





ISSN: 2147–8384
e-ISSN: 2564–6826

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi

(COMU Journal of Agriculture Faculty)

Cilt (Volume): 11 Sayı (Issue): 2 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. Shafiqur RAHMAN, Tarımsal Yapılar ve Sulama

Prof. Dr. Ali KOÇ, Tarla Bitkileri

Dr. Anna Wondolowska-Grabowska, Tarla Bitkileri

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

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

Prof. Dr. Orhan KARACA, Zootekni

Prof. Dr. Muhamed BRKA, Zootekni

Yabancı Dil Danışmanı (Foreign Language Advisor) **Mizanpaj (Typesetting)**

Dr. Öğr. Üyesi Baboo Ali

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

| | |
|--|-----|
| Hevsel Bahçeleri'nin Kentsel Tarım Alanı Olarak Değerlendirilmesi..... | 212 |
| Evaluation Of The Hevsel Gardens As An Urban Agricultural Area <i>Ruken Aydođdu, Canan Koç</i> | |
| Preharvest Applications of Alginate, Salicylic Acid and Oxalic Acid Have a Synergistic Effect on Quality and Storability of Red Globe Grape Variety (<i>Vitis vinifera L.</i>)..... | 229 |
| Hasat Öncesi Uygulanan Alginat, Salisilik asit ve Okzalik Asit Uygulamalarının Red Globe Üzüm Çeşidinin (<i>Vitis vinifera L.</i>) Kalitesi ve Muhafazası Üzerine Sinerjik Etkisi <i>Erdinç Bal, Demir Kök, Ali İzzet Torçuk, Gamze Uysal Seçkin</i> | |
| The Effects of Gibberellic Acid and Cane Girdling of Applications on Crimson Seedless Grape Variety of Cluster and Berry Characteristics..... | 239 |
| Gibberellik Asit ve Bilezik Alma Uygulamalarının Crimson Seedless Üzüm çeşidinin Salkım ve Tane Özellikleri Üzerine Etkileri <i>Harun Çoban</i> | |
| Assessment of Genetic Stability of Propagated Plants of <i>Alyssum caricum</i> Using Flow Cytometry..... | 246 |
| In vitro Çoğaltılan Endemik <i>Alyssum caricum</i> Bitkilerinin Flow Sitometri ile Genetik Stabilitelelerinin Değerlendirilmesi <i>Nurşen Çördük, Gülru Yücel</i> | |
| Türkiye'de Fındık Üretimi ve Fındık Fiyatı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi..... | 253 |
| Examining the Relationship Between Hazelnut Production and Hazelnut Prices in Türkiye <i>Tayfun Çukur, Figen Çukur</i> | |
| Hasat Sonrası Metil Salisilat Uygulamasının "0900 Ziraat" Kiraz Çeşidinin Soğukta Muhafazası Süresince Kaliteye Olan Etkileri..... | 260 |
| Effects of Post-Harvest Methyl Salicylate Application on the Quality of "0900 Ziraat" Cherry Cultivar During Cold Storage <i>Neslihan Ekinci, Serpil Varlı Yunusoğlu</i> | |



- Adaptation of Reproductive and Growth Traits of Primiparous Kilis Goats to High-Altitude Mountain Areas.....268
İlkine doğum yapan Kilis Keçilerinin Üreme ve Büyüme Özelliklerinin Yüksek Rakımlı Dağlık Alanlara Adaptasyonu
Hakan Erduran
- Increased Free Radical Scavenging Activity and Consumer Preference in Garden Cress (*Lepidium sativum L.*) Subjected to Water Stress.....276
Su Stresine Maruz Kalan Tere (*Lepidium sativum L.*) Bitkisinde Artan Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi ve Tüketici Tercih
Okan Erken, Çiğdem Uysal Pala, Bayram Kızılkaya
- Humik Asit ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Toprak Biyokimyasal Özellikleri ve Agregat Stabilitesine Etkisi.....286
Effect of Humic Acid and Microbial Fertilizer Applications on Soil Biochemical Properties and Aggregate Stability
Furkan Etem, Cafer Türkmen
- İğde (*Elaeagnus angustifolia L.*) Yaprak Ekstraktının Kök Ur Nematodu'na Karşı Kullanımı.....300
Use of Oleaster (*Elaeagnus angustifolia L.*) Leaf Extract against Root Knot Nematode
Fatma Gül Göze Özdemir
- Üniversite Yerleşkelerinde Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetim Uygulamalarının Belirlenmesi.....306
Determination of Sustainable Stormwater Management Practices in University Campuses
Nilda Günaydın, Tülay Cengiz Taşlı
- Sakaryabaşı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi.....320
Evaluation of Irrigation Performance in Sakaryabaşı Irrigation Association
Eray Harman, Belgin Çakmak
- Çanakkale - Kaz Dağları'nda Yeni Bir Yıkıcı Zararlı: *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae).....331
A New Destructive Pest in the Ida Mountains - Çanakkale: *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)
Şhin Kök, İpek Yaşar, İsmail Kasap
- Çanakkale İlinin Uzun Yıllar İklim Verilerine Bağlı Kuraklık Analizi.....339
Drought Analysis of Çanakkale Province Based on Long-Term Climate Data
Umut Mucan, Murat Yıldırım
- Determining Salt Tolerance of Zinnia Flower.....351
Zinya Çiçeğinin Tuz Toleransının Belirlenmesi
Hakan Nar, Kürşad Demirel, Gökhan Çamoğlu, Arda Akçal

| | |
|---|-----|
| Prediction of Ear Weight, Kernel Weight and Viability in Maize Using Image Analysis..... | 360 |
| Görüntü Analizi Kullanılarak Mısırdaki Koçan Ağırlığı, Tane Ağırlığı ve Canlılığın Tahmini <i>Onurcan Nesrin, Fatih Kahrıman</i> | |
| Türkiye’de Kırmızı Et Fiyatları ile Besi Yemi Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Toda-Yamamoto Testi ile Belirlenmesi..... | 368 |
| Determination of Causality Relationship Between Red Meat Prices and Fattening Feed Prices in Turkey by Toda-Yamamoto Test <i>Mesut Gökay Okur, Adnan Çiçek</i> | |
| Çanakkale Yöresi Tarım İşletmelerinin Toprak İşleme Alışkanlıklarının Belirlenmesi..... | 377 |
| Determination of Tillage Routine of Agricultural Producers in the Çanakkale Region <i>İsmail Şahin, Anıl Çay</i> | |
| Turkish Consumers’ Purchase Decisions towards Erzurum Stuffed-kadayif with Protected Geographical Indication at Dessert Retailers..... | 391 |
| Tatlı Perakendecilerinde Coğrafi İşaretli Erzurum Kadayıf Dolmasına Yönelik Türk Tüketicilerin Satın Alma Kararları <i>Yavuz Topçu</i> | |
| The Effect of Geographical Factors on Agricultural Activities in Altınekin District..... | 401 |
| Altınekin İlçesinde Coğrafi Faktörlerin Tarımsal Faaliyetler Üzerine Etkisi <i>Tahir Tuncer, Bayram Tuncer</i> | |
| Research of The Uludağ National Park in Terms of Resource Economy..... | 417 |
| Uludağ Milli Parkı’nın Kaynak Ekonomisi Açısından İncelenmesi <i>Gökhan Uzel, Serkan Gürlük</i> | |
| Bozcaada Toprakları-II (Toprak Özellikleri, Haritalama ve Sınıflandırma)..... | 428 |
| The Soils of Bozcaada-II (Soil Characteristics, Mapping and Classification) <i>Yusuf Yiğini, Hüseyin Ekinci</i> | |
| Bazı Şeker Sorgum ve Sorgum Sudanotu Melezi Çeşitlerinde Farklı Biçim Uygulamalarına Göre Yaprak ve Sapların Mineral Element İçeriklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi..... | 443 |
| Determination of Variations in Mineral Element Contents of Leaves and Stalks in Terms of different Harvesting Applications in Certain Sweet Sorghum and Sorghum Sudangrass Hybrid Cultivars <i>Berk Yıldırım, Fırat Alatürk</i> | |



Araştırma Makalesi

Hevsel Bahçeleri'nin Kentsel Tarım Alanı Olarak Değerlendirilmesi

Ruken Aydoğdu¹  Canan Koç^{2*} 

¹Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Diyarbakır

²Dicle Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehircilik Anabilim Dalı, Diyarbakır

*Sorumlu yazar: canan.koca@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.07.2023

Kabul Tarihi: 19.12.2023

Öz

İklim, gıda ve ekolojik krizlerin yaşandığı günümüzde Diyarbakır'ın önemli kültürel varlıklarından olan ve kentin gıda deposu niteliğindeki Hevsel Bahçeleri'nin kentsel tarım alanı olarak kullanımının değerlendirilmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Hevsel Bahçeleri'nin gerek tarihi gerekse doğal özellikleri açısından önemli değerlere sahip olması çalışma alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur. Diyarbakır Surları ile Dicle Nehri arasında bulunan, kentin kuruluşu ile birlikte var olduğu düşünülen tarihi Hevsel Bahçeleri yaklaşık 300 hektarlık bir alana sahiptir. Suriçi'ne yakın mahallelerde oturan nüfusun gündelik gıda ve ekonomik ihtiyaçlarını karşılayan bu tarım alanı günümüzde varlığını sürdürmektedir. Hevsel Bahçeleri'nin kentsel tarım olanaklarını saptamak amacıyla alanda çalışan çiftçiler ile yüz yüze anket çalışması ve analizler yapılmıştır. Bu analizler ve anket sonuçlarına göre UNESCO miras listesinde yer alan Hevsel Bahçeleri'nin ciddi sorunlar ile karşı karşıya olduğu ortaya çıkmıştır. Alanın çevresinde gelişen yapılaşma, toprak ve su kirliliği, sulama sistemi problemi, yol ve ışıklandırma gibi çevresel problemler ile tarım alanı ve çevresinin denetlenmemesi, parçalı mülkiyet durumu, turizm ve göç baskısı gibi sosyo-ekonomik sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunların çözüme ulaşması, tarımsal faaliyetlerin devam etmesi ve geliştirilmesi için yerel yönetimlere büyük sorumluluk düşmekte, kentsel tarım politikalarının kentsel tasarım ve planlama çalışmalarına entegre edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel tarım, UNESCO miras alanı, Diyarbakır.

Evaluation Of The Hevsel Gardens As An Urban Agricultural Area

Abstract

The aim of the study is to evaluate the use of Hevsel Gardens, which is one of the important cultural assets of Diyarbakır and the food store of the city, as an urban agricultural area in today's climate, food and ecological crises. Hevsel Gardens has important values in terms of both its historical and natural features has been effective in choosing it as a study area. Located between the Diyarbakır Walls and the Tigris River, the historical Hevsel Gardens, which are thought to have existed with the foundation of the city, have an area of approximately 300 hectares. This agricultural area, which meets the daily food and economic needs of the population living in the neighborhoods close to Suriçi, continues to exist today. In order to determine the urban agriculture possibilities of Hevsel Gardens, face-to-face surveys with the farmers who works in the area and analyzes were conducted. According to these analyzes and the results of the survey, it has been revealed that Hevsel Gardens, which is on the UNESCO heritage list, is facing serious problems. There are environmental problems such as structuring around the area, soil and water pollution, irrigation system, roads and lighting problems, and socio-economic problems such as the lack of control of the agricultural area and its surroundings, fragmented ownership, tourism and migration pressure. Local governments have great responsibility for the solution of these problems, the continuation and development of agricultural activities, and the integration of urban agriculture policies into urban design and planning studies.

Keywords: Urban agriculture, UNESCO heritage site, Diyarbakır.

Giriş

Avcılık ve toplayıcılık dönemi sonrasında tarımla uğraşmaya başlayan insanoğlu, zamanla bu alanda uzmanlaşmış, teknolojinin gelişimiyle birlikte tarım ürünlerini pazarlayarak ekonomik girdi sağlamıştır. İlk tarımsal faaliyetler barınma yerlerinin yakınında ve suların çekilmesiyle biriken

verimli alüvyonal topraklarda gerçekleşmiştir (Mazoyer ve Roudart, 2016; Keskin ve Yıldırım, 2019). Tarımda yaşanan devrim, sulama sisteminin gelişmesi, gıdanın depolanabilirliği, artan gıdanın pazarlanması ile ekonomik getirisi tarıma dayalı kent formlarını ve ilk uygarlıkları ortaya çıkarmıştır (Karabağ, 2020).

19.yy'da Sanayi Devrimi'nin etkisi ile birlikte kent ve tarım arasındaki ilişki değişmiş; tarım ihtiyaç ekonomisinden işleme ve pazarlama ekonomisine evrilmiş ve bu durum neticesinde kentler tarım dışı aktivitelerinin yapıldığı yerler olarak tanımlanmıştır (Keskin ve Yıldırım, 2019). Sanayileşmede yaşanan gelişmeler kent ve tarım ilişkisini koparmış, kentlerdeki iş gücü kırdan kentlere doğru göçü arttırmış, kırsalda yer alan tarımsal etkinlikler olumsuz etkilenmiştir. Günümüzde aşırı ve hızlı nüfus artışı sonucu kentsel alanların giderek büyümesi ile tarım alanlarında baskı oluşturan süreç başlamıştır. Bryld (2003)'e göre gelecekte yaşanması muhtemel krizlere karşı kentsel tarımı, kentsel politikalara ve tasarımlara dahil etmek çözüm olacaktır. Tarımın kent içinde yapılmasının sosyal, ekonomik ve çevresel faydalarının bulunması nedeniyle dünyada kentsel tarım ve uygulamaları ile ilgili politikalar giderek yaygınlaşmaktadır (Keskin ve Yıldırım, 2019).

Smit ve ark. (2001) kentsel tarımı, "büyük ölçüde bir kasaba, şehir veya metropoldeki tüketicilerin, kentsel alanlara yayılmış toprak ve sulak alanlar üzerindeki günlük talebine yanıt olarak gıda ve yakıt üreten, bunu işleyen ve pazarlayan bir endüstri" şeklinde ifade etmektedir. Mougeot (2000) ise kentsel tarımı; kent sınırları içinde kentin gıda ihtiyacını yine kentin kaynakları ile üreten, dağıtan ve pazarlayan aktivite olarak tanımlamaktadır. UNDP (1996)'ya göre kentsel tarımın faydaları "gıda, sağlık ve beslenme güvenliği, ekonomik faydalar, sosyal faydalar, sürdürülebilir kentler ve afetlerin azalması" olmak üzere beş ana başlıkta değerlendirilmektedir.

- **Gıda, Sağlık ve Beslenme Güvenliği:** Sağlıklı olmak için gerekli koşullar bireyin tükettiği gıdanın; miktarı, kalitesi, sıklığı, besinsel dengesi ve yaşadığı çevrenin kalitesi ile ilgilidir. Kentsel tarım çevresel kaliteyi ve besinsel gelişimi artırarak sağlığa katkı sunmaktadır.
- **Ekonomik Faydalar:** Kentsel tarım işsizlik sorunun çözümünde, gelir fırsatlarının oluşturulmasında, ulusal tarım sektörünün gelişiminde, kentsel gıda tedarikinde etkili olup, ekonomik alan kullanımı sağlamaktadır.
- **Sosyal Faydalar:** Kentsel tarım yoksul kesimin sağlığını ve üretkenliğini artırarak gelir kaynağı sağladığından sosyal eşitliği etkilemektedir.
- **Afetlerin Azalması:** Yapı inşa etmek için maliyetli ve afet riski olan araziler ya da taşkın yatakları kentsel tarım alanı olarak kullanıldığında afetin olumsuz sonuçları azalmaktadır.
- **Sürdürülebilir Kentler:** Kentsel tarım ekolojik, çevresel iyileşme, etkili kent yönetimi, atık yönetimi, kaynakların korunması gibi faydalar sağlayarak sürdürülebilir kentlerin gelişiminde etkili olmaktadır.

Kentsel tarımın bu faydalarının yanı sıra UNDP (1996)'ya göre sağlık, hijyen ve çevresel alanda zararları bulunabilmektedir. Sağlık ve hijyen problemleri; kirli alanlarda ürün yetiştirme, kentsel tarımda kimyasallar ve evsel atıkların kullanımı ile kentsel alanda hayvancılık yapımından kaynaklı sorunlardır.

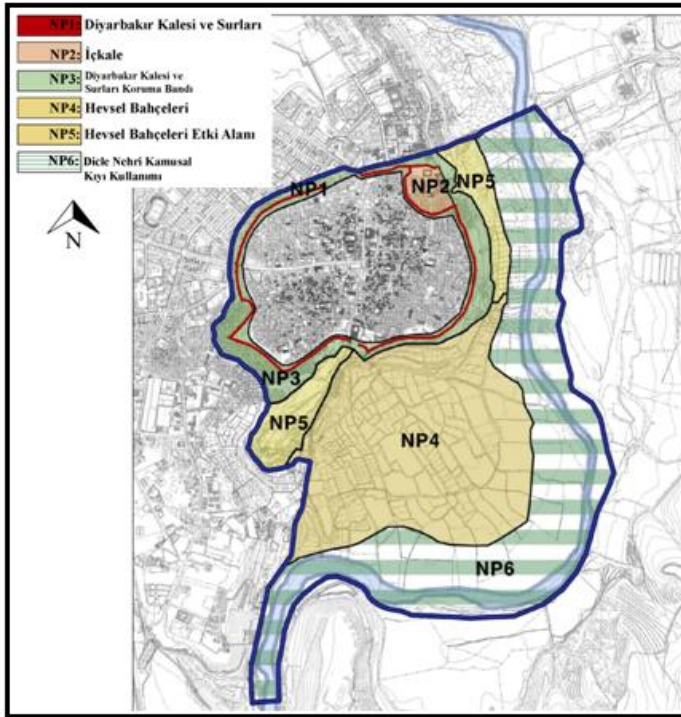
- **Kirli Kentsel Alanlarda Ürün Yetiştirmek:** Kent içinde çiftçilerin kullandıkları toprak, hava ve su kaynakları ulaşım, endüstri ve ticari aktivitelerden etkilenmektedir. Bu kirlilik tüketicinin, üreticinin ve toplayıcının sağlığını olumsuz etkileyerek çeşitli rahatsızlıklara yol açabilmektedir.
- **Kentsel Tarımda Kimyasalların Kullanımı:** Kentsel tarımda kullanılan kimyasallar ürünlerde kimyasal tortu kalıntıları bırakarak kansere, solunum yolları rahatsızlığına, kısırlığa, anne sütünde kirlenme gibi birçok sağlık problemlere yol açabilmektedir.
- **Kentsel Tarımda Evsel Atıkların Kullanımı:** Tarımda atıkların yeniden kullanılmasının birçok faydası olmasına karşın, çiftçiler kompost edilmemiş katı atıkları veya arıtılmamış kanalizasyon suyunu toprağı ve hayvanları beslemek için kullandıklarında gıda kirlilikleri ve buna bağlı sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir.
- **Kentsel Alanda Hayvancılık:** Çevrede sakatatların bulunması, koku ve gürültü oluşturmaları, kanalizasyon sisteminin tıkanması, hayvan dışıklarında bulunan bazı bakterilerin insanlarda hastalıklara yol açması gibi sorunlardan ötürü kentsel alanda hayvancılık sağlık ve çevresel zararlar oluşturduğundan dolayı eleştirilen bir konudur.

- **Çevresel Problemler:** Tarım sektöründe kimyasal girdilerin çok fazla kullanımı toprağı ve suyu ağır metallere maruz bırakarak çevre sorunlarına neden olabilmektedir.

Ekonomik ve ekolojik sorunların yaşandığı günümüzde Diyarbakır'ın önemli kültürel alanlarından olan ve kentin gıda deposu niteliğindeki Hevsel Bahçeleri Kültürel Peyzaj Alanı'nın kentsel tarım alanı olarak kullanımının değerlendirilmesi, çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Hevsel Bahçeleri'nin nehir ekosistemi ve tarihi kent ile kurmuş olduğu ilişki 2015 yılında UNESCO miras listesine dahil edilmesinde etkili olmuştur. Hevsel Bahçeleri'nin teraslı yapısı, geleneksel yöntemler ile tarımsal faaliyetlerin devam ediyor olması, kentle olan ilişkisi, kentin Suriçi bölgesindeki gıda ve işsizlik sorununa bir çözüm olması, tarihi özelliği ile turizm destinasyonu üzerinde yer alması gibi özelliklerinin kentin önemli bir peyzaj alanı olmasında etkisi büyüktür. Bununla beraber bahçelerde sebze, meyve, kavak, mısır ve pamuğun üretilmesi de kent içindeki önemini arttırmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanını oluşturan Hevsel Bahçeleri Diyarbakır ili Sur ilçesinde, 40° 13' doğu boylamı, 37° 53' kuzey enlemlerinde, tarihi Suriçi bölgesinin doğusunda yer almaktadır. Google Earth'ten yapılan ölçümlere göre yaklaşık 300 hektarlık alana sahip olan Hevsel Bahçeleri tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Çalışmada, Hevsel Bahçeleri'nin Dicle Nehri ile Surlar arasında kalan, aynı zamanda UNESCO Kültürel Peyzaj Alanı içinde NP4 Miras Alanı lejantı ile gösterilen bölüm değerlendirilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. UNESCO Kültürel Peyzaj Aday Varlık Alanı (Dünya Miras Listesi Adaylık Dosyası, 2014)
Figure 1. UNESCO Cultural Landscape Candidate Asset Area

Araştırmada Hevsel Bahçeleri'nin kentsel tarım alanı olarak kullanımının değerlendirilmesi amacıyla detaylı literatür taraması yapılmış, araştırma alanını kapsayan kroki, harita, plan ve raporlar ile araştırma alanında çekilen fotoğraflar kullanılmıştır. Ulusal ve uluslararası literatürde kentsel tarımı değerlendiren çalışmalar 2000 yılı sonrasında artmaya başlamıştır. Kentsel tarımı çeşitli yönleriyle ele alan çalışmalar çoğunlukla, kentsel tarımın önemine değinmekte ve örnek alanlar üzerine değerlendirme yapmaktadır. Hevsel Bahçeleri'ni ele alan çalışmalarda ise çoğunlukla kent için önemi, tarihsel gelişim süreci, tarımsal potansiyeli, sahip olduğu ekolojik ve kültürel özelliklere yer verilmiştir. Hevsel Bahçeleri'ni kentsel tarım alanı olarak değerlendiren çalışmaların az sayıda olması alan seçimini etkilemiştir.

