Kalite Özellikleri açısından Değerlendirilmesi. Bahçe. 52 (Özel Sayı 1): 2791-6379.
- Ribereau, G. J., Reynold, E., 1971. Science et Techniques de la Vigne. Tome 1., Biologie de la Vigne. Sols de Vignobles. Ed. Dunod. Paris.
- Slavin, W., 1968. Atomic Absorption Spectroscopy. Interscience Publish. NewYork. London-Sydney.
- Uylaşer, V., Başoğlu, F., 2000. Gıda Analizleri I-II. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Kılavuzu No: 9: 16-17.

“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 çalışmalarını 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 yayınlanabilecek 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 yayınlanacak makaleler “Türkçe” veya “İngilizce” yazılabilir, aynı dergide, bir yazarın ilk isim olarak en fazla 2 adet makalesi yayınlanabilir, yayınlanan 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 yayınlanmadığını ve başka dergiye yayınlanmak üzere gönderilmediğini belirten imzalı bir belge sunmalıdır. Ayrıca yazarlar, yayın haklarını “ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi’ne” verdiklerine dair “Telif Hakları Formu’nu” imzalamalıdır. Yayınlanmak 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 yayınlanacak 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 yayınlanmak 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 (internette 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 an other 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.