Çalışmada, Hevsel Bahçeleri'nin sosyo-ekonomik, kültürel ve çevresel önemi ile sorunlarını ortaya koymak amacıyla Hevsel Bahçeleri'ni kullanan/çalışan kişilere yüz yüze 62 sorudan oluşan anket uygulanmış, ancak soruların tam anlaşılabilmesi, cevapların çelişmesi gibi nedenlerden ötürü soruların bir kısmı çalışmaya dahil edilememiştir. Anket, Hevsel Bahçeleri'nde çalışan çiftçilerin demografik yapısı, bahçelerin çevresel kalitesi ve sorunları, kentsel bağlantıları, tarımsal ürün çeşitliliği, arazi kullanımını, bahçe içinde ve çevresindeki yapılaşma durumu, UNESCO ve yerel yönetimlerden beklentiler ile ilgili soruları içermektedir. Bu kapsamda yöneltilecek sorular aşağıdaki şekildedir:

- Yaş aralığı, cinsiyet, eğitim durumu,
- Hevsel Bahçeleri'nde çalışan çiftçilerin ikamet yerleri ve yaşadıkları yeri tercih etme nedenleri,
- Göç ile gelme durumu, göç ile geldiyse geri dönmeyi isteyip istemedikleri,
- Hevsel Bahçelerindeki çalışma süreleri,
- Tarımla uğraşma nedenleri ve tarım dışında farklı bir işle uğraşıp uğraşmadıkları,
- Hevsel Bahçeleri'ni kullananların mülkiyet durumu (yer sahibi/kiracı/kama),
- Kiracı ve karma mülkiyeti olan çiftçilerin kiraladıkları yer (vakıf/şahıs) ve kira bedeli
- Çalıştıkları tarım arazisi büyüklüğü ve bu büyüklüğün yeterli olup olmadığı,
- Toplam aylık gelir ve Hevsel Bahçeleri'nden kazanılan aylık gelir
- Tarım amaçlı aylık masraf ve elde edilen gelirin ailenin ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığı,
- Yetiştirilen ürünler ve bunları satıp satmadıkları,
- Ürünlerin satıldığı yerler, pazar ihtiyacının olup olmadığı ve pazarın nerede kurulması gerektiği,
- Sulama ihtiyacının nasıl karşılandığı,
- Tarımda düşüş olup olmadığı ve karşılaşılan sorunlar,
- Tarımda zirai ilaç kullanım durumu,
- Hevsel Bahçeleri çevresindeki düzenlemelerin tarımı etkileyip etkilemediği,
- UNESCO'yu duyup duymadıkları ve katkısının olup olmadığı,
- UNESCO'dan beklentilerin olup olmadığı ve beklentilerin neler olduğu,

Anket Hevsel Bahçeleri'nde tarla sahibi olan, kiracı olan veya kendisine ait tarlası olan ve bununla birlikte vakıf veya şahıslardan tarım arazi kiralayan (karma mülkiyet) ve alanda çalışan rastgele seçilen 15 çiftçiye uygulanmıştır. Dünya Miras Listesi Adaylık Dosyası (2014)'e göre Hevsel Bahçeleri'nde üretim yapan 84 çiftçi ailesi bulunmaktadır, buna göre ailelerin %17'sine ulaşılmıştır. Anket katılımcılarından birinin beyanına göre Hevsel Bahçeleri'nin %60-70'lik bölümünün mülkiyeti kendisine aittir. Bu durumda, anket uygulanan katılımcıların %40'ının yer sahibi, %40'ının kiracı ve %20'sinin ise hem tarla sahibi hem de kiracı olmasına dikkat edilmiştir. Hevsel Bahçeleri tarım arazilerinin karma mülkiyet yapısı, zorlu arazi koşulları, 2022 yılı Diyarbakır iklim koşulları nedeni ile tarımsal üretim zamanının aksamış olması, çiftçilerin UNESCO öncesi yapılan saha çalışmaları sonrası karşılanmayan desteklerden kaynaklı anket çalışmasını anlamlı bulmamaları, güvenlik tedbiri gibi gerekçelerle anket yapmak istememelerine bağlı olarak bahçelerde çalışan kişi sayısına ulaşım zorlaşmıştır. Elde edilen anket sonuçları Microsoft Excel 2010 programında değerlendirilerek öneriler geliştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın bu bölümünde önce Diyarbakır'ın kentsel gelişimi içinde Hevsel Bahçeleri'nin konumu ele alınmış, Hevsel Bahçeleri'nin doğal özellikleri irdelenerek, yapılan anket sonuçları sosyo-ekonomik ve çevresel yapı analizleri başlıkları altında değerlendirilmiştir.

Diyarbakır'ın Kentsel Gelişimi İçinde Hevsel Bahçelerinin Konumu

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin önemli kentlerinden biri olan Diyarbakır, tarihsel süreçte verimli toprakları ve konumu gereği birçok uygarlığa ev sahipliği yapmıştır. İlk yerleşim yeri Suriçi'ndeki İçkale olan kentin topoğrafik konumu korunmasını sağlamıştır. Kentin önemli ticari yolların üzerinde olması, besin kaynağının bol olduğu ve binlerce yıldır canlı ekonomik bir yaşamın süregeldiği “Bereketli Hilal” olarak adlandırılan bölgede yer alması, bulunduğu bazalt platonun deprem açısından güvenli olması ve Dicle Nehri'nin bıraktığı alüvyal dolgunun (Hevsel) tarımsal

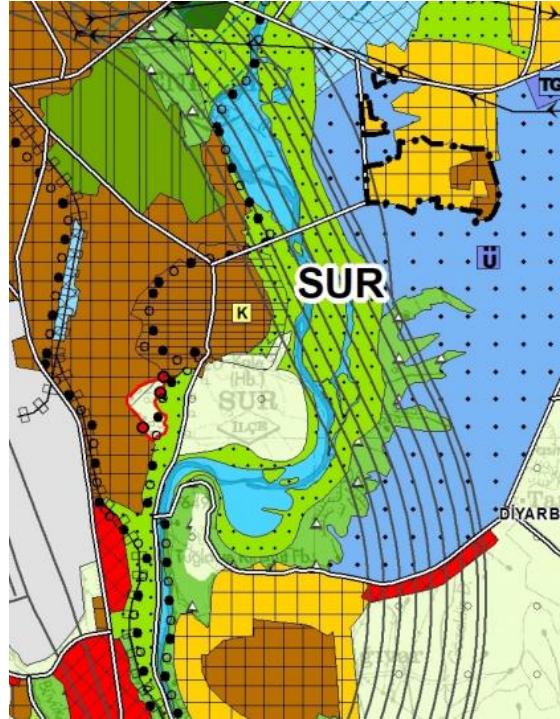
verimliliği yerleşim yeri olarak seçiminde etkili olmuştur (Dünya Miras Listesi Adaylık Dosyası, 2014).

Yapılan araştırmalara göre Hevsel'e ilk kez MÖ.9. yüzyılda Asur İmparatorluğu Dönemi'ndeki bir kitabede rastlanmaktadır. Hevsel Bahçeleri, Osmanlı Dönemi'nde sebze ve meyve üretiminin yapıldığı, arazilerin çevresinin dutluklar ile çevrildiği ve ipekçiliğin yapıldığı bir alan iken, ipekçiliği yapan çoğu gayri-müslim nüfusun kentten göçmesi ile ipekçilik azalmış ve Cumhuriyetle birlikte dutluklar yerini çoğunlukla sebze ve meyve üretimine bırakmıştır (Abakay, 2011).

Kırsaldan nüfusun 1950'lilerde kentlere göç etmesiyle düzensiz ve sağlıksız yapılaşma Diyarbakır'da da görülmeye başlamıştır. Kentin bütün sebze-meyve ihtiyacının 1960'lı yıllara kadar Hevsel Bahçeleri'nden karşılandığı bilinmektedir. Kırsaldan gelen nüfusun 1952-1965 yılları arasında Yenişehir ve Bağlar'a yerleşmesi ile kuzeye doğru hızlı bir büyüme gerçekleşmiş (Dağlı ve Çağhyan, 2021), Hevsel Bahçeleri kentin bu yöndeki gelişme aksında yer almadığından olumsuz etkilenmemiştir.

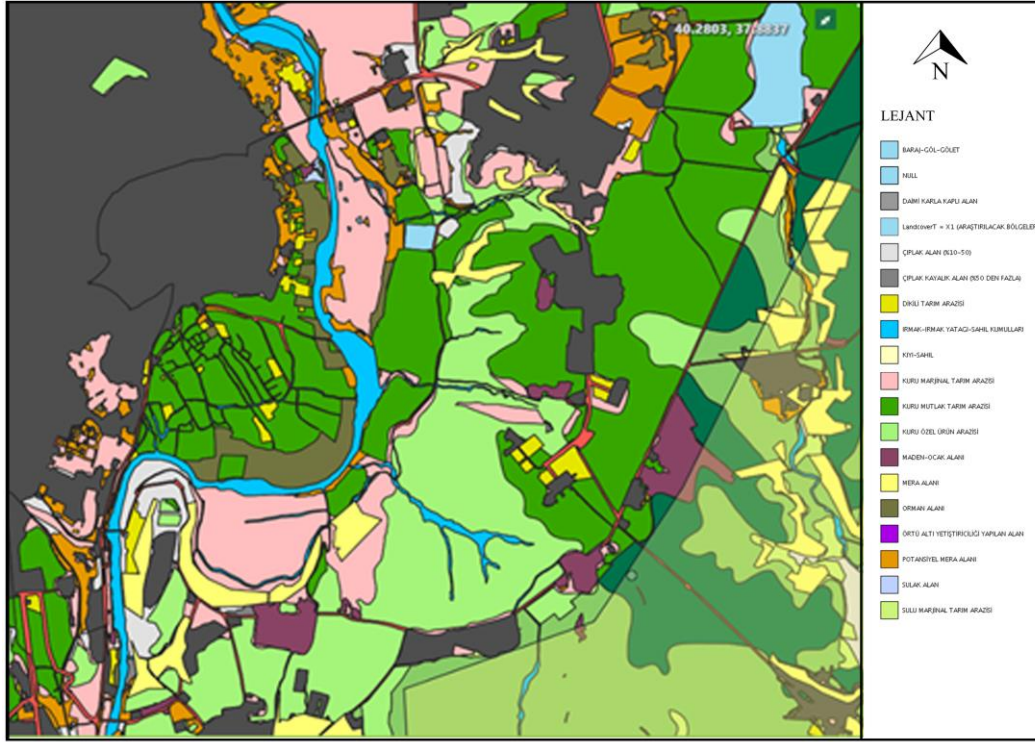
Özcanlı (2018)'e göre 1990'lı yıllara kadar Hevsel Bahçeleri'nin kuzeybatısında yer alan Ben ü Sen ve Şehitlik Mahallesi birçok su kaynağı ve verimli tarım arazilerinin olduğu bir alandır. Buradaki su kaynakları ile bahçelerin sulandığı ve bunların yanında sebze tarımının yapıldığı mahalle sakinleri tarafından anlatılmaktadır. Bu dönemde Hevsel Bahçeleri, tarihi Suriçi kentinin hemen çeperinde konumlanması ve tarım alanlarını barındırması nedeniyle kırsaldan göçle gelenlerin tercih ettiği yakın çevre içinde yer almıştır.

Hevsel Bahçeleri, 2006 yılında hazırlanan 1/25.000 ölçekli Diyarbakır Nazım İmar Planı'nda "Tarımsal Niteliği Korunacak Alan" olarak belirlenmiştir. Plana göre Hevsel Bahçeleri'nin çevresinde rekreasyon alanı, mezarlık alanları ve kentsel aktif yeşil alanlar bulunmaktadır. Bu plandaki koruma ölçütlerinin yanı sıra Hevsel Bahçeleri, 2005 yılında yürürlüğe giren 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ile korunmaktadır. Bu yasa ile Hevsel Bahçeleri'nin tarım dışı amaçla kullanılması ve imara açılması engellenmiştir. Çeşitli plan revizelerinin ardından 2022 yılında onaylanan "Adıyaman-Şanlıurfa-Diyarbakır 1/100.000 Ölçekli Revizyon Çevre Düzeni Planı Değişikliği"ne göre Hevsel Bahçeleri "Tarımsal Niteliği Korunacak Alanlar" ve Dicle Vadisi'nin Miras Alanı sınırları içinde kalan bölümü "Büyük Kentsel Yeşil Alanlar" olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Adıyaman - Şanlıurfa - Diyarbakır Planlama Bölgesi 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022)

Figure 2. Adıyaman - Şanlıurfa - Diyarbakır Planning Region 1/100.000 scale Environmental Plan



Şekil 5. Hevsel Bahçeleri ve yakın çevresi arazi sınıfları (Tarım Arazileri Değerlendirme ve Yönetim Otomasyonu, 2022)

Figure 5. Land classes of Hevsel Gardens and its surrounding

2015 yılında UNESCO miras listesine dahil edilen Hevsel Bahçeleri günümüzde kentsel tarım faaliyetlerinin sürdürüldüğü nadir yerlerden biridir. Önemli bir peyzaj alanı olan Hevsel Bahçeleri'nde çeşitli sebze-meyve üretimi devam etmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Hevsel Bahçeleri'nde meyve-sebze alanları ve kavaklık alanlar
Figure 6. Fruit and vegetable fields and poplar areas in Hevsel Gardens

Aynı zamanda Hevsel Bahçelerinin tarihi surlar ve On Gözlü Köprü ile sınırının bulunması, Dicle Nehri'ne kıyısının olması yerli ve yabancı turistlerin rotasında yer almasını sağlamıştır (Şekil 7). Tarım arazilerinin sunduğu doğal peyzaj ise alanın çevresinde turizm amaçlı gelişen kafe-restoranların artışına sebep olmuştur.

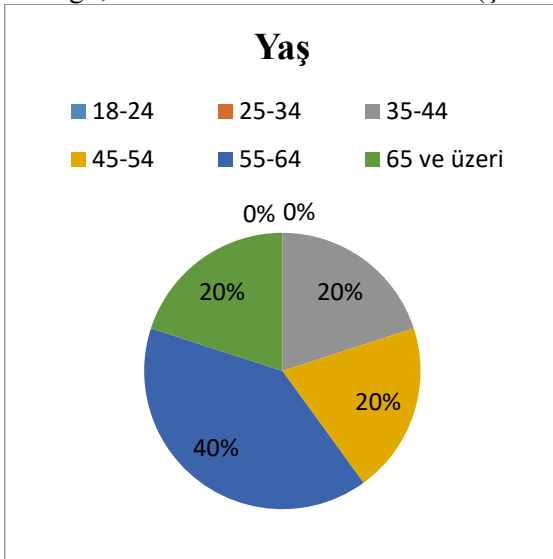


Şekil 7. Diyarbakir Surları ve Hevsel Bahçeleri (Open Edition Books, 2022)
Figure 7. Diyarbakir Walls and ve Hevsel Gardens

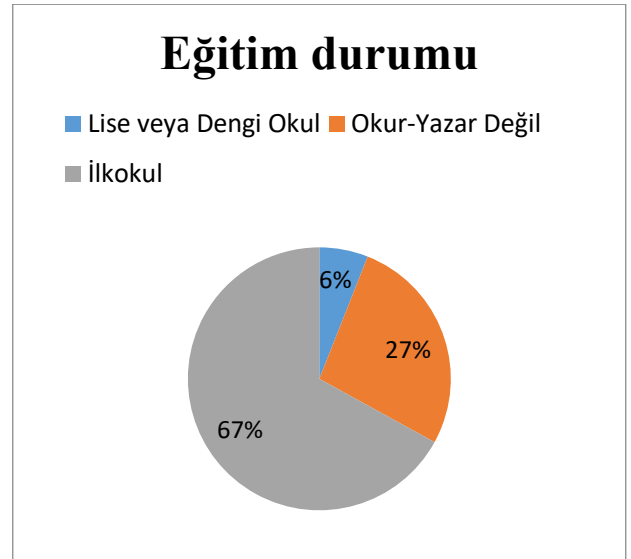
Kentin, kaleleri ve Hevsel Bahçeleri ile UNESCO miras listesinde yer alması turizm açısından tanınırlığını arttırmış, turizm amaçlı projeler geliştirilmiştir. Bu kapsamda peyzaj düzenlemeleri yapılmaya devam etmektedir.

- Sosyo- Ekonomik Yapı Analizi

Hevsel Bahçeleri'nin kentsel tarım alanı olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan anket çalışmasına katılan çiftçilerin %20'si ile 35-44 yaş aralığı, %20'si 45-54 yaş aralığı (Şekil 8), % ise erkek bireyler oluşturmaktadır. Anket katılımcılarının %6'sı lise veya dengi okullardan mezun, %40'ı 55-64 yaş aralığı, %20'si ise 65 yaş ve üzeridir. Ankete katılanların %40'ını kadın, %60'ını ise erkek bireyler oluşturmaktadır. Anket katılımcılarının %6'sı lise veya dengi okullardan mezun, %27'si okur-yazar değil, %67'si ise ilkokul mezunudur (Şekil 9).

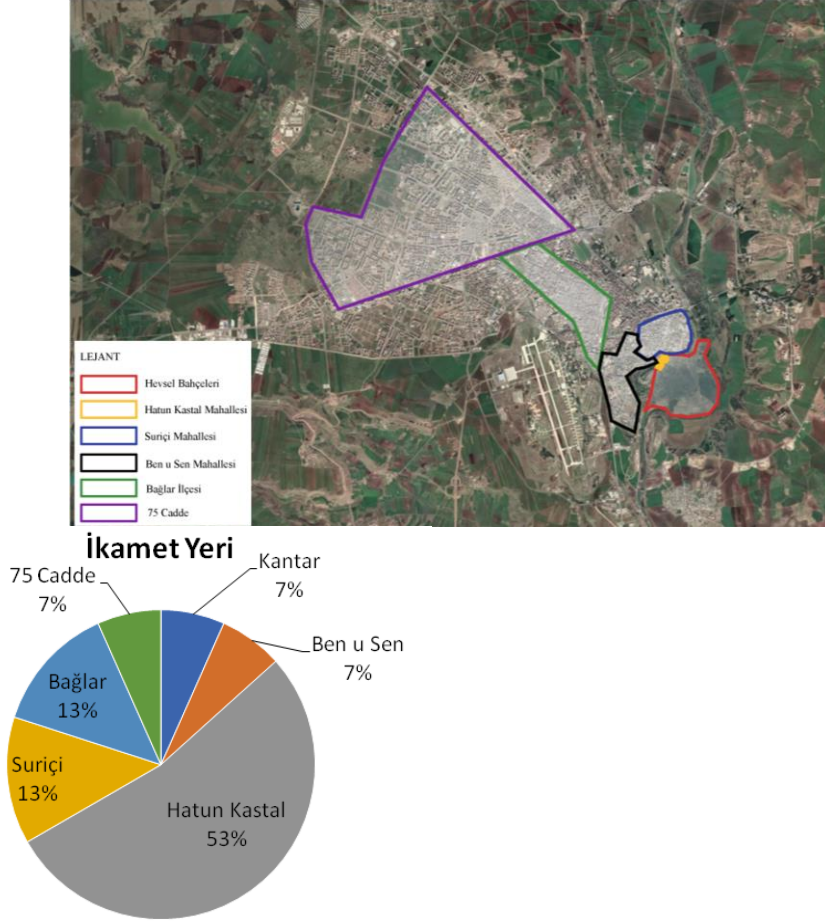


Şekil 8. Ankete katılanların yaşa göre dağılımı
Figure 8. Distribution of survey participants by age



Şekil 9. Ankete katılanların eğitim durumuna göre dağılımı
Figure 9. Distribution of survey participants by educational level

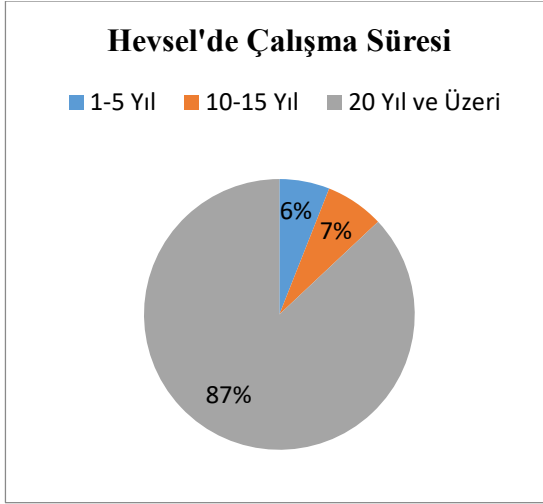
Katılımcıların %53'ü Hatun Kastal Mahallesi, %13'ü Suriçi, %13'ü Bağlar ilçesi, %7'si ise Kayapınar ilçesi sınırları içinde bulunan 75 Cadde'de (Tekel Caddesi) ve diğer %7'si Ben ü Sen Mahallesinde yaşamaktadır (Şekil 10). Hatun Kastal Mahallesi'nin tercih edilmesinin en önemli nedeni; köyden gelen ve tarımla geçimini sağlayan çiftçilerin Hevsel Bahçeleri'nde tarım yapıp kentteki ekonomik ihtiyaçlarını karşılamaktır.



Şekil 10. Hevsel Bahçeleri'nde çalışan çiftçilerin ikamet yerleri
Figure 10. Residence of farmers working in Hevsel Gardens

Hevsel Bahçeleri'nde çalışan ailelerin %47'si kendi evi, %40'ı Hevsel Bahçeleri'ne yakın olduğu için tercih etmiş, %13'ü ise diğer olarak yanıt vermiştir. Yaşadıkları mahalleye %73'ü göç nedeniyle gelmiştir. Göç ile gelen ailelerin %73'ü geri dönmeyi düşünmemekte, %27'si ise geri dönmek istemektedir.

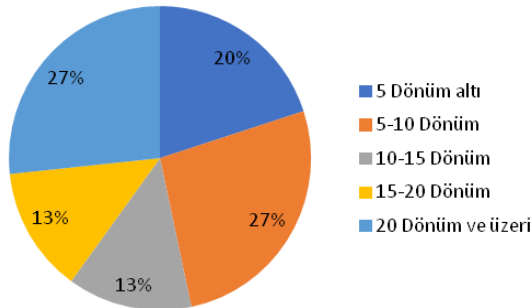
Katılımcıların %6'sı 1-5 yıl, %7'si 10-15 yıl, %87'si ise 20 yıldan fazla süredir Hevsel Bahçeleri'nde çalışmaktadır (Şekil 11). Katılımcıların %13'ü hobi ve %87'si ekonomik kaygılar nedeniyle tarımla uğraşmaktadır. Katılımcıların %33'ü tarım dışında başka bir meslek ile uğraşmakta, %67'si ise başka bir işte çalışmamaktadır. Başka bir işte çalışanlar "kafe işletmeciliği, bakkal, ticaret, çeyizlik eşya satışı" gibi işlerle uğraştıklarını belirtmiştir.



Şekil 11.Çiftçilerin Hevsel Bahçelerinde çalışma süresi
Figure 11. Working years of farmers in Hevsel Gardens

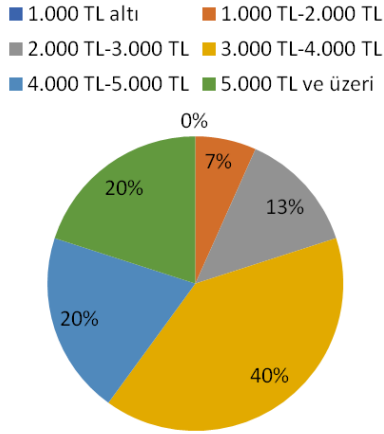
Hevsel Bahçeleri'nde Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Vakıflar ile şahıslara ait mülkiyetler bulunmaktadır. Hevsel Bahçeleri'ni kullanan katılımcıların %40'ı yer sahibi, %40'ı kiracı ve %20'si ise hem tarla sahibi hem de kiracıdır. Hem tarla sahibi hem kiracı (karma mülkiyet) olan çiftçiler kendi arazileri yeterli gelmediğinden üretim yaptıkları tarım arazilerinin bir bölümünü şahıs, kurum veya vakıflardan kiralamışlardır. Kiracı ve karma mülkiyeti olan çiftçilerin %78'i şahıslardan, %22'si ise vakıflardan kiralamıştır. Kiralanan tarlanın yıllık kirasının 5.000 TL üzeri olduğu belirtilmiştir.

Katılımcıların %20'si 5 dönüm altı, %27'si 5-10 dönüm, %13'ü 10-15 dönüm, %13'ü 15-20 dönüm ve %27'si ise 20 dönüm ve üzeri büyüklüğündeki tarım arazilerinde çalışmaktadır (Şekil 12). Katılımcılar, çalıştıkları tarım arazisinin büyüklüğünün yeterli olup olmadığı sorusuna %27'si idare eder, %33'ü hayır, %40'ı ise evet yanıtını vermiştir.

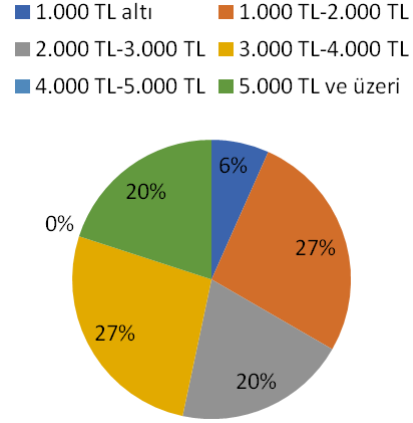


Şekil 12. Çiftçilerin çalıştıkları arazi büyüklüğü
Figure 12. The size of the land on which the farmers work

Katılımcıların %7'si 1.000 TL-2.000 TL, %13'ü 2.000 TL-3.000 TL, %40'ı 3.000 TL-4.000 TL, %20'si 4.000 TL-5.000 TL, %20'si 5.000 TL üzeride aylık gelire sahiptirler (Şekil 13). Hevsel Bahçeleri'nden aylık geliriniz ne kadardır? sorusuna katılımcıların %6'sı 1.000 TL altı, %27'si 1.000 TL-2.000 TL, %20'si 2.000 TL-3.000 TL, %27'si 3.000 TL-4.000 TL, %20'si 5.000 TL üzeri olarak yanıt vermiş ve 4.000 TL-5.000 TL arası olarak cevap veren olmamıştır (Şekil 14).



Şekil 13. Çiftçilerin aylık geliri
Figure 13. Farmers' monthly income

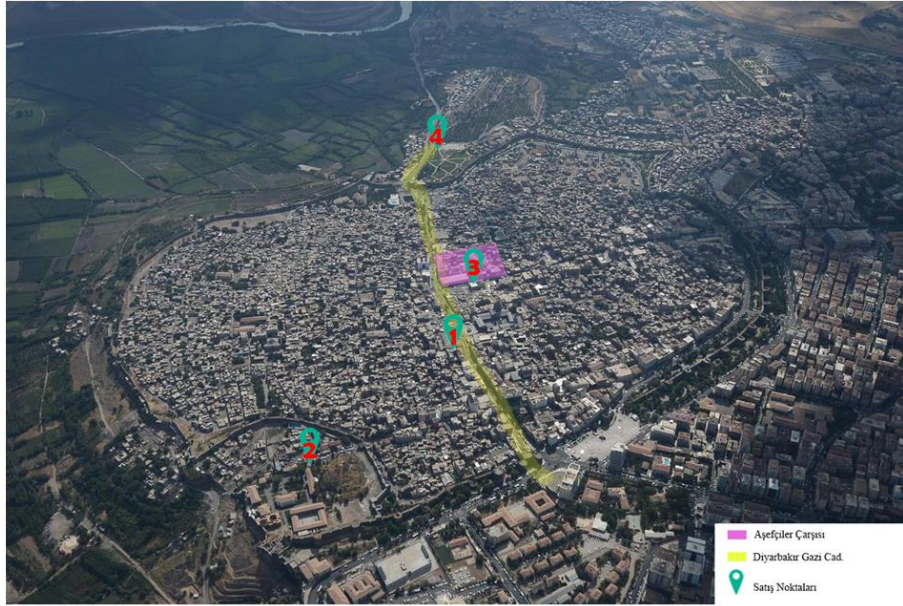


Şekil 14. Çiftçilerin Hevsel Bahçeleri'nden aylık geliri
Figure 14. Farmers' monthly income from Hevsel Gardens

Katılımcıların %6'sının 1.000 TL altı, %27'sinin 1.000 TL-2.000 TL, %20'sinin 2.000 TL-3.000 TL, %27'sinin 3.000 TL-4.000 TL, %20'sinin 5.000 TL üzeri tarım amaçlı aylık masrafları olmaktadır. Katılımcıların %6'sı tarımdan elde edilen gelirin ailenin tüm ihtiyaçlarını karşıladığını, %67'si karşılamadığını belirtmiş, %27'si idare eder şeklinde cevap vermişlerdir. Bununla beraber yüz yüze yapılan anket sırasında tarımdan kazancının olmadığı, günlük masrafları ancak çıkardığı ve gıda ihtiyaçlarını da tarımdan elde ettikleri sebze ve meyveler ile karşıladıklarını, herhangi bir birikim yapamadıklarını dile getiren çiftçiler olmuştur.

Hevsel Bahçeleri'nde katılımcıların %13'ü mısır, %13'ü kavak, %13'ü hem sebze hem meyve, %14'ü meyve, %47'si ise sebze yetiştirmektedir. Hevsel Bahçeleri'nde sebze olarak domates, patlıcan, salatalık, kabak, biber, turp, marul, roka, nane, dereotu, tereotu, yarpuz, yeşil soğan, reyhan, fasulye, ıspanak, pırasa gibi sebzeler yetişmekte, meyve olarak ise; erik, ceviz, şeftali, üzüm, dut, kayısı, ayva, çilek, karpuz, kavun üretilmektedir. Endüstriyel ürün olarak ise mısır, pamuk ve kavak yetiştirilmektedir.

Hevsel Bahçeleri'nden elde edilen sebze, meyve ve endüstriyel ürünler kentin besin ve ekonomik ihtiyacını karşılamaya devam etmektedir. Bu ürünler kentin yerel pazarlarında satılmaktadır. Katılımcıların %87'si üretilen tarım ürünlerini satmakta, %13'ü satmamaktadır. Üretilen ürünleri katılımcıların %8'i Yeni Hal'de, %23'ü tarlada, %69'u ise Mardin Kapı Mezarlığı girişinde kurdukları Perşembe Pazarı'nda satmaktadır. Çiftçilerden edilen bilgilere göre Hevsel Bahçeleri'nde sebze-meyve üretimini büyük arazilerde yapan çiftçiler ürünleri Bağlar ilçesinde bulunan Yeni Hal sebze ve meyve pazarına götürmektedirler. Daha az üretim yapan çiftçiler ise Suriçi bölgesinde satışa sunmaktadırlar. Bu satış noktaları tarihi ve turistik cadde olarak bilinen Gazi Caddesi üzerinde, Aşefçiler Pazarı olarak bilinen Sipahiler Çarşısı'nın içinde daimi olarak veya çarşı girişinde seyyar olarak, müzeler bölgesi olarak bilinen İç Kale peyzaj alanında seyyar arabalar ile satış yapmaktadırlar (Şekil 15). Katılımcıların %87'si pazar ihtiyacı olduğunu, %13'ü ise ihtiyaç olmadığını belirtmişlerdir. Pazar sizce nerede kurulmalı? sorusuna katılımcıların %7'si diğer, %13'ü Mardin Kapı Mezarlığı girişinde, %20'si Suriçi'nde, %60'ı ise Hevsel Bahçeleri'ne yakın olarak yanıtlamışlardır. Diğer sorusuna cevaben 'yeni yapılan mahallelere yakın' cevabı verilmiştir.



Şekil 15. Suriçi Bölgesi tarımsal üretim pazarlama noktaları (1) Gazi Caddesi (2) İç kale bölgesi (3)Aşefçiler Çarşısı (4) Mardin Kapı Mezarlığı (Google Earth, 2022)

Figure 15. Suriçi Region agricultural production marketing points

Anket sonuçlarına göre Hevsel Bahçeleri'nde çalışanlar genelde düşük gelir sahibi ve göçle gelenlerden oluşmaktadır. Yaşam alanı olarak çoğunlukla Hevsel Bahçeleri'ne yakın yerlerde oturmayı tercih etmişlerdir. Elde ettikleri gelir tarımdaki masraflarını ve ev ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalmaktadır. Yetiştirilen ürünler kentin belli yerlerinde pazırlanmakla beraber düzenli pazar ihtiyaçları bulunmaktadır. Hevsel Bahçeleri'nde üretilen tarımsal ürünlerin satışında önemli bir pazarlama alanı olan Suriçi bölgesi, burada yaşayan nüfusun ucuz gıdaya erişiminde büyük rol oynamaktadır. Hevsel Bahçeleri'nin kentsel tarım alanı olarak kullanımı sosyo-ekonomik açıdan önemli olmakla birlikte, üretici açısından çeşitli problemlerin olduğu görülmektedir.

- Çevresel Yapı analizi

Çevresel yapı analizi; anket sonuçları, çiftçi görüşleri, sahadan elde edilen fotoğraflar ve hava fotoğrafları ile yapılmıştır. Üreticilere sulama sistemi, tarımsal ilaç kullanımı, tarımsal verim, UNESCO miras alanı olmasından kaynaklı çevredeki düzenlemelerin etkileri ile çevresel sorunlar sorulmuştur.

Tarım alanlarını sulama için katılımcıların %19'u Anzele, %81'i ise hem atık su hem de Anzele'yi kullanmaktadırlar. Hevsel Bahçeleri Diyarbakır'ın arıtılmamış kentsel atık suları ile sulanmakta ve arıtma işlemi yapılmadan Dicle Nehri'ne akmaktadır. Bu nedenle hem toprakta hem de nehirde ciddi oranda kirliliğe neden olmaktadır (Ceylan, 1999). Dicle Nehri'den sulama, çevresindeki sulu tarım alanlarının olduğu pamuk ve kavaklık alanlarda, Anzele ve kentsel atık su ise sebze-meyve üretiminin yapıldığı alanlarda yapılmaktadır. Alanda sulama, geleneksel yöntemlerden olan salma sulama ile yapıldığından, mevcut su kaynakları alanın tamamını sulamakta yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, geleneksel sulama tekniklerinin kullanılması suyun verimli kullanılmasını engellediği gibi aşırı sulamaya bağlı verimli toprağın yitimi sorunuyla da karşılaşmaktadır (Dünya Miras Listesi Adaylık Dosyası, 2014).

Bütün katılımcılar geçmiş yıllara göre tarımda düşüş yaşandığını ifade etmekte ve Hevsel Bahçeleri'nde tarım sektörünü geliştirmek adına karşılaştıkları sorunları aşağıdaki gibi belirtmektedirler:

- Sulama sistemi uygun değil
- Yollar bozuk ve ürün taşımakta sorunlar yaşıyoruz
- Pazar ihtiyacımız var
- Işıklandırma yetersiz
- Tarım desteği yetersiz.

Katılımcılar Hevsel Bahçeleri'nde toprak kirliliği, su kirliliği, çevredeki çöp, molozlardan oluşan kirlilik, işletmeler ve yapılaşma gibi sorunlarla karşılaştıklarını belirtmiştir. Hevsel

Bahçeleri’nde yapılan alan çalışmaları sırasında alanın ciddi bir şekilde kirlilik tehdidi altında olduğu gözlemlenmiştir. İnşaat atıkları, plastik atıklar gibi ekosisteme zarar verecek çöpler sürekli olarak alana bırakılmaktadır. Ayrıca, katılımcıların tamamı tarımda ilaç kullandığını belirtmiştir. Bu durum toprak ve su kirliliğini beraberinde getirmektedir.

Hevsel Bahçeleri’nde tarım arazileri zamanla küçük parselli bostanlardan daha büyük parselli mısır alanlarına dönüşmüştür. Mısır üretimi için ihtiyaç duyulan arazilerin oluşturulması amacıyla küçük parselli bostanların sınırlarında yer alan meyve ağaçları kesilerek araziler büyütülmüştür. Hevsel Bahçeleri’nin sebze-meyve ağırlıklı ürün deseni bozulmuştur. Meyve ağaçlarının sökülmesi için alanda ağır iş makinelerinin kullanılması alanın ekolojisine zararlar vermektedir.

Katılımcıların %87’si Hevsel Bahçeleri çevresindeki düzenlemelerin tarımı olumsuz etkilediğini belirtmiş, %13’ünü ise “bilmiyorum” yanıtını vermiştir. Hevsel Bahçeleri etrafında gelişen rekreasyon amaçlı kafe, restoran, millet bahçesi gibi düzenlemeler ile insan baskısı altındadır. İşletmeler ve rekreatif amaçlı inşa edilen parklar bahçelerin ve nehrin çevresine konuşlanmış, kıyı kullanımından kaynaklı nehirde çöpler tespit edilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Hevsel Bahçeleri çevresinde Millet Bahçesi’nin inşası (solda) ve Dicle Nehir kıyı bandını işgal eden işletmeler (sağda)

Figure 16. The construction of the Nation's Garden around Hevsel Gardens (left) and businesses occupying the Tigris River shoreline (right)

Katılımcılara, UNESCO sürecinin nasıl algılandığına ilişkin sorular yöneltilmiştir. Hevsel Bahçeleri’nde çalışan çiftçilerin %27’si UNESCO’yu daha önce duymamış, %73’ü ise duymuştur. Katılımcıların %73’ü UNESCO’nun Hevsel Bahçeleri’ne olumsuz katkısı olduğunu, %27’si ise bilmediğini belirtmiştir. Bu anlamda, tarla sahipleri Hevsel Bahçeleri’nin UNESCO listesine alınmasıyla kendi bahçelerinde özgürce üretim yapamadıklarını belirtmektedir. UNESCO’dan beklentileriniz var mıdır? sorusuna katılımcıların %13’ü bilmiyorum, %20’si hayır ve %67’si ise evet yanıtını vermişlerdir. UNESCO’dan beklentiler aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

- Bahçelerin tarım alanı olarak devamlılığının sağlanması için tarım desteği,
- Bahçelere giden yolların onarılması,
- Bahçelerde ihtiyaç duyulan elektrik ve su ihtiyacının karşılanması yanıtları verilmiştir.

Sahada yapılan incelemeler ve fotoğraflar doğrultusunda alanda ciddi çevresel problemlerin olduğu sonucu çıkmıştır. Alanın yapılaşma baskısı altında olduğu, bahçelerin ürün deseninin değiştiği, koruma altında olan bostan ve nehrin denetleme mekanizmalarının olmadığı tespit edilmiştir. Tarımsal faaliyetlerin sağlıklı işletilmesi için gerekli organizasyonun olmadığı, pazar sıkıntısının olduğu da mezarlık girişi ve Suriçi bölgesindeki dağınık pazarlama faaliyetlerinden anlaşılmaktadır.

Özetle, Hevsel Bahçeleri’nde sulama, ulaşım, pazarlama, aydınlatma, tarımsal destek açısından sıkıntılar bulunmakta, toprak ve su kirliliği gibi çevre sorunları yaşanmakta, çevredeki turizm ve ticaret odaklı düzenlemelerden kaynaklı baskı oluşmakta ve UNESCO konusunda çekinceler bulunmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Hevsel Bahçeleri kent içinde yer alan tarihi bir kültürel peyzaj alanı olmakla beraber kentin alt gelirli nüfusunun ucuz gıdaya ulaşımını sağlayan önemli bir tarım alanıdır. Uzun yıllardır kullanılan bu tarihi alan kente göç eden nüfusun tarlaları ekip biçmesi ile tarımsal alan olarak işlevini günümüzde de sürdürmektedir. Hevsel Bahçeleri'nin kentsel tarım alanı olarak devamlılığının sağlanması ve tarımsal üretimi arttırmak amacıyla çevresel ve sosyo-ekonomik boyutlarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Hevsel Bahçeleri'ndeki çevresel ve sosyo-ekonomik sorunlar ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Çizelge 1):

Çizelge 1. Hevsel Bahçeleri'ndeki çevresel ve sosyo-ekonomik sorunlar ve öneriler
Table 1. Environmental and socio-economic problems and suggestions in Hevsel Gardens

| | | Sorunlar | Öneriler |
|--------------------------|-------------------------------|--|--|
| Çevresel Sorunlar | Sulama Sistemi | Hevsel Bahçeleri'nde sulama işlemi kentin atık suları ve yağış miktarına bağlı olarak zaman zaman azalan Anzele kaynak suyu ile yapılmaktadır. Diyarbakır ikliminin kurak olması ve suyun yetersiz olması bahçelerin kentin arıtılmamış atık suları ile sulanmasına neden olmuştur. | Hevsel Bahçeleri'nde tarımsal alanın verimliliği ve devamlılığı için sulama sistemine yönelik projeler geliştirilip sulama sorununa çözüm bulunmalı, kentsel atık su arıtılmalı veya kullanımı yasaklanmalıdır. |
| | Toprak ve Su Kirliliği | Bahçelerde kullanılan atık su ve zirai ilaçlar toprak ve su kirliliğine neden olmaktadır. Atık su ile yapılan sulama neticesinde zararlı organizmaların ürünlere bulaşarak insan sağlığını tehdit etmesi olasıdır. | Hevsel Bahçeleri'ndeki toprağın ve nehir suyunun kirlenmesine neden olabilecek etkenler ortadan kaldırılmalıdır. Toprak koruma projeleri hazırlanmalı, alanın toprak kalitesi düzenli olarak kontrol edilmelidir. Bununla beraber atık su kullanımı yasaklanmalı ve kullananlar ile ilgili denetimler yapılmalıdır. |
| | Yapılaşma | Dicle Nehri'nin çevresinde gelişen sosyal tesisler; çay bahçeleri, rekreasyon alanları, parklar, millet bahçesi ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan çöp ve molozlar hem nehri hem toprağı kirletmekte, alanın ekosistemini ve Hevsel Bahçeleri'ndeki tarımı olumsuz etkilemektedir. | Alanın çevresinde gelişen yapılaşma ve tesislerin önüne geçilmeli, kent ekolojisinin devamlılığı sağlanmalı ve kentin doğal peyzajı korunarak yeşil alanın sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Rekreasyon amaçlı yapılan parklar, bahçeler, kafe-restoranlar koruma-kullanma faktörü göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. |

| | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---|--|
| | Yollar ve Işıklandırma | Hevsel Bahçeleri'nde tarım yapan aileler ürettikleri ürünleri satış noktasına götürmek için ihtiyaç duyulan yolların bakımının yapılmadığını, çamur olan bahçe yollarında araçların zorlandığını, ışıklandırmanın yetersiz olmasına bağlı olarak güvenlik sorunu ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir. | Alandaki sorunlu yolların bakımı yapılmalı, bahçelerdeki üretime ve alanın ekolojik yapısına zarar vermeyen ulaşım ağı projesi geliştirilmelidir. Alanın güvenli kullanımı için ihtiyaç duyulan ışıklandırma yapılmalıdır. |
| | Pazar İhtiyacı | Bahçelerde üretilen tarımsal ürünlerin satışı için alanın çevresinde yerel yönetimlerin belirlemiş olduğu bir pazar alanının olmayışı çiftçiler için sorun olmakta, çiftçilerin tarihi Suriçi Bölgesi'nde dağınık bir şekilde pazarlama yapmalarına sebep olmaktadır. | Meyve-sebze üretimi yapan üreticiler için Hevsel'e yakın konumda bulunan ve çiftçilerin pazar alanı olarak kullandığı Mardin Kapı Mezarlığı çevresinde veya Suriçi Bölgesi'nde pazar alanı tesis edilmelidir. |
| Sosyo-Ekonomik Sorunlar | Tarımsal Destek | Alanda çalışan çiftçilerin bir kısmı ekonomik geliri düşük aileler olduğundan üretim için ihtiyaç duyulan masrafları çıkaramamakta ve alanda yeterince üretimi yapılamamaktadır. Elde edilen gelir ailelerin sadece günlük ihtiyaçlarını karşılamaktadır. | Üretim için ihtiyaç duyulan zirai ilaçlar, elektrik, ulaşım, dağıtım ve pazarlama masrafları ile ilgili çiftçilere destek sunulmalıdır. Alanın korunması ve sürdürülebilirliği açısından tarımsal faaliyetleri destekleyici eğitim ve maddi destekler sağlanarak üretici teşvik edilmelidir. |
| | Mülkiyet Durumu | Hevsel Bahçeleri'nin parçalı mülkiyet durumu arazilerin tarım amaçlı kullanılmasındaki denetimi zorlaştırmaktadır. Tarım arazilerini vakıflardan ve kurumlardan kiralayan çiftçiler kontrolsüz tarım yapmakta, arazilerin çevrelerindeki meyve ağaçlarını keserek arazileri birleştirmekte veya arazilere konut yapmaktadırlar. | Alanın mülkiyet yapısına yönelik çalışmalar yapılmalı ve arazilerin kontrolsüz kullanımının önüne geçilmelidir. Tarımsal üretimin daha verimli olması ve alanın korunması için kiralanan arazilerin uzun süreli kullanımı sağlanmalıdır. |
| | Göç | Kente göç ile gelip ekonomik anlamda güçlük çekenler Hevsel Bahçeleri'nde tarım yapmayı bir fırsat olarak görmekte ve bahçelerin etrafına kaçak yapılar inşa ederek yerleşmektedirler. | Alana göç ile gelip bahçelerin çevresine yerleşen nüfus kontrol altına alınmalı, plansız yapılaşmanın önlenmesine yönelik tedbirler alınmalıdır. |

| | | | |
|--|-------------------------|--|--|
| | Turizm ve UNESCO | Diyarbakır Surları ve Hevsel Bahçeleri'nin UNESCO listesinde yer alan tarihi kültürel peyzaj alanı olması turistlerin ilgisini çekmektedir. Tarımsal ekonominin yetersiz kaldığını dile getiren bahçe sahipleri veya şahıslar tarafından bostanların etrafına çay bahçeleri gibi ticari amaçlı işletmelerin kurulmasına neden olmaktadır. Anket katılımcıların bir kısmının UNESCO'yu bilmedikleri, alanın tarihi miras değeri olduğunun farkında olmadıkları tespit edilmiştir. Alanın tarihi ve doğal yapısı ile ilgili bilgilendirici ve yönlendirici levha ve panolar bulunmamaktadır. | Turizm amaçlı alanın çevresinde gelişen yapılaşma ve buna bağlı kirliliğin önüne geçilmelidir. Alanın tanıtımı için üreticiler ve alanı ziyaret eden turistler UNESCO miras alanı olan Hevsel Bahçeleri ile ilgili bilinçlendirilmelidir. Alanın tarihi ve doğal özellikleri turizm açısından önemli bir değerdir ve devamlılığı için ekolojik yapısına zarar vermeyecek kontrollü bir gezi rotası oluşturulmalıdır. |
| | Denetleme | Hevsel Bahçeleri'ndeki tarımsal faaliyetler ve üretim takip edilmemekte, alanın çevresinde gelişen yapılaşma ve kirlilik önlenmemektedir. | Alanın hem tarihi doğal yapısı hem de tarımsal üretiminin devamlılığının sağlanması için alan ve çevresindeki gelişmeler, tarımsal üretim ve pazarlama denetlenmeli ve daha etkin hale getirilmelidir. |

Kentsel tarım sağladığı olanaklar, gıda ve iş gücü ile kentin sosyo-ekonomisine ve ekolojisine katkıda bulunan bir uygulamadır. Hevsel Bahçeleri'nin konumu, tarihi, doğal ve sosyo-ekonomik yapısı, kent ile kurduğu ilişki tarımsal varlığını sürdürmesi açısından önemlidir. Bu nedenle alanın tarımsal faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için tarımsal yönetiminin iyi yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda üretim, pazarlama, turizm gibi faktörler bir bütün olarak değerlendirilmeli ve yönetsel kararlar alınmalıdır. Çiftçi sayıları, ürettikleri ürünler ve miktarları kayıt altına alınmalı, üretim daha kontrollü bir yapıya kavuşturulmalı ve gıda güvenliği sağlanmalıdır. Bununla beraber Hevsel Bahçeleri'nin kentin göç eden nüfusuna önemli bir geçim kaynağı olması nedeni ile kent ekonomisine katkı sağlaması, işsiz nüfus için istihdam alanı oluşturması, hem tarımda çalışan ailelere hem de topluma faydası olması açısından korunması önemlidir.

Hevsel Bahçeleri'nin doğal ve kültürel peyzaj değerleri nedeniyle UNESCO listesinde yer alması ile dünya çapında bilinirliği açısından önemli bir adım atılmıştır. Doğru, kontrollü ve sürdürülebilir turizm politikalarının uygulanamaması durumunda Hevsel Bahçeleri'ne yapılaşma baskısı olacağı ve çeşitli sorunların artacağı düşünülmektedir. Turizm amaçlı nehrin kent içine dahil edilmesi gibi projelerin geliştirilmesi alanın ekosistemine zarar verecek nitelikte olabilmektedir. Dolayısıyla, Hevsel Bahçeleri ve nehir bir bütün olarak değerlendirilmeli, havzanın korunması için ekolojik planlar hazırlanmalıdır. Hevsel Bahçeleri'nin tarihi miras varlığı olduğu ve korunması ile ilgili yerel halk bilinçlendirilmeli, turizm çalışmalarında yerel halkın da aktif katılımı sağlanmalı, planlama ve tanıtım faaliyetleri yapılarak yöredeki tüm paydaşların bir arada çalışması ile turizmin gelişimine katkı sunulmalıdır.

Hevsel Bahçeleri tarihi kent Suriçi ve Dicle Nehri ile günümüze kadar varlığını sürdüren nadir örneklerden biridir. Bu alanda devam eden tarım kentin bir parçasıdır ve kentsel tarım alanı olarak değerlendirilmektedir. Tarımsal faaliyetler ve doğası ile kentin önemli parçasını oluşturan, peyzaj açısından görsel ve estetik manzara sunan bu alanlarda tarihi yapılar gibi tarımın da ortak bir değer olduğu düşüncesi ile tarımsal miras bilinci güçlendirilmeli ve korunmalıdır. Hevsel Bahçeleri ve çevresi için önerilen projelerin bu dokuyu geliştiren ve koruyan nitelikte olması gereklidir.

Teşekkür

Bu çalışma, 2022 yılında Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış ve bu kapsamda geliştirilerek makale haline getirilmiştir.

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

- Abakay, M. A., 2011. Tarihten bugüne Eşel Bahçeleri. Türkiye Yazarlar Birliği. <https://www.tyb.org.tr/tarihten-bugune-esfel-bahceleri-2839yy.htm>. (Erişim tarihi: 12 Haziran 2022)
- Bryld, E., 2003. Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and Human Values*. 20(1):79-86.
- Ceylan, A., 1999. Diyarbakır Hevsel Bahçeleri'ne kullanılan kentsel atık suyun sağlık üzerine etkileri (Uzmanlık Tezi). Dicle Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2022. Adıyaman - Şanlıurfa - Diyarbakır Planlama Bölgesi, <https://mpgm.csb.gov.tr/adiyaman---sanliurfa---diyarbakir-planlama-bolgesi-i-82181> (Erişim tarihi: 10 Mayıs, 2022)
- Dağlı, D., Çağlıyan, A., 2021. Kentsel gelişim ve dönüşüm sürecinin belirlenmesi: Diyarbakır örneği. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*. 43:212-234.
- Dünya Miras Listesi Adaylık Dosyası. 2014. Diyarbakır Kalesi ve Hevsel Bahçeleri Kültürel Peyzajı Alan Yönetimi. Diyarbakır: Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi.
- Google Earth. 2022. Hevsel Bahçeleri. <https://earth.google.com/web/>. (Erişim tarihi: 30 Mayıs, 2022)
- Karaarslan, M., 2018. Diyarbakır Suriçi bölgesinin yeniden inşası ve hukuksal boyutu, *DÜHFD*. 23(39):335-373.
- Karabağ, H., 2020. İkinci Dünya Savaşı sonrası Amerikan tarım politikaları ve az gelişmiş ülkeler tarımsal ekonomisi üzerindeki etkileri (1945-2000). *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 22(40): 253-299.
- Karadoğan, S., Kuzucuoğlu, C., 2017. Diyarbakır Hevsel Bahçeleri ve Dicle Nehri: Arazi değişimlerinin jeomorfolojik kayıtları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 60(1):63-76.
- Keskin, N. E., Yıldırım, C., 2019. Küba'da kentsel tarım uygulamaları: Havana örneği. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*. 11 (2):149-162.
- Mazoyer, M., Roudart, L., 2016. Dünya tarım tarihi neolitik çağdan günümüzdeki krize. Şule Ünsaldı (çev.), Ankara: Epos Yayınları.
- Mougeot, L.J., 2000. Urban agriculture: Definition, presence and potentials and risks. *Thematic Paper*. 1:1-42.
- Open Edition Books. (2022). Diyarbakır Kalesi ve Hevsel Bahçeleri Kültürel Peyzajı Yönetim Planı. <https://books.openedition.org/ifeagd/1248>. (Erişim tarihi: 12 Haziran 2022)
- Özcanlı, M., 2018. Diyarbakır şehrinin alansal gelişimi ve tarım arazileri üzerindeki etkileri. *The Journal of Academic Social Sciences*. (64):479-506.
- Smit, J. Nasr, J., Ratta, A., 2001. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme) Urban Agriculture Food, Jobs and Sustainable Cities. Chapter 2: Urban Agriculture Yesterday and Today.
- Sur Belediyesi, 2022. Sur İlçe Belediye Başkanlığı, İmar ve Şehircilik Müdürlüğü.
- Tarım Arazileri Değerlendirme ve Yönetim Otomasyonu (TAD). 2022. Tarım Dışı Yetkilendirme ve Toprak Etüt Portalı. <https://tad.tarim.gov.tr/odin/gis/browser>. (Erişim tarihi: 12 Haziran, 2022)
- UNDP, 1996. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme). Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities.



Reserach Article

Preharvest Applications of Alginate, Salicylic Acid and Oxalic Acid Have a Synergistic Effect on Quality and Storability of Red Globe Grape Variety (*Vitis vinifera* L.)

Erdoğan Bal^{1*}  Demir Kök¹  Ali İzzet Torçuk²  Gamze Uysal Seçkin² 

¹Tekirdağ Namik Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 59300, Tekirdağ, Türkiye
²Growing Techniques Department, Tekirdağ Viticulture Research Institute, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, 59300, Tekirdağ, Türkiye
*Sorumlu yazar: ebal@nku.edu.tr

Received Date: 07.09.2023

Accepted Date: 19.12.2023

Abstract

This study aimed to evaluate the synergistic effect of preharvest spraying with alginate and in combination with salicylic acid (SA) and oxalic acid (OA), on the quality parameters and storage life of 'Red Globe' grape variety at 0-1°C with 85-90% relative humidity for 60 days. Data of physical and chemical quality parameters were collected at 15-day intervals. The results have shown that alginate coatings delayed changes in weight loss, firmness and berry color compared to control. Alginate coating enriched with oxalic acid and salicylic acid proved to be the most effective applications in restricting stem browning and decay incidence in grapes. Moreover, these formulations contributed to the high antioxidant potential of coated grapes by enriching the phenolic compound content. These findings reveal that preharvest spraying of clusters with alginate combined with SA and OA applications may have high potential for improving storage quality of commercial grapes.

Keywords: Table grape, preharvest application, edible coating, quality.

Hasat Öncesi Uygulanan Alginat, Salisilik asit ve Okzalik Asit Uygulamalarının Red Globe Üzüm Çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) Kalitesi ve Muhafazası Üzerine Sinerjik Etkisi

Öz

Bu çalışma, hasat öncesi dönemde alginatın teksel ve, salisilik asit ve okzalik asit ile birlikte uygulanmalarının Red Globe üzüm çeşidinin 0-1 °C ve % 85-90 oransal nemde 60 gün süre ile muhafaza edilebilme süresi ve kalite parametreleri üzerine olan sinerjik etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çeşide ait fiziksel ve kimyasal kalite parametre verileri 15 günlük aralıklar ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçları kontrol ile karşılaştırıldığında alginat ile kaplama işleminin üzüm çeşidinde ağırlık kaybı, meyve sertliği ve tane kabuk rengi değişimlerinde gecikmelere neden olduğunu göstermiştir. Üzümüne uygulanacak alginatın okzalik asit ve salisilik asit ile zenginleştirilerek kaplanması, salkım iskeleti sararması ve çürüme durumunu sınırlamada en etkili uygulama olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca bu kombinasyonlar ile kaplanmış üzümlerde daha yüksek antioksidan potansiyelinin oluşmasına katkı sağlayan fenolik bileşiklerin miktarının artmasına neden olmuştur. Bu bulgular, hasat öncesi dönemde salkımlara salisilik asit ve okzalik asit ile kombine edilmiş alginat uygulamalarının, ticari üzümün muhafaza kalitesini iyileştirmede yüksek potansiyele sahip olabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sofralık üzüm, hasat öncesi uygulama, yenilebilir kaplama, kalite

Introduction

Grapes are among the most widely produced fruits in the world, with approximately 73.5 million tons produced each year, and is one of the most diffused fruits. As of 2021, Turkey, one of the major countries producing grapes, was ranked sixth in the world with a 4.2 million tons grape production (Anonymus, 2021). The "Red Globe" cultivar, a premium, seeded, red table grape that can

be preserved in the cold for longer-term export and domestic market, is also widely grown throughout Turkey.

Table grape quality is attracting more and more attention from producers and exporters, driven by consumer demand and fruit market prices. Additionally, grapes have gained interest due to their high levels of phenolic compounds, anthocyanin and other naturally occurring antioxidants as well as certain nutritionally significant substances including sugars and minerals (Asgarian et al., 2021). Nevertheless, shelf life of grapes is often shortened because of loss of firmness, berry drop, stem discoloration, rachis dehydration and pathogen infection. *Botrytis cinerea* is also one of the most devastating and economically important diseases in grape all over the world and SO₂ fumigation is still used for controlling postharvest decay (Ni et al., 2016). However, there is a need for alternative applications to SO₂ due to problems with overexposure sulfide residues and its phytotoxic effects such as bleaching and hairline cracking.

During growth and development, the fruit is more sensitive to external stimuli due to rapid cell division and expansion. Fruits usually have a more active metabolism than stored fruit in cold room. For this reason, it is thought that the effects of preharvest elicitor sprays on delaying senescence and improving resistance may have more favorable effects compared to postharvest spraying (Gong et al., 2022).

Recently, many studies have been conducted on the application of various types of edible films and coatings, which are identified as a thin layer of biobased material covering the food surface (Krochta et al., 2011). The coatings are based on polysaccharides, proteins, and lipids to extend the postharvest life of various horticultural products. Among these materials, polysaccharide-based edible coatings such as chitosan and alginate have been gaining popularity recently. They act as barriers against atmospheric gases, water vapor and microbes, helping to reduce respiration and oxidation reaction rates (Singh and Packirisamy, 2022).

Postharvest coatings are often not advised for table grapes with a delicate pericarp and fleshy skin (Shen and Yang, 2017), despite the fact that alginate-based edible coatings are good at maintaining the postharvest quality of fruits (Valero et al., 2013; Rastegar et al., 2019). Recent studies showed that preharvest edible coating applications were effective to improve quality of grapes (Castillo et al., 2010; Nia et al., 2022). Furthermore, by adding biomolecules with antibacterial and antioxidant characteristics, these coatings can potentially become bioactive.

Salicylic Acid (SA) is a hormone produced by plants, that can function as a signaling molecule in their reactions to pathogenic or environmental stress. It is crucial for delaying the senescence, inhibiting ethylene production or action, and maintaining postharvest quality, all of which are advantageous characteristics for preserving postharvest quality of fruits and vegetables (Goni et al., 2017; Chen et al., 2023). Preharvest applications of salicylates have been also reported to improve grape quality characteristics and resistance to pathogen attacks in recent years (Champa et al., 2014; García-Pastor et al., 2020). Similarly, Oxalic Acid (OA) a ubiquitous organic acid in plants, has a variety of effects in delaying aging, controlling postharvest diseases, preventing enzymatic browning, and mitigating of chilling damage in fruits and vegetables (Zheng and Brecht, 2017). In previous reports, it has been found that preharvest applications with SA and OA have positive effects in increasing the content of bioactive compounds and antioxidant potential in commercial harvest (Shen and Yang, 2017; Kok and Bal, 2019; Gomes et al., 2021; García-Pastor et al., 2021).

Improvement in the properties of coatings has been reported in several studies by application of natural organic compounds. However, to our knowledge, there is no scientific literature about the effects of incorporation of SA and OA into alginate coating formulations on grapes quality at harvest or during storage. Therefore, this study was carried out to evaluate the possibility of alginate coating with SA or OA as a preharvest tool to improve the quality and shelf life of 'Red Globe' grape variety.

Materials and Methods

The experiment was carried out at Tekirdağ Viticulture Research Institute, located in Tekirdağ, using "Red Globe" grapes (*Vitis vinifera* L.) during 2020 growing season. The vineyard was a 7-years old planting of cv. Red Globe grafted onto 110R rootstock, bilateral guyot trained with a grapevine spacing 3.0 m × 1.5 m.

Alginate solution was prepared by dissolving 1% concentration (w/v) in hot water (45°C) and shaking continuously until the solution became clear. After cooling to 20°C, glycerol was added as a

plasticizer at 2% v/v (Zapata et al., 2008). For preparing Alg+SA and Alg+OA applications, 2 mM salicylic acid ($C_7H_6O_3$, $\geq 99\%$, Sigma-Aldrich) and 2 mM oxalic acid ($C_2H_2O_4$, $\geq 99\%$, Sigma-Aldrich) were incorporated into the alginate solution and stirred until achieving an emulsion by a complete dispersion. Then, tween 80 as penetrating agent at 0.1% was added to all solutions.

For pre-harvest applications in the vineyard, the vines are divided into four groups. Each coating applications were studied by sampling six clusters per vine from 16 vines. Five days before harvest, applications were carried out as follows: (1) control: grape clusters were sprayed deionized water; (2) Alginate application: 1% alginate was sprayed using a hand sprayer until the clusters were wetted by the flow; (3) Alg+SA application: clusters were sprayed with 1% alginate + 2 mM SA; (4) Alg+OA application: clusters were sprayed with 1% alginate + 2 mM OA.

Grape clusters were harvested at commercial maturity, wrapped in plastic boxes with a capacity of 15-20 kg and carried to the laboratory. Clusters were selected on the basis of uniform size, color and shape were randomly distributed into batches. For each experiment, packages were prepared by placing about 2 kg of table grapes inside the polyethylene plastic bags after pre-cooling grapes. These packages were stored at 0-1°C and 85-90% relative humidity for evaluation of postharvest quality. Measurements were repeated at 0, 15, 30 and 45 for up to 60 days during cold storage.

Clusters were weighed on day 0 and at each analysis period, and weight loss was expressed as a percentage of initial weight. Titratable acidity (TA) and soluble solid content (SSC) of grapes were evaluated in the juice obtained from 30 fruits in each replication. SSC content of grape was estimated by using hand refractometer (Atago Model) and expressed as °Brix. TA of grape was determined by titration method and it was expressed as g tartaric acid 100 ml⁻¹ juice. Ripening Index (RI) was determined as a ratio of SSC and TA. Berry firmness was measured by a PCE PTR-200 handheld digital penetrometer and results were given as g/cm². Berry color was assessed in CIE L*a*b* color space (CM-5 Konica-Minolta Camera Co., Osaka, Japan). Depending on these values, hue angles (arctan b/a) were calculated. Color values were obtained from 30 berries for each replicate. Measurements were taken from opposite sides of each fruit along equatorial axis of berry.

Total phenol content (TPC) of the grapes was determined by Folin Ciocalteu colorimetric method (Slinkard and Singleton, 1977) and expressed as mg gallic acid equivalent per kg fw (mg GAE kg⁻¹). Briefly, a portion of the extract and Folin–Ciocalteu reagent were mixed with sodium carbonate, shaken for 60 minutes, and then the absorbance was read at 765 nm by a spectrophotometer (Shimadzu UV-Mini 1240, Japan).

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) radical scavenging assay was used to determine the antioxidant activity, based on the methods of Brand-Williams et al. (1995). The free radical scavenging activity of the extracts was expressed as micromoles trolox equivalent (TE) per gram of fresh sample ($\mu\text{mol TE g}^{-1}$) from the triple extracts using Trolox's calibration curve.

Stem browning was performed visually using a 0-5 rating scale, according to Chervin et al. (2005): where 1= <10% stem browning, 2= 10-30% stem browning, 3= 30-50% stem browning, 4= 70-90% stem browning and 5= >90% stem browning.

Berries with visible rottenness caused by fungus or any other microorganisms' infection were regarded as decayed fruit. Decay incidence was calculated by the following formula: Decay incidence (%)=(number of decayed berries/total number of berries)×100.

A completely randomized design was utilized and each result was expressed as mean \pm SE of three replicates. All analyses were performed using the SPSS software package v. 18.0 (IBM, NY, USA). Means compared by using Fisher's Least Significant Difference (LSD) test ($p < 0.05$).

Results and Discussion

Weight loss

Weight loss of grapes is one of the most critical quality features of postharvest life and marketability (Bal et al., 2017). The results showed that weight loss increased with prolonged storage time (Figure 1). Although there were no statistically differences between preharvest alginate, Alg+SA and Alg+OA applications (2.1, 2.2 and 2.3%, respectively), these applications considerably reduced the weight loss in grapes compared to the control (3.3%). Alginate reduces external change and water loss by acting as a protective barrier between the fruit and its environment. These positive effects of the alginate coating on fruit are based on their hygroscopic properties (Kontominas, 2020). Moreover, the addition of glycerol as plasticizer to the coating, as applied in the study, gave good results in terms

of weight loss reduction, according to previous records (Valero et al., 2013). Reduction in weight loss by alginate coating has also been demonstrated in tomato (Zapata et al., 2008), plum (Bal, 2019), ber fruit (Ramana et al., 2015) and strawberry (Fan et al., 2009).

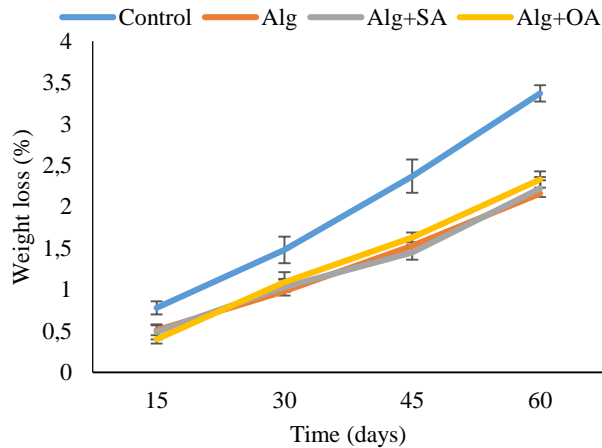


Figure 1. Alginate along with SA and OA affects weight loss of grapes

Berry firmness

In the study, the firmness of grapes declined both in treated and control fruit during storage (Figure 2). These changes in firmness were related to clusters lose their water content and physiological in their structure during storage period. Initially, the firmness values were similar with slight differences for both control and treated samples. As the storage period progressed, all samples gradually began to show loss of firmness, but preharvest Alg+SA and Alg+OA applications exhibited higher firmness in comparison to the control and Alginate samples. At the end of the 60-day storage period, berries treated with Alg+SA and Alg+OA maintained firmness levels of 462 and 429 g, respectively, while the control and Alginate had a firmness of 390 and 371 g. Higher retention of firmness applied with SA and OA enriched alginate coating may be due to lower activity of enzymes in the cell wall, resulting in a slower degradation rate. Similarly, delaying the softening process during storage have been also obtained after SA and OA applications in grape (Champa et al., 2014; Garcia-Pastor et al., 2021).

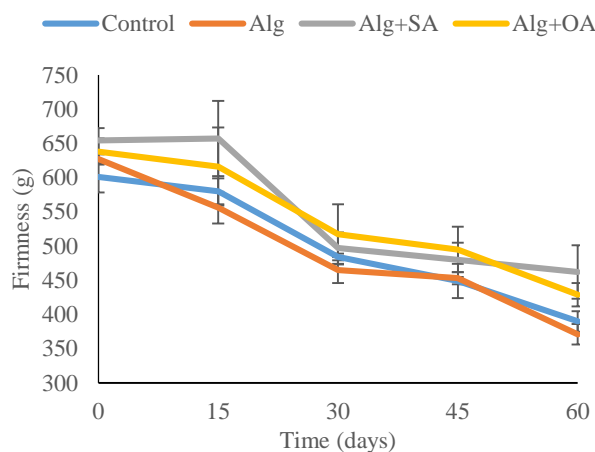


Figure 2. Alginate along with SA and OA affects firmness of grapes

SSC, TA and Ripening Index

SSC, TA and ripening index are basic indicators reflecting the organoleptic quality of table grapes. In current study, lower SSC content and higher TA were observed in grapes treated with Alg+SA, Alg+OA and Alginate compared to control at harvest (Figure 3), indicating a marked delay in ripening and maturation process, whereas RI index increased with advancing maturity and cold storage. However, data revealed that there was no significant difference in SSC, TA and SSC / TA between control and application groups during storage period.

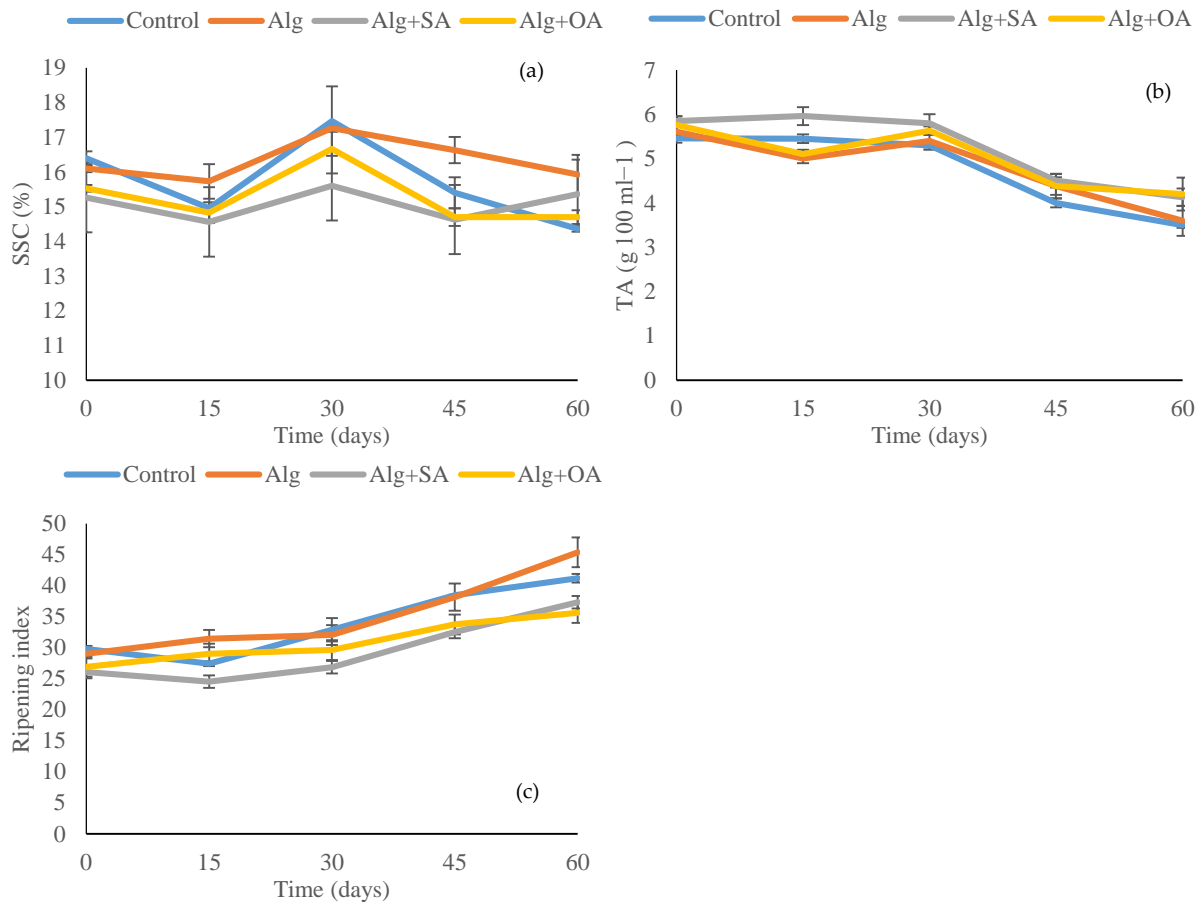


Figure 3. Alginate along with SA and OA affects SSC (a), TA (b) and Ripening index (c) of grapes

Berry color

Red Globe berries are large-round and range in color from light pink to deep red. In the study, L^* values of berry color slightly decreased and hue angle (h) values showed fluctuations in the form of increase-decrease during storage regardless of applications (Figure 4). This reduction has also been reported in other studies with coated grapes (Melo et al., 2018; Souza et al., 2021). h angle slightly changed without significant differences between control and treated fruit. These minor changes in skin color of ‘Red Globe’ grapes during storage follow a typical behavior for non-climacteric fruits (Cherian et al., 2014). During storage, berry lightness decreased continuously irrespective of applications. Clusters treated with Alg+SA, Alg+OA and Alginate maintained higher L^* values up to 60 days of cold storage on the contrary to control. The results are in line with Konuk Takma and Korel (2017) who reported that edible coatings showed a positive effect on maintaining the color brightness of grape berries.

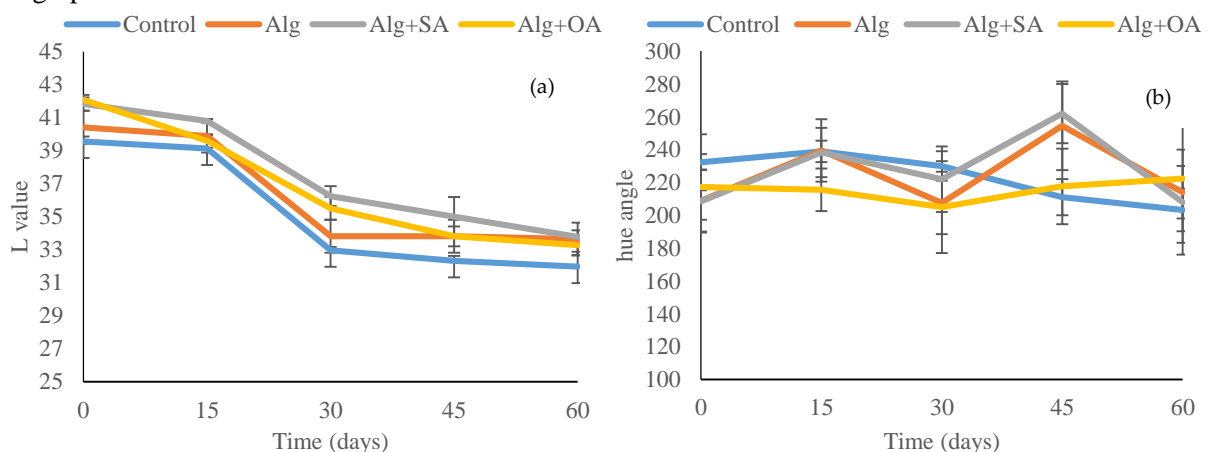
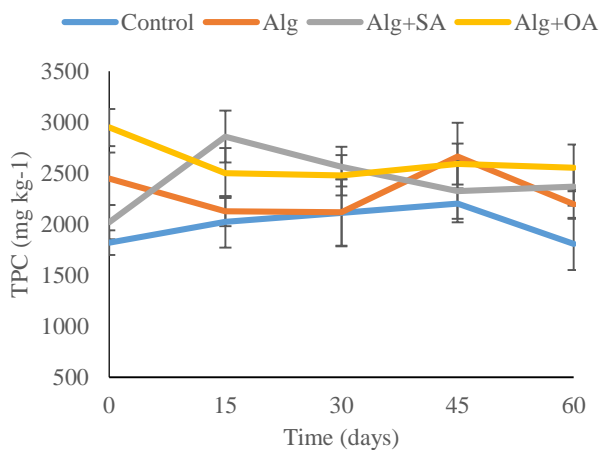


Figure 4. Alginate along with SA and OA affects L (a) and hue angle (b) values of grapes**Total Phenol Content**

The changes of TPC in grapes are presented in Figure 5. The TPC in grapes with Alg+OA was found to be the highest after harvest at 2948 mg kg⁻¹, and the lowest was in the control at 1820 mg kg⁻¹. During storage, fluctuations in the form of increase and decrease in TPC were observed. Similarly, Kalt (2005) reported that phenol content in fruits may increase or decrease depending on cold storage conditions. Although TPC value compared to initial values decreased in all applications except Alg+SA application according to the initial values at the end of storage, Alg+OA treated fruit had the highest TPC with 2553 mg kg⁻¹, followed by Alg+SA (2368 mg kg⁻¹) and Alginate (2196 mg kg⁻¹). On the other hand, the lowest TPC were obtained from control fruit (1807 mg kg⁻¹) on day 60. Since TPC was negatively correlated with weight loss and decay amount, TPC amount was found to be lower in control fruits due to increased weight loss and decay. It has been reported that the application of elicitors such as alginate, SA and OA improves the polyphenol content in fruits and thus increases their quality (Konuk Takma and Korel, 2017; Kok and Bal, 2019; Gomes et al., 2021; García-Pastor et al., 2021). These results indicate that SA and OA applications promoted TPC accumulation during storage due to activation of PAL, a key enzyme of the phenylpropanoid pathway (Shen and Yang, 2017; Martinez-Espla et al., 2019).

**Figure 5.** Alginate along with SA and OA affects total phenolic content of grapes**Antioxidants**

As shown in Figure 6, on the first day of the experiment, a difference in antioxidants was observed in fruits covered with SA and OA-enriched alginate coatings compared to control and alginate-coated fruits. Antioxidant activity in control grapes at harvest was 1.52 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ and significantly higher in Alg+SA and Alg+OA coated grapes, with increases of 17% and 13%, respectively. This difference might be due to the incorporation of SA and OA extract in the coating systems which had an antioxidant effect and triggered defense mechanisms (Kayashima and Katayama, 2002; Cisneros-Zevallos, 2003). During the experiment, the highest antioxidant activity was determined in grapes with Alg+OA application (1.90 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$) on the 30th day. At the end of storage, the highest and lowest levels of antioxidant activity (1.81 and 1.50 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$) were observed in Alg+OA coated grapes and control applications, respectively. Decrease in antioxidant content in untreated grapes during storage was likely a result of faster senescence. Likewise, changes in antioxidant activity were found similar to the trend observed in TPC. The positive effect of alginate coating with SA or OA, in minimizing loss of antioxidants, might be attributed to delayed oxidation of phenolics and enhanced the antioxidant enzymes. Enhanced of antioxidant in response to preharvest SA or OA application has also been reported in grapes (García-Pastor et al., 2021; Nia et al., 2022). Moreover, alginate coatings, restricted moisture loss and gas exchange, was reported effective in retaining higher antioxidants than control in sweet cherry and mango (Diaz-Mula et al., 2012; Rastegar et al., 2019).

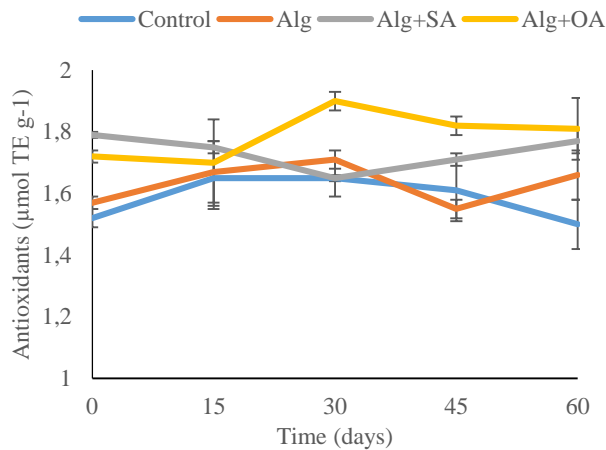


Figure 6. Alginate along with SA and OA affects antioxidant activity of grapes

Stem Browning

Stem browning is a sign of serious water loss in concomitance with oxidative processes that affects the quality of table grapes throughout the storage period (Hamie et al., 2022). In the study, it was observed that there was positive correlation between water loss and stem browning index. As seen in Figure 7 for stem browning, no browning symptoms on rachis were observed at day 15 of storage. The first symptoms were detected on the 30th day analysis and continued to increase depending on the applications. At the end of the storage, the least stem browning scores noticed in grapes treated with Alg+SA (1.63 point) followed by Alg+OA (1.73 point) and alginate (2.53 point) whereas the highest stem browning was observed in control (3.36 point). Stem browning and drying of ‘Red Globe’ was significantly lower on coated grapes than control. Especially in alginate coating combined with SA and OA, the laterals and rachis of the clusters were greener than alginate coating alone.

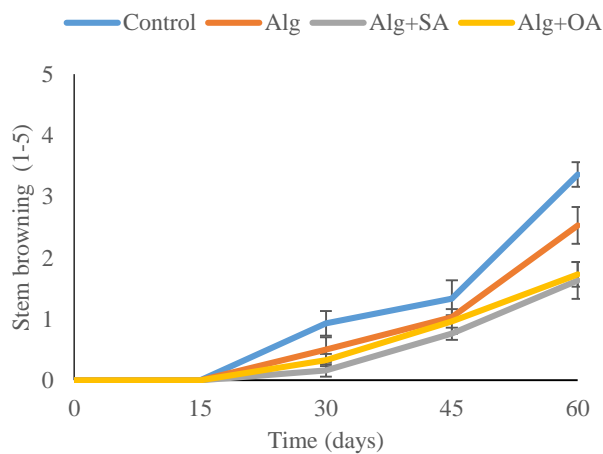


Figure 7. Alginate along with SA and OA affects stem browning of grapes

Decay Incidence

Fungal growth is an important factor that limits the storage life of grapes and causes economic losses. In the study, decay incidence increased as storage time progressed, but this increase was significantly higher in the control compared to the other applications (Fig. 8). As can be observed, alginate coating alone or with SA or OX prevented fruit from suffering any kind of surface deterioration until 15th day of storage. Similar behavior has been reported by many authors and has been attributed to that coatings creating an altered atmosphere on the fruit surface that can inhibit microbial growth, resulting in lower decay incidence (Singh and Packirisamy, 2022). After the 15th day of storage, the loss of fruit at all applications was due mostly to fungal infection by *Botrytis cinerea*. Alg+OA (4%) and Alg+SA (5.3%) applications were the most effective applications in suppressing decay incidence at the end of the storage, while decay incidence in control was 14.6%. In the study, alginate combined with SA or OA probably worked synergistically and markedly suppressed the decay incidence in grapes. In the same way, Konuk Takma and Korel (2017) reported

that postharvest alginate coating incorporating vanillin could be used as an alternative to reduce microbial growth during grape storage. Guerreiro, et al. (2016) also reported a reduced microbial growth of raspberries coated with alginate-based coating enriched with essential oils during storage period. Moreover, SA and OA have both been also reported to have antimicrobial properties (Champa et al., 2014; Zheng and Brecht, 2017; García-Pastor et al., 2020).

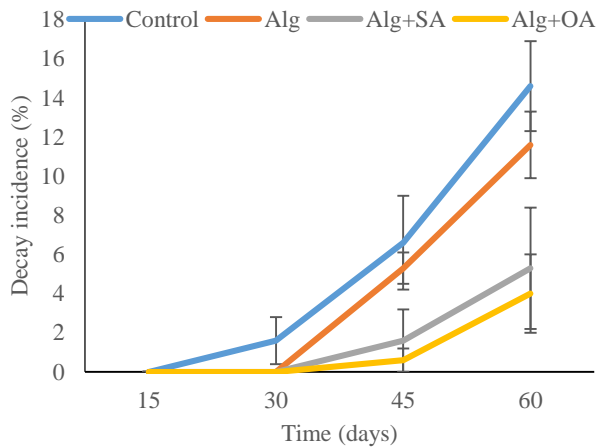


Figure 8. Alginate along with SA and OA affects decay incidence of grapes

Conclusions

Overall results showed that preharvest applications of grape clusters with Alg+OA and Alg+SA in Red Globe grape variety had positive influence on grape quality parameters at harvest and storage period. These applications led to stems with better freshness with lower browning symptoms, and lower incidence of decay after 60 days of storage. Moreover, the total phenol content and antioxidant activity were also found at higher levels in grapes from treated grapevines than in those from control ones, both at harvest and at the end of the storage. In conclusion, preharvest coating with elicitors points to the potential to modulate the postharvest quality and marketing life of fruits, and more research is needed in this regard.

Author Contributions

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

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Anonymus, 2021. Production and trade statistics. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-trade/en/> (access date: 06.06.2023).
- Asgarian, Z.S., Karimi, R., Ghabooli, M., Maleki, M., 2021. Biochemical changes and quality characterization of cold-stored 'Sahebi' grape in response to postharvest application of GABA. *Food chemistry*. 373 Pt A, 131401.
- Bal, E., Kok, D., Torcuk, İ.A., 2017. Postharvest putrescine and ultrasound treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Michele Palieri. *Journal of Central European Agriculture*. 18(3): 598-615.
- Bal, E., 2019. Effects of alginate edible coating enriched with salicylic and oxalic acid on preserving plum fruit (*Prunus salicina* L. cv. 'Black amber') quality during postharvest storage. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 18(4): 35-46.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*. 28(1): 25-30.
- Castillo, S., Navarro, D.N., Zapata, P.J., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., Martínez-Romero, D., 2010. Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest application to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*. 57: 183-188.
- Champa, W.A., Gill, M.I., Mahajan, B.V., Arora, N.K., 2014. Preharvest salicylic acid applications to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless. *Journal of Food Science and Technology*. 52: 3607-3616.

- Chen, C., Sun, C., Wang, Y., Gong, H., Zhang, A., Yang, Y., Guo, F., Cui, K., Fan, X., Li, X., 2023. The preharvest and postharvest application of salicylic acid and its derivatives on storage of fruit and vegetables: A review. *Scientia Horticulturae*. 312: 111858.
- Cherian, S., Figueroa, C.R., Nair, H., 2014. 'Movers and shakers' in the regulation of fruit ripening: a cross-dissection of climacteric compared with non-climacteric fruit. *Journal of the Experimental Botany*. 65(17): 4705-22.
- Chervin, C., Westercamp, P., Monteils, G., 2005. Ethanol vapours limit Botrytis development over the postharvest life of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*. 36(3): 319-322.
- Cisneros-Zevallos, L., 2003. The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Science*. 68: 1560-1565.
- Diaz-Mula, H.M., Serrano, M., Valero, D., 2012. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food and Bioprocess Technology*. 5: 2990-2997.
- Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L., Zhang, B., 2009. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria × ananassa*) preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*. 53(1-2): 84-90.
- García-Pastor, M.E., Zapata, P.J., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., Serrano, M., Guillén, F., 2020. Preharvest salicylate applications enhance antioxidant compounds, color and crop yield in low pigmented-table grape cultivars and preserve quality traits during storage. *Antioxidants*. 9(9): 832.
- García-Pastor, M.E., Giménez, M.J., SernaEscolano, V., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., García-Martínez, S., Terry, L.A., Alamar, M.C., Zapata, P.J., 2021. Oxalic acid preharvest application improves colour and quality of seedless table grape 'magenta' upregulating on-vine abscisic acid metabolism, relative VvNCED1 gene expression, and the antioxidant system in berries. *Frontiers in Plant Science*. 12: 740240.
- Gomes, E.P., Vanz Borges, C., Monteiro, G.C., Filiol Belin, M.A., Minatel, I.O., Pimentel Júnior, A., Tecchio, M.A., Lima, G.P., 2021. Preharvest salicylic acid applications improve phenolic compounds and biogenic amines in 'Niagara Rosada' table grape. *Postharvest Biology and Technology*. 176: 111505.
- Gong, D., Bi, Y., Li, Y., Wang, Y., Prusky, D., Alkan, N., 2022. Preharvest elicitors spray improves antioxidant activity, alleviates chilling injury, and maintains quality in harvested fruit. *Horticulturae*. 8(12):1208.
- Goni, M.G., Quirós-Sauceda, A.E., Velderrain-Rodríguez, G.R., Ovando-Martínez, M., Roura, S.I., González-Aguilar, G.A., Pareek, S., 2017. Salicylic acid applications. A Novel Postharvest Applications of Fresh Produce (pp. 119-148). CRC Press.
- Guerreiro, A.C., Gago, C.M., Miguel, M.D., Faleiro, M.L., Antunes, M.D., 2016. The influence of edible coatings enriched with citral and eugenol on the raspberry storage ability, nutritional and sensory quality. *Food Packaging and Shelf Life*. 9: 20-28.
- Hamie, N., Zoffoli, J.P., Tarricone, L., Verrastro, V., PérezDonoso, A.G., Gambacorta, G., 2022. Rachis browning and water loss description during postharvest storage of 'Krissy' and 'Thompson Seedless' table grapes. *Postharvest Biology and Technology*. 184: 111758.
- Kalt, W., 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*. 70: 10.
- Kayashima, T., Katayama, T., 2002. Oxalic acid is available as a natural antioxidant in some systems. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1573(1): 1-3.
- Kok, D., Bal, E., 2019. Changes on bioactive compounds and electrochemical characteristics of cv. Horoz Karası table grape (*V. vinifera* L.) induced by various doses of preharvest applications of benzoic acid, citric acid and oxalic acid at berry setting and veraison periods. *Erwerbs-Obstbau*. 61(1), 17-24.
- Kontominas, M.G., 2020. Use of Alginates as Food Packaging Materials. *Foods*. 9: 1440.
- Konuk Takma, D., Korel, F., 2017. Impact of preharvest and postharvest alginate treatments enriched with vanillin on postharvest decay, biochemical properties, quality and sensory attributes of table grapes. *Food Chemistry*. 221: 187-195.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., 2011. Edible coatings and films to improve food quality. CRC Press NW.
- Martinez-Espla, A., Serrano, M., Martinez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P.J., 2019. Oxalic acid preharvest application increases antioxidant systems and improves plum quality at harvest and during postharvest storage. *Journal of Science Food Agriculture*. 99: 235-243.
- Melo, N.F., Mendonça Soares, B.L., Diniz, K.M., Leal, C.F., Canto, D., Flores, M.A., Tavares-Filho, J.H., Galembeck, A., Stamford, T.L., Stamford-Arnaud, T.M., Stamford, T.C., 2018. Effects of fungal chitosan nanoparticles as eco-friendly edible coatings on the quality of postharvest table grapes. *Postharvest Biology and Technology*. 139: 56-66.

- Ni, Z., Hu, K., Song, C., Ma, R., Li, Z., Zheng, J., Fu, L., Wei, Z., Zhang, H., 2016. Hydrogen sulfide alleviates postharvest senescence of grape by modulating the antioxidant defenses. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 4715651.
- Nia, A.E., Taghipour, S., Siahmansour, S., 2022. Effects of salicylic acid preharvest and Aloe vera gel postharvest treatments on quality maintenance of table grapes during storage. *South African Journal of Botany*. 147: 1136-1145.
- Shen, Y., Yang, H., 2017. Effect of preharvest chitosan-g-salicylic acid application on postharvest table grape quality, shelf life, and resistance to *Botrytis cinerea*-induced spoilage. *Scientia Horticulturae*. 224:367-373.
- Singh, D.P., Packirisamy, G., 2022. Biopolymer based edible coating for enhancing the shelf life of horticulture products. *Food Chemistry: Molecular Sciences*. 4: 100085.
- Ramana Rao, T.V., Baraiya, N.S., Vyas, P.B., Patel, D.M., 2015. Composite coating of alginate-olive oil enriched with antioxidants enhances postharvest quality and shelf life of Ber fruit (*Ziziphus mauritiana* Lamk. var. Gola). *Journal of Food Science and Technology*. 53: 748-756.
- Rastegar, S., Hassanzadeh Khankahdani, H., Rahimzadeh, M., 2019. Effectiveness of alginate coating on antioxidant enzymes and biochemical changes during storage of mango fruit. *Journal of Food Biochemistry*. 43(11):12990.
- Slinkard, K., Singleton, V.L., 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*. 28(1): 49-55.
- Souza, W.F., Lucena, F.A., Silva, K.G., Martins, L.P., Castro, R.J., Sato, H.H., 2021. Influence of edible coatings composed of alginate, galactomannans, cashew gum, and gelatin on the shelf- life of grape cultivar 'Italia': Physicochemical and bioactive properties. *LWT - Food Science and Technology*. 152: 112315.
- Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., 2013. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*. 77: 1-6.
- Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2008. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88: 1287-1293.
- Zheng, X., Brecht, J.K., 2017. Oxalic acid treatments. In *Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce* (pp. 35-50). CRC Press.



Research Article

The Effects of Gibberellic Acid and Cane Girdling of Applications on Crimson Seedless Grape Variety of Cluster and Berry Characteristics

Harun Çoban^{1*} 

¹Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture Department of Horticulture 17100Çanakkale/Türkiye

*Corresponding author: harun.coban@comu.edu.tr

Received Date: 03.05.2023

Accepted Date: 05.10.2023

Abstract

'Crimson Seedless' grape variety is a late maturity and small berry size. Berry size is one of the most important quality parameters of table grapes. This trial was carried out in the Crimson Seedless (*Vitis vinifera L.*) grower vineyard in Sarıgöl (dadağlı) locality of Manisa province in the 2022 vegetation period. A randomized complete block design was used with vines as blocks and clusters as the experimental unit's four treatments and four replications. Vine bunches of Crimson Seedless grape variety, ten years old, were sprayed extensively with a GA₃ (Gibberellic Acid) solution (20 mg L⁻¹) on the 25th of April 10th of May, and 10th of June/2022, while girdling (G) was applied from removing 3 mm diameter bark all around from 10 cm below the top of the vine trunk at fruit set stage. Control (C) only water was sprayed. This study aimed to reveal gibberellic acid and cane girdling applications on Crimson Seedless cluster and berry characteristics. Harvest (°Brix 19) was done on the 10th of October/2022 and after that, the cluster weight (g), cluster length (cm), cluster width (cm), berry weight (g), berry length (mm), berry diameter (mm), berry length/berry diameter, total soluble solid, total acidity and maturity index were determined in fresh fruit samples randomly taken from each vine. It was found that all applications generally had statistically (P<0.05) significant effects on grape cluster weight, cluster length, cluster width, berry weight, berry length (BL), berry diameter (BD), BL/BD, total soluble solid, total acidity, and maturity index in Crimson Seedless variety.

As a result of this study, general recommendations are made of GA₃+G, and G as the most suitable applications for growing the Crimson Seedless table grape variety.

Keywords: Crimson Seedless, girdling, GA₃, grapevine

Gibberellik Asit ve Bilezik Alma Uygulamalarının Crimson Seedless Üzüm çeşidinin Salkım ve Tane Özellikleri Üzerine Etkileri

Öz

'Crimson Seedless' üzüm çeşidi, geç olgunlaşan ve küçük taneli bir üzüm çeşididir. Tane iriliği sofralık üzümlerin en önemli kalite parametrelerinden biridir. Bu çalışmanın amacı, Gibberellik Asit (GA₃) ve Bilezik Alma (BA) uygulamalarının Crimson Seedless üzüm çeşidinin salkım ve tane özellikleri üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Bu deneme 2022 vejetasyon sezonunda Manisa ili Sarıgöl (dadağlı) mevkiinde Crimson Seedless (*Vitis vinifera L.*) üretici bağında yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları desenine göre 4 uygulama ve 4 tekrerrürlü olarak düzenlenmiştir. On yaşındaki Crimson Seedless üzüm çeşidinin somaklarına 25 Nisan, 10 Mayıs ve 10 Haziran/2022 tarihlerinde GA₃ (Gibberellik Asit) çözeltisinden (20 mg L⁻¹) yoğun bir şekilde püskürtülmüştür. Bilezik alma (BA) tane tutum döneminde gövdenin üst kısmından yapılmıştır. Hasat (19 °Brix) 10 Ekim 2022 tarihinde yapılmıştır. Salkım ağırlığı (g), salkım uzunluğu (cm), salkım genişliği (cm), tane ağırlığı (g), tane uzunluğu (mm), tane çapı (mm), tane uzunluğu/tane çapı, suda çözünebilir kuru madde, toplam asitlik ve olgunluk indeksi rastgele alınan örneklerde belirlenmiştir. Tüm uygulamaların genel olarak Crimson Seedless üzüm çeşidinin salkımı ağırlığı, salkım uzunluğu, salkım genişliği, tane ağırlığı, tane uzunluğu (TU), tane çapı (TÇ), TU/TÇ, toplam çözünebilir kuru madde, toplam asitlik ve olgunlaşma indeksi üzerinde istatistiksel olarak (P<0.05) önemli etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu araştırmanın sonuçları olarak sofralık Crimson Seedless üzüm çeşidi yetiştiriciliği için genel olarak en iyi sonuç veren uygulamalar GA₃+Bilezik Alma kombinasyonu ve Bilezik Alma şeklinde önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Crimson Seedless, bilezik alma, GA₃, asma

Introduction

Viticulture is one of the most important agricultural activities in both hemispheres of the world. The most important reason for this is that grapes have the chance to be utilized in multiple ways such as table, drying, and must-wine production. According to 2022 data, 4,145.450 tons of the 78,234.000 tons of grapes produced in the world are produced in our country. Türkiye ranks 6th in the world grape production with a share of 5.34%. Grape production in Türkiye is realized in an area of 400.778 ha. With 5.65% of the world's grape production area, Türkiye is 5th in the world in terms of grape production area. Manisa ranks first in Türkiye with 28% of the total vineyard area and 45% of the grape production, and Sarıgöl is the most important district in table grape production and exports. Sarıgöl has 11.590 hectares of vineyard area and produces 125,415 tons of fresh grapes (Anonymous, 2022a). In general, Sultana Seedless, Red Globe, Mevlana, Superior Seedless, Trakya Ilkeren, and Antep Karası varieties are dominant in the region, and the cultivation of the Crimson Seedless grape variety has been increasing rapidly in recent years.

The Crimson Seedless grape variety (*Vitis vinifera* L.) is a small, oval grape variety with a red, crisp, and berry grain color that ripens in mid-October. If the climate is favorable, the clusters can remain on the vine until mid-November. On the other hand, not getting large enough of berry size of the variety in our region and the problem of marketing and gradual harvesting due to the coloration problem pose a problem. Much research has been conducted to increase the berry size and coloration of the Crimson Seedless grape variety (Dokoozlian et al., 1994; Dokoozlian et al., 1995; Conte et al., 2010; Kök and Bal).

Berry size is the main quality factor in international markets, farmers often overuse the growth regulators Gibberellic acid (GA₃) and forchlorfenuron (CPPU), to increase berry size (Peppi, and Fidelibus, 2008; Zoffoli et al., 2009; Abu-Zehra, 2010; Abd-el- Razek, et al., 2010; Strydom, 2013). GA₃ has been routinely used for seedless grape production to increase berry and bunch weight (Lu et al., 1995). In addition, table grapes production includes the use of GA₃ sprays at anthesis which reduces the number of flowers that set, and then an after GA₃ spray shortly thereafter which will increase berry size (Roper and Williams, 1989).

Girdling which consists of removing a small section of phloem (about 4 mm in width) from around the trunk, has been practiced for years, to produce large berries of seedless grapes intended for table use, or to enhance fruit maturity by enhancing berry coloration or accumulation of sugar (Jensen et al., 1981; Roper and Williams, 1989; Williams and Ayars, 2005; Yamane and Shibayama, 2006; Abu-Zahra, 2010; Abu-Zahra and Naseri, 2012). Girdling grapevines resulted in both an increase in carbohydrate concentration above the girdle and an increase in weight per unit leaf area (During, 1978; İşci and Altındışli, 2014; Soltekin et al., 2015). Otherwise, root carbohydrate concentrations were less for the girdled vines when compared to the control vines (Roper and Williams, 1989). Clusters treated with growth regulators mainly GA₃ at berry set (applied two weeks after anthesis) developed larger berries than the control; however, girdling resulted in the development of larger berries than the application of the growth regulator (Weaver and Winkler, 1951; Williams and Ayars, 2005; Avenant and Avenant, 2006; Abu-Zahra, 2010). Girdling and GA₃ sprays are used together shortly after anthesis as they have a synergistic effect on increasing berry size (Harrell and Williams, 1987; Ezzahovani et al., 1985; Uzun and Ceyhan, 1995; Brar et al., 2008; Zoffoli et al., 2009). Also, girdling in combination with an application of GA₃ indicates that GA₃ may mitigate the depressing effect of girdling on stomatal conductance, and subsequently whole vine water use.

This work aimed to determine the effects of cane girdling with 20 (mg L⁻¹) Gibberellic acid (GA₃) applied to improve the Crimson seedless grape's cluster and berry quality properties.

Materials and Methods

This experiment was carried out in the 2022 season at the grapevine of Crimson seedless (*Vitis vinifera* L) in Sarıgöl (dadağlı) location, Manisa. The climate in this region is semi-arid with hot dry summers and cold rainy winters. The average yearly temperature is 18.1 °C and the total amount of annual rainfall is about 643 mm (Anonymous, 2022b). Crimson Seedless is highly vigorous when planted on its roots, 10 years old. The planting distances were 3.2 m between the rows and 2.0 m on the rows and trained onto a T-trellis system. A drip irrigation system was used, and the soil structure of these vineyards is the loamy alluvial soil, and the routine cultural processing such as soil

management, and fertilizers. The number of clusters per vine was adjusted to 30. The trial design has done four treatments:

1. Control.
2. GA₃ 20 mg L⁻¹ (time-A: 25th of April and 10th of May, spraying).
3. Girdling (G) (time-B: at fruit set stage, Phase 27), (removing 3 mm diameter bark all around from near the top of the vine trunk).
4. GA₃ + Girdling (time: A+B).

Harvest was done on the 10th of October/2022 (TSS, 19 °Brix), every five clusters per replicate were collected in paper bags and samples were immediately brought to the laboratory for analysis. After that, the cluster weight (g), cluster length (cm), cluster width (cm), berry weight (g), berry length (mm), berry diameter (mm), berry length/berry diameter were determined in fresh fruit samples randomly taken from each vine.

The percentage of total soluble solids (TSS %) was measured by the Refractometer and total titratable acidity (TA %) was determined by titrating the berry juice with 0.133 N NaOH (Weaver and Winker, 1951). In addition, the maturity index TSS/TA was calculated.

A randomized complete-block design was used with vines as blocks and clusters as experimental units four treatments and four replications.

Statistical analysis, Analysis of variance (ANOVA), and Mean separation were conducted by the Least Significant Difference (LSD) using the SAS program. Differences with a probability value equal to 0.05 were considered significant.

Results and Discussion

The Effect of GA₃, G, and GA₃ + G applications on cluster characters

The Crimson Seedless grape variety was harvested on October 10, 2022. As a result of the evaluation of the data obtained, it was determined that the treatments had significantly different effects on cluster weight, cluster length, and cluster width (Table 1).

Table 1. Effect of gibberellic acid, Girdling, and gibberellic acid + girdling combination applications to cluster characters

| Treatments | Cluster weight (g) | Cluster length (cm) | Cluster width (cm) |
|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Control | 755.50 d | 24.10 c | 13.80 c |
| GA ₃ | 870.40 c | 28.30 b | 14.60 bc |
| G | 910.20 b | 25.00 c | 15.40 b |
| GA ₃ + G | 950.00 a | 29.30 a | 19.10 a |
| LSD _{0.05} | 9.405 | 2.35 | 1.20 |

a-d: Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different (P>0.05)

Cluster weight: In terms of data on cluster weight analyzed, the highest value was observed in GA₃ + G treatment with 950 g while the lowest value was obtained from control vines with 755.5 g. The other treatments were between these two values in the following order: G, 870.4 g; GA₃, 706 g (Table 1). In other words, GA₃ treatments increased cluster weight by 15.16 %, Girdling treatment increased it by 20.52 % and GA₃+G treatment increased it by 25.82 % compared to control.

These results support the view expressed by Brown et al. (1988), Zabadal (1992), and Camcı and Çoban (2016) that cultural practices have a positive effect on fresh grape Clusters.

Cluster length: As a result of the evaluation of the data on cluster length, the highest value was observed in GA₃ + G treatment at 29.30 cm while the lowest value was observed in control vines at 24.10 cm (Table 1). The results of other treatments were between these two values (GA₃, 28.30 cm; G, 25.00 cm). When the values obtained are calculated in percentages GA₃ treatments increased cluster length by 17.42 %. Girdling treatment increased it by 3.73 % and GA₃+G treatment increased it by 21.57 % compared to the control. These results are in agreement with the opinion of Bahar et al.,

(1998), Brown et al. (1988), and Camcı and Çoban (2016) that the related treatments had positive effects on cluster length.

Cluster width: In cluster width, the highest value was obtained from GA₃ + G with 19.10 cm and the lowest value was obtained from Control with 13.80 g. The other treatments were between these two values in the following order: G, 15.40 cm; GA₃, 14.60 cm (Table 1). GA₃ treatments increased cluster width by 11.45 %, Girdling treatment increased it by 17.55 % and GA₃+G treatment increased it by 45.80 % compared to control. These findings are in parallel with the results of Dokoozlian et al. (1995), Camcı and Çoban (2016) on Round Seedless and İşci and Altındaşlı (2014) on Trakya İlkeren grape varieties, which showed that trunk girdling treatments increased cluster width compared to control vines.

The Effect of GA₃, G, and GA₃ + G applications on berry characters.

The effect Control of GA₃, G, and GA₃ + G treatments on berry weight, berry length, berry diameter, and berry length/berry diameter were found to be statistically significant, and they formed different groups (Table 2).

Berry weight: In terms of berry weight, while the highest values are obtained from GA₃ + G (7.5 g, a group), the lowest values were found in the control berry (5.7 g, c group). All treatments (GA₃, G, and GA₃ + G) improved berry weight compared to naturally treated berries. Also, GA₃ treatments increased berry weight by 14.03 %, Girdling treatment increased it by 17.54 % and GA₃+G treatment increased it by 31.57 % compared to control. These results coincide with that obtained by Dokoozlian et al., (1995), Lu et al., (1995), Abu-Zehra (2010), and Gözcü and Dardeniz (2022), in which GA₃, G, and GA₃ + G have been routinely used for seedless grape production to increase berry weight.

Berry length: As a result of the evaluation of the data on berry length, the highest value was observed in GA₃ + G treatment with (27.4 mm, a group) while the lowest value was observed in control vines with (23.3 mm; c group (Table 2). The results of other treatments were between these two values (GA₃, 24.7 mm, bc group; G, 25.2 mm, ab group). In addition, GA₃ treatments increased berry length by 6.08 %, Girdling treatment increased it by 8.15 % and GA₃+G treatment increased it by 17.5 % compared to control. These findings are in parallel with the results of Roper and Williams (1989), Williams and Ayars (2005), and Zhenming et al., (2008). Also, girdling and GA₃ sprays are used together shortly after anthesis as they have a synergistic effect on increasing berry size (Dokoozlian et al., 1995; Brar et al., 2008; Harrell and Williams, 1987; Abu-Zehra, 2010; Camcı and Çoban, 2016; Gözcü and Dardeniz, 2022).

Table 2. Effect of gibberellic acid, Girdling, and gibberellic acid + girdling combination applications to berry characters

| Treatments | Berry weight (g) | Berry length (BL) (mm) | Berry diameter (BD) (mm) | BL/BD |
|---------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|--------|
| Control | 5.72 c | 23.31 c | 17.32c | 1.35 b |
| GA ₃ | 6.58 b | 24.74 bc | 19.61 b | 1.26 c |
| G | 6.71b | 25.23 ab | 19.24ab | 1.31 d |
| GA ₃ + G | 7.52 a | 27.41 a | 20.2 2a | 1.36 a |
| LSD _{0.05} | 0.23 | 1,56 | 0.561 | 0.023 |

a-d: Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different (P>0.05)

Berry diameter: The same results were obtained as in berry weight and diameter (Table 2). While the highest berry diameter was obtained by the GA₃ + G (20.2 mm, a group) and GA₃ (19.6 mm, b group) treatments, the lowest values were found in the control berry diameter (17.3 mm, c group). In other words, GA₃ treatments increased berry diameter by 13.23 %, Girdling treatment increased it by 10.98 % and GA₃+G treatment increased it by 16,76 % compared to the control. Similar results were obtained by Roper and Williams (1989); the use of GA₃ at anthesis increased berry size due to the increase in sink strength for accumulating nutrients such as K (Zhenming et al., 2008; Abu-Zehra, 2010). Moreover, girdling grapevines increases carbohydrate concentration above the girdle, resulting

in larger berries as the transport of sugars from leaves to the root system is effectively blocked (Roper and Williams, 1989).

Berry length/ Berry diameter: group each application formed a different group. The highest value was observed in GA₃ + BA treatment with (1.36, a group) while the lowest value was determined in GA₃ with (1.26, c group) (Table 2). The results of other treatments have occurred between these two values (Control, 1.35, b group; G, 1.31, d group). Additionally, GA₃ treatments decreased BL/BD by -6.66 %, Girdling treatment decreased it by -2.96 % and GA₃+G treatment increased it by 0.74 % compared to control.

Effect of GA₃, G, and GA₃ + G treatments on pH, TSS, TA, and maturity index.

The effect Control of GA₃, G, and GA₃ + G treatments on pH, TSS, TA, and maturity index (TSS/TA) were found to be statistically significant, and they formed different groups. It was only found to be statistically insignificant in terms of pH (Table 3).

Total soluble solids: While all applications were in the same group with very close values, the control formed another group (Table 3). In other words, GA₃ treatments increased TSS by 0.5 %, Girdling treatment increased it by 2.57 % and GA₃+G treatment increased it by 1.54 % compared to the control. Similar results were obtained in the studies conducted by Dokozolian et al., (1995). However, by Abu-Zehra et al., (2012) obtained different results in their study. This may be due to the different grape varieties and geographical locations used in the research.

Total Acidity: In terms of Acidity, the highest values are obtained from the control. Acidity values decreased in all applications (Table 3). In addition, GA₃ treatments decreased TA by -1.81 %, Girdling treatment decreased it by -3.63 % and GA₃+G treatment decreased it by -5.45 % compared to control. These results are consistent with previous research (Dokoozlian et al., 1995; Abu-Zehra, 2010; Abu-Zehra et al., 2012).

Table 3. Effect of GA₃, Girdling, and GA₃ + Girdling treatments on pH, TSS, TA, and maturity index.

| Treatments | pH | TSS (°Brix) | TA (%) | maturity index (TSS/TA) |
|---------------------|------|-------------|--------|-------------------------|
| Control | 3.74 | 19.40 ab | 0.55 a | 35.27 b |
| GA ₃ | 3.65 | 19.51 a | 0.54 b | 36.11 b |
| G | 3.73 | 19.94 a | 0.53 c | 37.55'a |
| GA ₃ + G | 3.63 | 19.73'a | 0.52 d | 37.89'a |
| LSD _{0.05} | NS | 0.37 | 0.045 | 1.23 |

a-c: Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05).

NS: Not Significantly.

Maturity index: As a result of the evaluation of the data on maturity index, the highest values were observed in GA₃ + G and G treatment with (37.88 and 37.54, a group) while the lowest value was determined in control and GA₃ vines with (35.27 and 36.11, b group) (Table 3). When the values obtained are calculated in percentages GA₃ treatments increased the maturity index by 2.55 %. Girdling treatment increased it by 6.53 % and GA₃+G treatment increased it by 7.38 % compared to the control.

Conclusion

In Sarıgöl/Manisa province, the production area of the Crimson Seedless grape variety, which is a late maturity seedless colored, and small berry size grape variety has been increasing day by day in recent years. This variety, which entered the table grape market in the late period in the region, provides high income when evaluated for table purposes. To improve cluster and berry characteristics of this variety, GA₃, Girdling, and GA₃ girdling treatments were applied.

The results of the research can be summarized as follows.

1. Treatments had different effects on cluster weight, cluster length, and cluster width. Accordingly, GA₃ treatments increased cluster weight by 15.16 %, G treatment increased it by 20.52 % and GA₃+G treatment increased it by 25.82 % compared to control.

2. Treatments increased the berry characteristics in the Crimson Seedless grape variety.
3. All treatments increased TSS matter compared to control while decreased TA matter compared to control.
4. Treatments had no effect as statistical on pH.

According to these findings, it can be suggested that GA₃+Girdling and Girdling are the most suitable practices for growing table grapes (for Crimson Seedless) with high quality and commercial value.

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

- Abd El-Razek, E., Treutter, D., Saleh, M.M., El-Shammaa, M., Fouad, A., Abdel-Hamid, N., Abou-Rawasch, M., 2010. Effect of defoliation and fruit thinning quality of Crimson seedless grape. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 6:289-295.
- Abu-Zahra, T.R., Naseri, M., 2012. Influence of gibberellic acid and cane girdling on berry size of Black Magic grape cultivar. *Middle East Journal of Scientific Research.* 11 (6):718-722.
- Abu-Zahra, T.R., 2010. Berry size of Thompson seedless as influenced by the application of gibberellic acid and cane girdling. *Pak. J. Bot.* 42:1755-1760.
- Amerine, M.A, Creuess, W.V., 1960. *The Technology of Wine Making.* Avi. Publishing Co. Westport, Connecticut. pp 84-88.
- Anonymous, 2022a. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (10 April 2023).
- Anonymous, 2022b. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m= Sarıgöl> (4 April 2023).
- Avenant, J.H., Avenant, E., 2006. Effect of gibberellic acid and CPPU on color and berry size of 'Redglobe' Grapes two on two soil types. *Acta Hort.* 727:371-379.
- Bahar, E., Çelik, S., Korkutal, D.İ., Çevik, İ., Ciciler, Ö., 1998. The effect of girdling on berry and cluster quality on 'Tekirdağ Çekirdeksizi' grape variety. *Yalova, 4th Viticulture Symposium (20-23 October,)* pp 372-376.
- Brar, H.S., Singh, Z., Swinny, E., Cameron, I., 2008. Girdling and grapevine leaf-associated roll-associated viruses affect berry weight, colour development, and accumulation of anthocyanins in 'Crimson Seedless grapes during maturation and ripening. *Plant Science.* 175:885-897.
- Brown, K., Jackson, D.I., Steans, G.F., 1988. Effects of Claremont, girdling, and tipping on berry set in *Vitis vinifera* L. *Am. J. Enol. Viticulture.* 39 (1):91-94.
- Camcı, H., Çoban, H., 2016. The Effect of Applications GA₃, Cluster Tipping and Girdling on Yield and Quality in Superior Seedless (*Vitis vinifera* L.) Grape Variety. *Journal of Ege Univ. Agric. Fac.* 53(3):351-358.
- Conte, A., Mastromatteo, M., Antonacci, D.M., Del Nobile, M.A., 2010. Influence of cultural practices and packaging materials on table grape quality. *Journal of Food Process Engineering.* 35:701-707.
- Dokoozlian, N., Luvisi, D., Moriyama, M., Schrader, P., 1995. Cultural practices improve colour size of 'Crimson Seedless'. *California Agriculture.* 49 (2):36-40.
- Dokoozlian, N., Luvisi, D., Schrader, P., Moriyama, M., 1994. Influence of trunk girdle timing and ethephon on the quality of Crimson Seedless table grapes. *International Symposium on Table Grapes Production, Anaheim (June 28-29),* pp 237-240.
- During, H., 1978. Studies on environmentally controlled stomatal transpiration in grapevines. II. Effects of girdling and temperatures. *Vitis,* 17:1-9.
- Ezzahovani, A., Lasheen, A.M., Walali, L., 1985. Effects of gibberellic acid and girdling on 'Thompson Seedless' and 'Ruby Seedless' table grapes in Morocco. *Hort-science.* 20 (3):393-394.
- Gözcü, Ü., Dardeniz, A., 2022. Effects of Different Girdling Applications on Grape Yield and Quality in Yalova Çekirdeksizi Grape Varieties. *ÇOMÜ J. Agric. Fac.* 3 (5):49-57.
- Harrell, D.C., Williams, L.E., 1987. The Influence of Girdling and Gibberellic acid application at fruit set on ruby seedless and Thompson seedless grapes. *American Journal of Enology and Viticulture.* 38(2):83-88.
- İşci, B., Altındişli, A., 2014. Effect of Some Cultural Applications on Yield and Quality of Organic Table Grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Alphonse Lavalée and Trakya İlkeren, *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University,* 31 (3), 91-100.
- Jensan, F., Andris, H., Beede, R., 1981. A Comparison of normal girdles and knife line girdles on Thompson Seedless and Cardinal grapes. *Am. J. Enol. Vitic.,* 32 (3): 206-207.

- Kök, D., Bal, E. 2016. Seedless Berry Growth and Bioactive Compounds of cv. 'Recel Uzümü' (*V. Vinifera* L.) as Affected by Application Doses and Times of Pre-Harvest Thidiazuron, *Erwerbs-Obstbau* 58 (4), 253-258,
- Lu, J., Lamikanra, O., Leong, S., 1995. Effects of Gibberellic acid on muscadine grape production. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 108:360-361.
- Odabaş, F., Beyhan, N., Çelik, H., 2007. The effect of GA₃ and CCC on ovule and seed development in Kabuğutufka (*Vitis vinifera* L.), *International Journal of Agricultural Research.* 2 (2):145:151.
- Peppi, M.C., Fidelibus, M.W., 2008. Effects of forchlorfenuron and abscisic acid on the quality of Flame Seedless grapes. *HortSci.* 43, 173-176.
- Rather, J. A., Wani, S. H., Haribhushan, A., Bhat, Z. A., 2011. Influence of girdling, thinning, and GA₃ on fruit quality and shelf life of grape (*Vitis vinifera*) cv. Perlette. *Elixir Agriculture.* 41: 5731-5735.
- Roper, T. R., Williams, L.E., 1989. Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. *Plant Physiology.* 89 (4): 1136-1140.
- Shulman, Y., Nir, G., Bazak, H. Lavee, S., 1986. Grapevine girdling by morphactin oil. *Hort-science.* 21 (4): 999-1000.
- Soltekin, O., Teker, T., Erdem, A., Kaçar, E., Altındışlı, A., 2015. Response of Red Globe (*Vitis vinifera* L.) to cane girdling, 38th World Congress of Vine and Wine, (July 5–10), - Mainz, Germany 5, 01019 p
- Strydom, J., 2013. Effect of CPPU(N-(2-Chloro-4-Pyridinyl)-N'-Phenylurea) and a Seaweed Extract on Flame Seedless, Redglobe and Crimson Seedless Grape Quality. *S. Afr. J. Enol. Viticulture.* 34(2):233-241.
- Uzun, İ., Ceyhan, E., 1995. Studies on the Effect of Gibberellic Acid and Girdling Applications on Cluster and Berry Characteristics of Yuvarlak Çekirdeksiz Grape Cultivar. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture.* 8 (1):52-64.
- Weaver, R.J., Pool, R.M., 1972. Effect of time of thinning on berry size of girdled, Gibberellin treated Thompson Seedless Grape. *Vitis.* 12:97-99.
- Weaver, R.J., Winkler, A.J., 1951. Increasing the size of Thompson seedless grapes by means of 4-chlorophenoxyacetic acid, Berry thinning, and girdling. *Plant Physiology.* 27(3):626-630.
- Williams, L.E., Ayars, J.E., 2005. Water use of Thompson seedless grapevines as affected by the application of Gibberellic acid (GA₃) and trunk girdling. *Practices to Increase Berry Size. Agriculture and Forest Meteorology.* 129:85-94.
- Yamane, T., Shibayama, K., 2006. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' Grapevines, *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75 (6):439–444.
- Zabadal, T. J., 1992. Response to 'Himrod' grapevines to cane girdling. *Hort-science.* 27 (9):975-976.
- Zhenming, N., Xuefeng, X., Yi., Tianzhong, W.L., Jin, K., Zhenhai, H., 2008. Effects of leaf applied potassium, Gibberellin and Source-Sink Ratio on potassium absorption and distribution in grapefruits. *Scientia Horticulture.* 115:164-167.
- Zoffoli, J. P., Latorre, B. A., Naranjo, P., 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of Table Grapes during cold storage. *Postharvest Biology and Technology.* 51(2):183-192.

Research Article

Assessment of Genetic Stability of Propagated Plants of *Alyssum caricum* Using Flow Cytometry

Nurşen Çördük¹  Gülru Yücel^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Sciences, Department of Biology, 17100, Çanakkale-Türkiye

²Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 55200, Samsun-Türkiye

*Sorumlu yazar: gulru.yucel@omu.edu.tr

Received Date: 28.09.2023

Accepted Date: 18.10.2023

Abstract

This study aimed to investigate the nuclear DNA content of *A. caricum* using *in vitro*-grown plants and to analyse the genetic stability of *in vitro*-propagated plantlets through flow cytometry. The process involved germinating seeds on Murashige and Skoog medium with 3% sucrose and 0.7% phytoagar. The germinated seedlings were then cultured *in vitro* in a controlled environment. For the *in vitro* propagation experiment, nodal explants were cultured on three shoot induction media for 3-4 weeks. Subsequently, the adventitious shoots were transferred to the MS medium with the same formulations as the shoot induction medium to facilitate shoot propagation. The propagated adventitious shoots were then moved to full-strength MS medium with 3% sucrose and 0.7% phytoagar, without any plant growth regulators, to induce root development. The nuclear DNA content was estimated using flow cytometry for both the *in vitro* germinated seedlings and the propagated plantlets. The analyses revealed that *A. caricum* had 1.75 pg/2C±0.01 mean nuclear DNA content. Furthermore, the propagated plants exhibited similar nuclear DNA content. These results suggest that the analysed individuals were genetically stable. However, to obtain more comprehensive information about *A. caricum*, additional studies such as chromosome counting, genetic analyses are necessary.

Keywords: *A. caricum*, *In vitro* propagation, Nuclear DNA Content, Genetic stability, Flow cytometry.

In vitro Çoğaltılan Endemik *Alyssum caricum* Bitkilerinin Flow Sitometri ile Genetik Stabiliteilerinin Değerlendirilmesi

Öz

Bu çalışmada, flow sitometri analizi ile *in vitro* yetiştirilmiş *A. caricum* bitkilerinin çekirdek DNA içeriğinin belirlenmesi, ayrıca *in vitro* çoğaltılan bitkilerin genetik stabiliteilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bitkinin tohumları, 3% sukroz ve 0.7% fitoagar içeren Murashige ve Skoog besin ortamında çimlendirilmiştir. Çimlenen fideler kontrollü bir ortamda *in vitro* olarak büyütülmüştür. *In vitro* çoğaltım için nodal eksplantlar üç farklı sürgün indüksiyon ortamında 3-4 hafta kültüre alınmıştır. Adventif sürgünler, sürgün indüksiyon ortamı ile aynı formülasyonlara sahip MS besin ortamına çoğaltılmaları için aktarılmıştır. Çoğaltılan adventif sürgünler, daha sonra bitki büyüme düzenleyicileri içermeyen MS ortamına aktarılmıştır. *In vitro* yetiştirilen bitkiler ve *in vitro* çoğaltılan bitkiler flow sitometri ile analiz edilmiştir. Yapılan flow sitometri analizleri, *in vitro* yetiştirilen bitkilerin 1.75 pg/2C±0.01 DNA içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, çoğaltılan bitkilerin tohumdan çimlenen bitkiler ile benzer DNA içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, analiz edilen bireylerin genetik olarak stabil olduğunu önermektedir. Bununla birlikte, *A. caricum* hakkında daha kapsamlı bilgilere ulaşmak için kromozom sayımı, genetik analizler başta olmak üzere ek çalışmalar gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *A. caricum*, *In vitro* çoğaltım, Çekirdek DNA içeriği, Genetik stabilite, Flow sitometri.

Introduction

Various plant species, such as endangered, endemic, threatened, or commercial plants, can be propagated using plant tissue culture methods. The techniques can be utilized to obtain important number of the plants that are genetically similar to a parent plant and each other in a short time and independently of seasonal conditions. However, it should be noted that different key factors, such as plant genotype, donor age, the appropriate culture medium, and physical environmental factors are important for optimizing and enhancing the culture conditions (Hasnain et al., 2022; Çördük et al., 2023). Genetically uniform and equivalent to donor plants are expected for *in vitro* propagated plants. However, different factors such as plant growth regulator, the explant source, subculture number, or additional chemicals can induce environmental stress, commonly triggering genetic or epigenetic variations during the culture, known as somaclonal variation (Leljak-Levanic et al., 2004; Temel et al., 2008; Chinnusamy and Zhu, 2009; Lira-Medeiros et al., 2010). Therefore, *in vitro* propagated plants must be analysed to obtain genetic uniformity of the plants. Since somaclonal variation in plant tissue culture is associated differences in the amount of deoxyribonucleic acid, polyploidy and aneuploidy, evaluating of the genetic stability is significant step (Escobedo-Gracia-Medrano et al., 2018). Nuclear DNA content is fundamental important biological character of the genome which is essential data for many fields of research such as ploidy analysis (Ohri, 1988), breeding (Kron et al., 2007), and in different projects e.g. genome sequencing (Rabinowicz et al., 2006). Flow cytometry has become the common method to estimate nuclear DNA amount and ploidy level because it is reliable, convenient, fast (Dolezel et al., 2007). In plant biotechnology, flow cytometry is an important tool for the screening genetic stability of regenerated plants in the DNA ploidy level and DNA content (Escobedo-Gracia-Medrano et al., 2018).

The genus *Alyssum* (Brassicaceae) is distributed in Asia, Europe, America, and North Africa, and Eastern Mediterranean region which is the centre of diversity (Dudley, 1964; 1965; Li et al., 2014). The *Alyssum* genus is among the largest, with approximately 107 species and subspecies for the flora of Türkiye (Babaoğlu et al., 2006). The genus is known by the public as Kevke or Rabid weed. The rate of endemism is about 55% (Aytaç and Duman, 2000; Orcan and Mısırdalı, 2000; Adıgüzel and Reeves, 2002; Orcan 2002; Orcan, 2006; Orcan and Binzet, 2006; Yılmaz, 2012). *Alyssum* has been reported as a representative of the nickel hyperaccumulator genus with many of its taxa (Babaoğlu et al., 2006; Reeves and Adıgüzel, 2008). One of the nickel-hyperaccumulator *Alyssum* species is *Alyssum caricum* T.R.Dudley & Hub.-Mor. (Adıgüzel and Reeves, 2012). *A. caricum* is a perennial plant which distributed in Muğla and Denizli, Türkiye and shows a semi bluish type (Çördük et al., 2023). The species is a serpentine endemic plant in the flora of Türkiye and is classified as an endangered (EN) category by the Red Data Book of Turkish Plants (Ekim et al., 2000; Yeşilyurt and Akaydin, 2012). Researches on *in vitro* propagation (Çördük et al., 2023), identification of the morphological and anatomical features of seeds (Karaismailoglu, 2022), antibacterial, antioxidant, and anti-biofilm activities (Tozyılmaz et al., 2021), determination of proteasome activity (Van Hoewyk et al., 2018), determination of the relative role of aqueous smoke and nitrate on seed germination (Çatav et al., 2015), and adsorption potentials of native and amine-modified plant biomass (Bayramoglu et al., 2013) of *A. caricum* have been reported, but, as far as we know, there has been no research conducted on the assessment of DNA content and genetic stability in *A. caricum* to date. Therefore, we aimed to estimate the nuclear DNA content of *in vitro* growing individuals of *A. caricum* and analyse genetic stability of *in vitro* propagated plantlets by flow cytometry.

Material and Methods

Plant Materials

Seeds of *A. caricum*, collected in previous studies (Çördük et al., 2023), were used as plant materials. Seeds were stored at 4 °C until use. All seeds were initially treated with 70% ethanol for 1 min and then sterilized in 5% (v/v) sodium hypochlorite with 0.1% Tween 20 approximately 20 minutes. The seeds were rinsed with sterile water at least five times. The disinfected seeds were cultivated on Murashige and Skoog (MS) basal medium (Murashige and Skoog, 1962) with 3% (w/v) sucrose and 0.7% (w/v) phytoagar for germination and then transferred to the culture room at a temperature of 25±2°C, 60% relative humidity, and dark conditions. After 7 days, the seedlings were placed in the culture room at 25±2°C under 16 h light/8 h dark photoperiod, 60% humidity, and 72 µmol m⁻²s⁻¹. All chemicals, including MS basal medium, 6-Benzylaminopurine (6-BAP), Kinetin

(KIN), Naphthalene Acetic Acid (NAA), Indole-3-Acetic Acid (IAA), sucrose, and phytoagar, were purchased from Duchefa Biochemie B.V., Haarlem, Netherlands.

In vitro propagation cultures of *A. caricum* were established according to the protocol optimized in a previous study (Çördük et. al., 2023). The nodal explants (ca. 5mm long) isolated aseptically from *in vitro* grown seedlings were transferred onto three shoot induction media (Medium A: full-strength MS medium containing 2 mg/L BAP+0.1 mg/L NAA, Medium B: full-strength MS medium containing 2 mg/L KIN+0.1 mg/L IAA, and Medium C: half-strength MS medium containing 2 mg/L BAP+0.1 mg/L NAA). The prepared cultures were maintained in the plant culture room (25±2°C, 16/8 h photoperiod with a light intensity of 72 µmol m⁻² s⁻¹). 3% (w/v) sucrose and 0.7% (w/v) phytoagar were added to all media. The pH of media was adjusted to 5.75, and the media were autoclaved at 121°C for 20 min. All cultures were retained for four weeks, then the adventitious shoots (ca. 1 cm in length) were sub-cultured onto the MS medium with the same formulations as the shoot induction medium to facilitate shoot propagation within eight weeks of culture. The propagated adventitious shoots (2-3 cm) were transferred onto full-strength MS with 3% sucrose and 0.7% phytoagar without plant growth regulators for root induction.

Nuclear DNA Content Estimation

The nuclear DNA content of *A. caricum* samples was determined by the flow cytometer (Partec, CyFlow® Space Münster, Germany). *Vicia sativa* (3.95 2C/pg) used as an internal standard. The intact nuclei suspension was prepared from the young and healthy leaves of propagated plants and *in vitro* grown plants. The intact nuclei suspensions were prepared using commercial kits manufactured by Sysmex Partec GmbH. The healthy and fresh leaf of sample (20 mg) and leaf tissue from standard (50 mg) was co-chopped into small pieces for approximately 40–60 s using a razor blade in a petri dish containing 500 µl nuclei extraction buffer. The prepared homogenized solution was transferred into a glass tube through a 30 µm filter. A 2 µl of staining buffer (CyStain PI Absolute P) was transferred to each tube. Before analysis, the prepared samples were kept at room temperature in the dark for approximately 1 hour. 2C nuclear DNA content of analysed samples were calculated using the ratios of the G1 peak means of the sample and the internal standard with three replicates per sample using the following equation: Nuclear DNA content of sample = (Fluorescence intensity of sample (mean of G1 peak) / Fluorescence intensity of standard (mean of G1 peak) × Known DNA content of standard (pg).

Results and Discussion

The seeds were successfully germinated on MS medium. The *in vitro* germinated seedlings were healthy and grown *in vitro* conditions for 23 weeks (Figure 1). Shoot induction occurred on nodal explants in all shoot induction media in 3-4 weeks of culture via indirect organogenesis. The adventitious shoots were successfully propagated on MS medium containing the same plant growth regulators as the shoot induction medium. The shoots obtained via multiple shoot induction and organogenesis were successfully developed and rooted on full-strength MS medium without plant growth regulators (Figure 2).

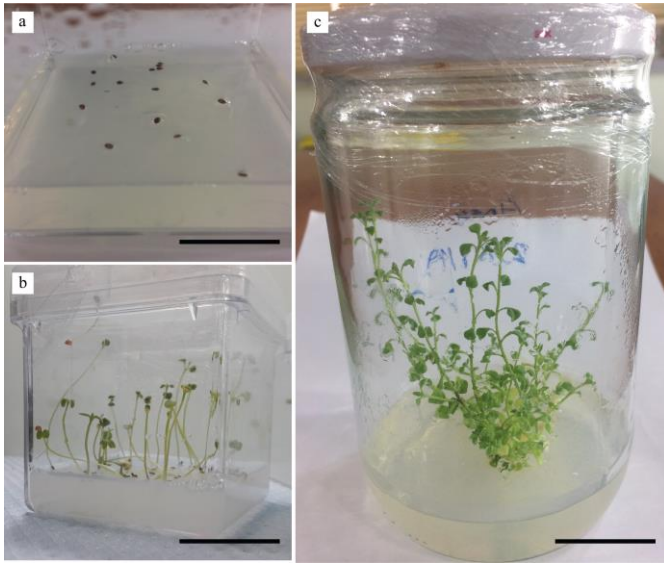


Figure 1. a) *A. caricum* seeds on MS medium for germination; b) germinated seedlings of *A. caricum*; c) 23-week-old plants derived from *in vitro* germinated seeds (bar=1 cm).

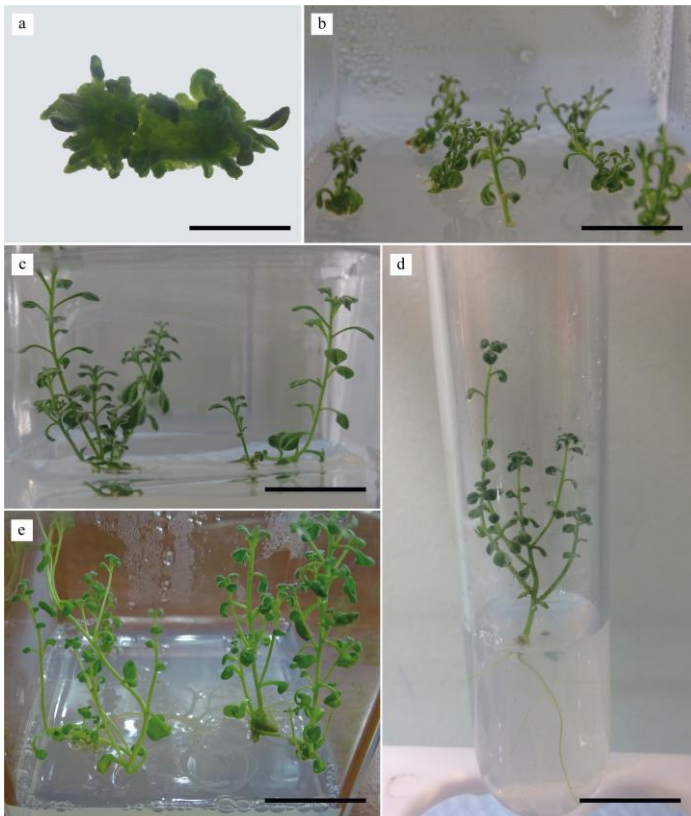


Figure 2. *In vitro* propagation of *A. caricum*. a) Induced shoots on nodal segment in 4 weeks of culture; b-c) The adventitious shoots on MS medium containing PGRs in in 12 weeks of culture; d) Rooted plants on MS medium without plant growth regulators e) propagated plantlets (bar=1 cm).

The *in vitro* germinated seedlings and the propagated plantlets were used to estimate the mean nuclear DNA contents using flow cytometry. Technically, the analyses of the nuclear DNA content were efficient in *in vitro* grown and propagated individuals of *A. caricum*. Flow cytometric analysis resulted in high resolution histograms for each analysed individual plant (Figure 3). The mean nuclear DNA content of *A. caricum* was detected using flow cytometry with *V. sativa* (3.65 pg/2C) as an internal standard plant. *V. sativa* was excellent as an internal standard for *A. caricum* nuclear DNA

content analyses since analysed plant G1 peak was clearly distinguishable from the standard plant G1 peak. According to the flow cytometric analysis, *in vitro* grown plants and propagated plantlets have similar amounts of nuclear DNA. Flow cytometry results indicated that *in vitro* grown plants (23-week-old) had $1.75 \text{ pg}/2\text{C} \pm 0.01$ mean nuclear DNA content, whereas propagated plants had (Medium A) $1.65 \text{ pg}/2\text{C} \pm 0.01$, (Medium B) $1.67 \text{ pg}/2\text{C} \pm 0.1$, and (Medium C) $1.69 \text{ pg}/2\text{C} \pm 0.1$, which were slightly lower than seed derived plantlets.

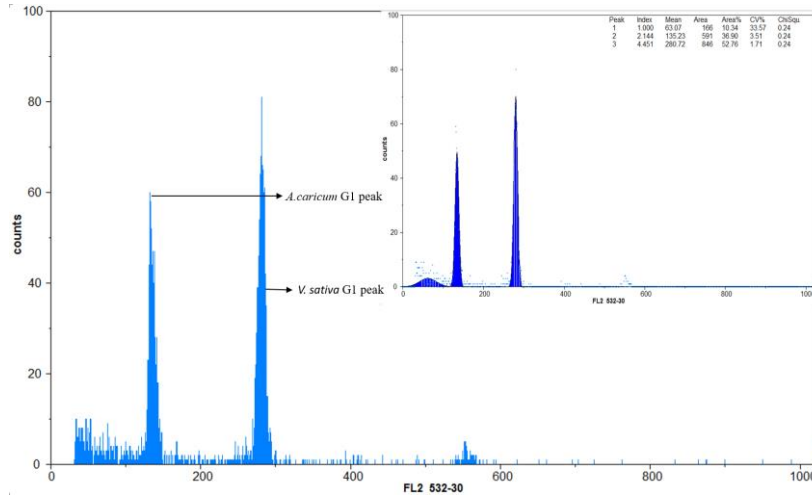


Figure 3. Relative positions of the G1 peaks of *A. caricum* L. and internal standard (*Vicia sativa*).

It was previously reported that, analyses of materials from *in vitro* grown plants and propagated plants had similar nuclear DNA content, e.g., *Digitalis trojana* (about $2.80 \text{ pg}/2\text{C}$; Çördük et al., 2017) and *Verbascum scamandri* (from $0.73 \text{ pg}/2\text{C}$ to $0.79 \text{ pg}/2\text{C}$; Yücel et al., 2023). In another studies, *in vitro* cultures of *Plantago asiatica* (Makowczynska et al., 2008) and *Silene vulgaris* (Çördük et al., 2018), showed that produce genetically stable material since the 2C DNA content of *in vitro* cultures was similar to the source of the material. Mirzaei et al. (2021) reported that since the genetic stability of olive during *in vitro* culture is important for elite olive genotype selection the genetic stability of the propagated materials was evaluated based on flow cytometry analyses. *Salix myrtilloides* has been reported as a relict species which is extinction in some Central European countries. The genetic and flow cytometry analyses with tissue culture materials of *S. myrtilloides* indicated that plants are genetically identical to the mother ones, and conducted research was suggested to use the studied protocol for propagate *S. myrtilloides* (Parzymies et al., 2023). The stability of the ploidy level in regenerated *Cucumis melo* was verified by a flow cytometry. In addition, the combination of BAP and NOA (Naphthoxyacetic Acid) suggested more convenient for the tissue culture of *C. melo* (Raji and Farajpour, 2021). The flow cytometry is used to detect DNA content and ploidy level also in regenerated plant to verifying the stability in different plants e.g. *Musa acuminata* cv. Grand Naine (Escobedo-Gracia-Medrano et al., 2018). As we can see from the previous studies, genetic stability is important from different perspectives, which makes it necessary character to detect it. In the present study, flow cytometry was used successfully to analyse the mean nuclear DNA content of *A. caricum* and evaluate its genetic stability as well.

Conclusion

In conclusion, *Alyssum caricum* had $1.75 \text{ pg}/2\text{C} \pm 0.01$ mean nuclear DNA content. The mean nuclear DNA content was similar during the successive subcultures which may suggest that the culture conditions were suitable for *in vitro* propagation of this species since no variation based on flow cytometric analyses occurred during the culture. This confirms that tissue culture methods and conditions can be useful for *A. caricum* regeneration. However, more comprehensive studies, e.g., chromosome counting, different tissue culture conditions, genetic analyses and more sample analyses are necessary to have comprehensive information about *A. caricum*.

Acknowledgements

The research was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University the Scientific Research Coordination Unit, Çanakkale, Türkiye (Project Number: FBA-2018-1439).

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

- Adıgüzel, N., Reeves, R.D., 2002. A new nickel-accumulating species of *Alyssum* (Cruciferae) from Western Turkey. *Edinb. J. Bot.* 59: 215–219.
- Adıgüzel, N., Reeves, R.D., 2012. Important serpentine areas of Turkey and distribution patterns of serpentine endemics and nickel accumulators. *Bocconeia*. 24: 7-17.
- Arslan, A., 2019. Investigation of pollen, seed, fruit morphology and antimicrobial and antibiofilm activity of some *Alyssum* L. species in Anatolian flora. Master Thesis, Bartın University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Aytaç, Z., Duman, H., 2000. A new species of *Alyssum* L. (Cruciferae) from Central Anatolia. *Isr. J. Plant Sci.* 48: 317–320.
- Babaoğlu, S., Bani, B., Açık, L., Adıgüzel, N., 2006. Taxonomic relations among some Turkish serpentine endemic *Alyssum* (Brassicaceae). Plant, fungal and habitat diversity investigation and conservation Proceedings of IV BBC – Sofia. 192-195.
- Bayramoğlu, G., Adıgüzel, N., Ersoy, G., Yılmaz M., Arica M. Y., 2013. Removal of textile dyes from aqueous solution using amine-modified plant biomass of *A. caricum*: equilibrium and kinetic studies. *Water Air Soil Pollut.* 224: 1640.
- Çatav, Ş.S., Küçükakyüz, K., Tavşanoğlu, Ç., Akbaş K., 2015. Effects of aqueous smoke and nitrate treatments on germination of 12 Eastern Mediterranean Basin plants. *Annales Botanici Fennici*. 52(1–2): 93-100.
- Chinnusamy, V., Zhu, J.K., 2009. Epigenetic regulation of stress responses in plants. *Curr Opin Plant Biol.* 12:133-9.
- Çördük, N., Cambaz, E., Yılmaz, A., Yılmaz, Ö., 2023. Effect of MS nutrient salts and plant growth regulators on the *in vitro* propagation of *Alyssum caricum* T.R.Dudley & Hub.-Mor. (Brassicaceae), an endemic species in the Flora of Türkiye. Ed. Deniz NG. Science and Mathematics in a Globalizing World, Duvar Publishing. 1-34.
- Çördük, N., Yücel, G., Akıncı, N., Tuna, M., 2017. Assessment of the genetic stability of indirect shoot organogenesis-derived plantlets of *Digitalis trojana* Ivanina by flow cytometry and cytological analyses. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*. 14 (1): 69-76.
- Çördük, N., Yücel, G., Akıncı, N., Tuna, M., Esen, O., 2018. *In vitro* propagation of *Silene bolanthoides* Quézel, Contandr. & Pamukç. and assessment of genetic stability by flow cytometry. *Archives of Biological Sciences*. 70(1): 141-148.
- Doležel, J., Greilhuber, J., Suda, J., 2007. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. *Nature Protocols*. 2: 2233–2244.
- Dudley, T.R., 1964. Synopsis of the genus *Alyssum*. *J. Arnold Arbor.* 45(3): 358– 373.
- Dudley, T.R., 1965. *Alyssum* L. in *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Ed.: Davis, P.H., Edinburgh: Edinburgh University Press. 1: 362–409.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Red data book of Turkish plants (Pteridophyta and Spermatophyta). Ankara: Foundation for Turkish Nature Conservation and Van Centennial University Press; 79 p.
- Escobedo-Gracia-Medrano, R.M., Burgos-Tan, M.J., Ku-Cauich, J.R., Quiroz-Moreno, A., 2018. Using flow cytometry analysis in plant tissue culture derived plants. In: Loyola-Vargas, V., Ochoa-Alejo, N. (eds) *Plant Cell Culture Protocols. Methods in Molecular Biology*, vol 1815. Humana Press, New York, NY.
- Hasnain, A., Naqvi, S.A.H., Ayesha, S.I., Khalid, F., Ellahi, M., Iqbal, S., Hassan, M.Z., Abbas, A., Adamski, R., Markowska, D., Baazeem, A., Mustafa, G., Moustafa, M., Hasan, M.E., Abdelhamid, M.M.A., 2022. Plants *in vitro* propagation with its applications in food, pharmaceuticals and cosmetic industries; current scenario and future approaches. *Front Plant Sci.* 2022 13:1009395.
- Karaismailoğlu, C., 2022. Practicality of seed morpho-anatomical characters for the identification of species *Alyssum* (Brassicaceae) in Turkey: a systematic approach. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 25 (1):114-124.
- Leljak-Levanic, D., Bauer, N., Mihaljevic, S., Jelaska, S., 2004. Changes in DNA methylation during somatic embryogenesis in *Cucurbita pepo* L. *Plant Cell Rep.* 23:120-7.

- Li, Y., Kong, Y., Zhang, Z., Yin, Y., Liu, B., Lv, G., Wang, X., 2014. Phylogeny and biogeography of *Alyssum* (Brassicaceae) based on nuclear ribosomal ITS DNA sequences. *Journal of Genetics*. 93(2): 313–323.
- Lira-Medeiros, C.F., Parisod, C., Fernandes, R.A., Mata, C.S., Cardoso, M.A., Ferreira, P.C.G., 2010. Epigenetic variation in mangrove plants occurring in contrasting natural environment. *PLOS One*. 5(4): e10326.
- Makowczyńska, J., Andrzejewska-Golec, E., Sliwiska, E., 2008. Nuclear DNA content in different plant materials of *Plantago asiatica* L. cultured in vitro. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 94: 65–71.
- Mirzaei, L., Yadollahi, A., Kermani, M.J., Naderpour, M., Zeinanloo, A.A., Farsi, M., Davoodi D., 2021. Evaluation of genetic stability in olive callus-induced and meristem-induced shoots using flow cytometry and amplified fragment length polymorphism techniques. *Plant Methods*. 17: 31.
- Murashige T., Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture, *Physiol. Plant*. 15: 473-497.
- Ohri, D., 1998. Genome size variation and plant systematics. *Annals of Botany*. 82 (Supplement A): 75–83.
- Orcan, N., 2002. *Alyssum penjwinensis* Dudley (Brassicaceae): A new record for the flora of Turkey. *Bot. Chron*. 15: 31–34.
- Orcan, N., 2006. *Alyssum mughlaei* (Brassicaceae) a new species from Southwest Anatolia. *Nord. J. Bot*. 23: 703–705.
- Orcan, N., Binzet, R., 2006. A new record for the Flora of Turkey: *Alyssum idaeum* Boiss. & Heldr. *Pak. J. Bot*. 38: 931–933.
- Orcan, N., Mısırdalı, H., 2000. *Alyssum lenense* Adams (Brassicaceae): A new record for the flora of Turkey. *Bot. Chron*. 13: 409–412.
- Parzymies, M., Pogorzelec, M., Głębocka, K., Sliwiska, E., 2023. Micropropagation protocol and genetic stability of the *Salix myrtilloides* plants cultivated in vitro. *Biology*. 12: 168.
- Rabinowicz, P.D., Bennetzen, J.L., 2006. The maize genome as a model for efficient sequence analysis of large plant genomes. *Current Opinion in Plant Biology*. 9(2): 149–156.
- Raji, M.R., Farajpour M., 2021. Genetic fidelity of regenerated plants via shoot regeneration of muskmelon by inter simple sequence repeat and flow cytometry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 20(2): 88-93.
- Reeves, R.D., Adıgüzel, N., 2008. The nickel hyperaccumulating plants of the serpentines of Turkey and adjacent areas: A review with new Data. *Turkish Journal of Biology*. 32(3): 143-153.
- Suda, J., Kron, P., Husband, B.C., Trávníček, P., 2007. Flow cytometry and ploidy: applications in plant systematics, ecology and evolutionary biology. In *Flow Cytometry with Plant Cells* (eds. Doležel, J., Greilhuber, J. & Suda, J.) 103–130 (Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2007).
- Temel, A., Kartal, G., Gozukırmızı, N., 2008. Genetic and epigenetic variations in barley calli cultures. *Biotechnol Biotechnol Equip*. 22(4): 911-14.
- Tozyılmaz, V., Bülbül, A.S., Ceylan, Y. 2021. Determination of Antimicrobial, Antioxidant and Antibiofilm Activity of Some *Alyssum* L. Species in Anatolian Flora. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 24 (4): 715-724.
- Van Hoewyk, D., Taskin, M.B., Yaprak, A.E., Turgay, O.C., Ergul, A., 2018. Profiling of proteasome activity in *Alyssum* species on serpentine soils in Turkey reveals possible insight into nickel tolerance and accumulation. *Plant Physiol. Biochem*. 124: 184–189.
- Yeşilyurt, E.B., Akaydın, G., 2012. Endemic plants and their threat categories of Muğla province (Turkey) Muğla İli Endemik Bitkileri ve Tehlike Kategorileri (Türkiye). *Hacettepe J. Biol. & Chem*. 40 (2): 195–212.
- Yılmaz, Ö., 2012. *Alyssum kaynakiae* sp. nov. (sect. Gamosepalum, Brassicaceae) from southwest Anatolia, Turkey. *Nordic Journal of Botany*. 30:190–194.
- Yücel, G., Cambaz, E., Çördük, N., 2023. Determination of nuclear DNA content and chromosome number of *Verbascum scamandri* Murb. (Scrophulariaceae). *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*. 38 (2): 397-406.

Araştırma Makalesi

Türkiye’de Fındık Üretimi ve Fındık Fiyatı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Tayfun Çukur^{1*} 

Figen Çukur² 

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Meslek Yüksekokulu, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, Muğla

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Muğla

*Sorumlu yazar: tayfun.cukur@hotmail.com

Geliş Tarihi: 04.10.2023

Kabul Tarihi: 13.12.2023

Öz

Araştırmada fındık üretimi ile fındık fiyatları arasında ilişki bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla Koyck modeli kullanılmıştır. Araştırmada 1970-2021 dönemi incelenmiş, fındık fiyatı bağımsız değişken, fındık üretimi ise bağımlı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Oluşturulan Koyck modelinin sonuçlarına göre fındık fiyatları ile fındık üretim miktarı arasındaki korelasyon 0.616 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada fındık fiyatlarının fındık üretimini etkilediği, fındık fiyatlarında meydana gelen değişikliklerin fındık üretiminde dikkate değer bir değişikliğe yol açabilmesi için geçmesi gereken zamanın 0.65 yıl olduğu belirlenmiştir. Ayrıca incelenen dönem itibarıyla, cari yılda fındık fiyatlarındaki bir TL’lik artışın üretim miktarında 0.011532 tonluk bir artışa yol açtığı saptanmıştır. Bir önceki dönemdeki fındık fiyatlarında meydana gelen bir TL’lik artışın ise fındık üretiminde 0.004527 tonluk bir artış sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: fiyat, üretim, fındık, Koyck modeli, Türkiye

Examining the Relationship Between Hazelnut Production and Hazelnut Prices in Türkiye

Abstract

In the research, Koyck model was used to determine whether there is a relationship between hazelnut production and hazelnut prices. The period 1970-2021 was examined in the research, and hazelnut price was included in the model as an independent variable and hazelnut production as a dependent variable. According to the results of the created Koyck model, the correlation between hazelnut prices and hazelnut production amount was determined as 0.616. In the research, it was determined that hazelnut prices affect hazelnut production, and the time required for changes in hazelnut prices to cause a significant change in hazelnut production is 0.65 years. In addition, as of the examined period, it was determined that a 1 TL increase in hazelnut prices in the current year led to an increase of 0.011532 tons in the production amount. It was determined that a 1 TL increase in hazelnut prices in the previous period provided an increase of 0.004527 tons in hazelnut production.

Keywords: price, production, hazelnut, Koyck model, Türkiye

Giriş

Fındığın anavatanı hakkında birçok yazar, tabiat bilgini ve tarihçi değişik görüşler ileri sürmüşlerdir. Arkeolojik kazılar M.Ö. 10000’li yıllarda fındığın mezolitik diyetlerin bir parçası olduğunu kanıtlamaktadır. Çin yazılı kaynaklarında M.Ö. 2838 yıllarında Çin’de yetiştiriciliğinin yapıldığı ifade edilen fındığın Tanrı’nın insanlara ihsan eylediği beş kutsal meyveden birisi olduğu bildirilmektedir (FAEM, 2023).

Fındık çok iyi bir enerji kaynağıdır, vücuda güç ve enerji verir, beden ve zihin yorgunluğunu giderir. Fındık, kalp ve damar sağlığı açısından çok faydalıdır. Kolesterolü düşürür, kalp ritmini ayarlamaya yardımcı olur. Düzenli olarak her gün fındık yemek kalp krizi geçirme riskini azaltmakta çok etkilidir. Kansızlığa iyi gelir, vücut ve kemik gelişimini destekler (Fiskobirlik, 2023).

Türkiye dünya fındık üretiminde %63.50’lik payla ilk sırada yer almaktadır. İtalya %7.86’lık payla ikinci, ABD %6.53’lük payla üçüncü ve Azerbaycan %6.28’lik payla dördüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1).

Table 1. World hazelnut production (2021)

Çizelge 1. Dünya fındık üretimi (2021)

| Ülkeler | Üretim (ton) | % |
|------------|--------------|--------|
| Türkiye | 684000.00 | 63.50 |
| İtalya | 84670.00 | 7.86 |
| ABD | 70310.00 | 6.53 |
| Azerbaycan | 67630.20 | 6.28 |
| Gürcistan | 46000.00 | 4.27 |
| Şili | 35291.28 | 3.28 |
| Çin | 24422.53 | 2.27 |
| İran | 13613.19 | 1.26 |
| Fransa | 12340.00 | 1.15 |
| Dünya | 1077117.10 | 100.00 |

Kaynak: FAO, 2023.

Türkiye’de yıllar itibariyle fındık üretimi değerlendirildiğinde üretimde bir artış eğiliminin olduğu görülmektedir. 2004 yılında 350000 ton olan üretim, 2022 yılında 765000 tona yükselmiştir (Şekil 1).

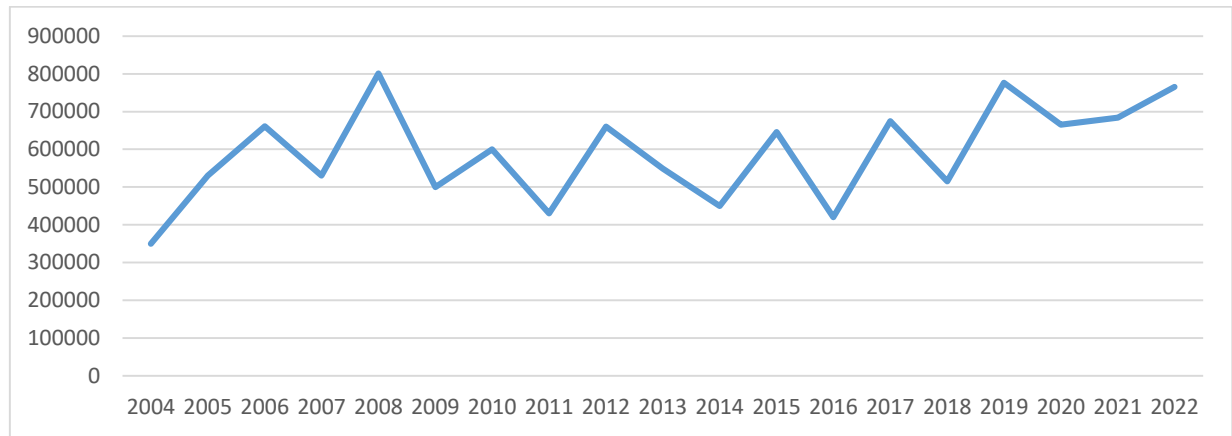


Figure 1. Hazelnut production in Türkiye by Years (tons)

Şekil 1. Türkiye’de yıllar itibariyle fındık üretimi (ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Türkiye fındık üretiminde iller itibariyle bir değerlendirme yapıldığında Ordu ili %31.36’lık payla ilk sırada, Samsun ili %14.60’lık payla ikinci sırada ve Sakarya ili ise %12.87’lik bir payla üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 2).

Table 2. Important provinces in hazelnut production in Türkiye (2022)

Çizelge 2. Türkiye’de fındık üretiminde önemli iller (2022)

| İller | Üretim (ton) | % |
|-----------|--------------|--------|
| Ordu | 239935 | 31.36 |
| Samsun | 111701 | 14.60 |
| Sakarya | 98469 | 12.87 |
| Giresun | 92305 | 12.07 |
| Düzce | 83052 | 10.86 |
| Trabzon | 52461 | 6.86 |
| Zonguldak | 33762 | 4.41 |
| Toplam | 765000 | 100.00 |

Kaynak: TÜİK, 2023

Tarım sektöründe fiyat değişince arzın buna adapte olabilmesi için bir üretim döneminin geçmesi gerekmektedir. Bir üretim döneminin uzunluğu ise tarım sektöründe genellikle bir yıldır.

Bazen bu süre çok yıllık bitkilerde olduğu gibi daha da uzun olabilir. Arzın bu şekil bir talep ve fiyat değişikliğine cevap verebilmesi için, bir üretim döneminin geçmesi zorunluluğu, arz edilen miktarın bir yıl önceki (gecikmeli) fiyatlara bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Sonuçta t döneminde üretilen ürünün arz miktarı t-1 döneminin fiyatlarına bağlıdır (Karkacier, 1999).

Literatür incelendiğinde tarımsal ürün ve tarımsal fiyat arasındaki ilişkiyi, Koyck modeli, Almon modeli veya Koyck-Almon modeli yardımıyla inceleyen çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Table 3. Researchs examining the relationship between agricultural products and agricultural prices

Çizelge 3. Tarımsal ürün ve tarımsal fiyat arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar

| Yazar/Yazarlar | Ürün | Model |
|-------------------------------|----------------|-------------|
| Abdikoğlu ve Unakıtan (2014) | karpuz | Koyck |
| Ağazade (2021) | pamuk | Koyck |
| Arısoy ve Bayramoğlu (2017) | patates | Koyck |
| Avcioğlu ve Aksoy (2021) | antepfıstığı | Koyck |
| Berk (2017) | ayçiçeği | Koyck |
| Çelik (2015) | koyun sütü | Koyck-Almon |
| Çelik (2014) | kabuklu fındık | Koyck |
| Çobanoğlu (2010) | çilek | Koyck-Almon |
| Çukur et al. (2023) | ceviz | Koyck |
| Dikmen (2006) | tütün | Koyck-Almon |
| Doğan et al. (2014) | patates | Koyck |
| Erdal ve Erdal (2008) | kuru soğan | Koyck |
| Erdal et al. (2009) | patates | Koyck |
| Erdal (2006) | domates | Koyck |
| Hasan ve Khalequzzaman (2015) | sarımsak | Koyck |
| Mbise (2016) | mısır | Koyck |
| Özbay ve Çelik (2016) | karpuz | Almon |
| Özçelik ve Özer (2006) | buğday | Koyck |
| Özsayın (2017) | inek sütü | Koyck |
| Turğut et al. (2023) | ayçiçeği | Koyck |

Bu araştırma, Türkiye'de fındık üretimi ve fındık fiyatları arasındaki ilişkiyi Koyck modeli yardımıyla belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Fındık üretimi ile fındık fiyatı arasındaki ilişkinin belirlenmesinin hedeflendiği bu çalışmada Gecikmesi Dağıtılmış (Distributed Lag) Koyck Modelinden yararlanılmıştır. Araştırmada kabuklu fındık üretim miktarı bağımlı, kabuklu fındık fiyatı bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Araştırmada kullanılan değişkenler 1970-2021 dönemini kapsamaktadır. Fındık fiyatının birimi çiftçinin eline geçen fiyat (TL kg⁻¹), fındık üretim miktarının birimi ise ton olarak alınmıştır. Fındık üretim miktarı ve fındık fiyatlarına ait zaman serileri TÜİK veri tabanından elde edilmiştir (TÜİK, 2023; TÜİK, 2014).

Zaman serisi verileri kullanan regresyon modellerinde, model açıklayıcı değişkenlerin şimdiki değerlerinin yanında, geçmiş (gecikmeli) değerlerini de içeriyorsa bu şekildeki modellere gecikmesi dağıtılmış model denmektedir (Gujarati, 1999).

Koyck, gecikmesi dağıtılmış modelleri tahmin etmek için bir yöntem önermiştir. β'lerin hepsinin aynı işaretli olduğunu varsayan Koyck, bunların geometrik olarak aşağıdaki gibi azaldığını varsayar (Gujarati ve Porter, 1999).

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k, k=0,1 \dots \quad (1)$$

Formülde;

λ ($0 < \lambda < 1$): Gecikmenin azalma veya eksilme oranını

($1 - \lambda$): Ayarlama hızını göstermektedir.

Ardışık her β katsayısı uzak geçmişe gidildikçe sayısal olarak daha da azalmaktadır. Bu gecikmenin Y_t üzerindeki etkisinin giderek küçüldüğünü ima eder ki, bu oldukça makul bir varsayımdır (Gujarati, 1999).

Koyck dizisinin şu özelliklerine dikkat edilmesi gerekir (Gujarati ve Porter, 1999): (1) Koyck λ 'ya negatif olmayan değerler vermekle β 'ların işaret değiştirmelerini engeller (2) $\lambda < 1$ olduğunu varsayarak, uzak β 'lara yakındakilere göre daha az ağırlık tanımış olur ve (3) uzun dönem çarpımını veren β 'ların toplamının sonlu olmasını sağlar. Yani;

$$\sum_{i=0}^{\infty} \beta_k = \beta_0 \left(\frac{1}{1-\lambda} \right) \quad (2)$$

Buna göre gecikmesi sonsuz model Eşitlik 3'deki gibi ifade edilebilir (Gujarati ve Porter, 1999).

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + \beta_0 \lambda^k X_{t-k} + u_t \quad (3)$$

Model bir dönem geri çekildiğinde aşağıdaki şekle dönüşmektedir:

$$Y_{t-1} = \alpha + \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 \lambda X_{t-2} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-3} + \dots + u_{t-1} \quad (4)$$

Model λ ile çarpılırsa aşağıdaki şekle dönüşmektedir.

$$\lambda Y_{t-1} = \lambda \alpha + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \beta_0 \lambda^3 X_{t-3} + \dots + \lambda u_{t-1} \quad (5)$$

Y_t ile λY_{t-1} farkı alınır (6) numaralı eşitliğe ulaşılır.

$$Y_t - \lambda Y_{t-1} = (1-\lambda) \alpha + \beta_0 X_t + (u_{t-1} - \lambda u_{t-1})$$

$$Y_t = (1-\lambda) \alpha + \beta_0 X_t + \lambda Y_{t-1} + v_t \quad (6)$$

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada öncelikle fındık üretim miktarı ile fındık fiyatı arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda araştırmada fındık fiyatı ile fındık üretim miktarı arasında korelasyon katsayısı 0.616 olarak hesaplanmıştır. Bu korelasyon düzeyi, değişkenlerin Koyck modeli için uygun olduğunu göstermektedir. Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda üretim ile fiyat arasındaki korelasyon katsayıları, Çelik (2014) tarafından kabuklu fındıkta 0.645, Özçelik ve Özer (2006) tarafından buğdayda 0.638 ve Hasan ve Khalequzzaman (2015) tarafından sarımsakta 0.790 bulunmuştur.

Araştırmada 2 gecikme uzunluğunda en düşük Schwarz kriteri değerine ulaşılmıştır (Çizelge 4). Bu sonuç, fındık fiyatlarının fındık üretimine olan etkisinin 2 yıl olacağı, 2. yıldan sonra ise fındık fiyatının, fındık üretimine olan etkisinin sıfır olacağını göstermektedir. Benzer şekilde Ağazade (2021), Doğan et al. (2014), Mbise (2016) ve Turğut et al. (2023) tarafından yürütülen çalışmalarda da gecikme uzunluğu 2 yıl bulunmuştur.

Table 4. Schwarz values for lag numbers

Çizelge 4. Gecikme sayıları itibariyle schwarz değerleri

| Gecikme uzunluğu (k) | Schwarz Kriteri Değeri |
|----------------------|------------------------|
| 1 | 26.57596 |
| 2 | 26.57308 |
| 3 | 26.62230 |
| 4 | 26.69484 |
| 5 | 26.76431 |

Çizelge 5’de 2 gecikme uzunluğuna göre fındık üretimiyle fındık fiyatı arasındaki ilişki en küçük kareler yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırma sonucu ulaşılan model istatistiksel olarak kabul edilebilir olup ($p= 0.000026$), R^2 ise 0.402457 olarak bulunmuştur. Fındık üretimi ile fındık fiyatı arasındaki ilişki Eşitlik 8’de gösterilmiştir.

$$Q_t = \alpha_0 + \beta_0 P_t + \beta_1 P_{t-1} + u_t \quad (7)$$

$$Q_t = 386891 + 0.021068 P_t - 0.020304 P_{t-1} + 0.020664 P_{t-2} \quad (8)$$

Table 5. The relationship between hazelnut production and hazelnut price according to the lag numbers

Çizelge 5. Gecikme sayılarına göre fındık üretimi ve fındık fiyatı ilişkisi

| Değişken | Katsayı | Standart hata | t-istatistiği | Olasılık değeri |
|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------------|
| Sabit | 386891.0 | 21163.25 | 18.28127 | 0.0000 |
| P_t | 0.021068 | 0.011995 | 1.756383 | 0.0857 |
| P_{t-1} | -0.020304 | 0.018382 | -1.104552 | 0.2751 |
| P_{t-2} | 0.020664 | 0.014506 | 1.424457 | 0.1611 |

$R^2= 0.402457$ $F= 10.32729$ $p= 0.000026$

Kurulan Koyck modeli sonuçlarına göre, tüm değişkenlerin (sabit, P_t , Q_{t-1}) istatistiksel olarak kabul edilebilir olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Model sonuçları incelendiğinde, fındık fiyatındaki 1 TL’lik yükseliş fındık üretiminde 0.011532 tonluk bir yükselişe neden olurken, bir dönem önceki fındık üretimindeki 1 tonluk yükseliş fındık üretiminde 0.392559 ton yükselişe neden olmaktadır (Çizelge 6).

Table 6. The results of the koyck model obtained

Çizelge 6. Elde edilen koyck modelinin sonuçları

| Değişken | Katsayı | Standart hata | t-istatistiği | Olasılık değeri |
|-----------|----------|---------------|---------------|-----------------|
| Sabit | 235152.7 | 52918.38 | 4.443687 | 0.0001 |
| P_t | 0.011532 | 0.003818 | 3.020309 | 0.0040 |
| Q_{t-1} | 0.392559 | 0.129583 | 3.029407 | 0.0039 |

$R^2= 0.475722$ $F= 21.77720$ $p= 0.000000$

Ortalama gecikme = $\lambda/(1-\lambda)$ formülü yardımıyla hesaplanmıştır. Değerler formülde yerine konmuş ve $0.392559/(1-0.392559)= 0.65$ sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu netice, fındık fiyatlarında oluşan değişikliğin fındık üretimini hissedilir derecede etkileyebilmesi için 0.65 yıl geçmesi gerektiğini göstermektedir. Ortalama gecikme Berk (2017) tarafından yürütülen araştırmada 0.1885, Erdal ve Erdal (2008) tarafından yürütülen araştırmada 1.19 ve Turğut et al. (2023) tarafından yürütülen araştırmada 1.46 olarak bulunmuştur.

Koyck modelini baz alarak, (8) nolu eşitliğe ulaşmak için aşağıdaki işlemler yapılır. Koyck modeli tekrar yazıldığında,

$$Q_t = \alpha_0 + \beta_0 P_t + \lambda Q_{t-1} + u_t \quad (9)$$

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k \quad (10)$$

$0 < \lambda < 1$ olduğundan

$$\beta_0 = 0.011532 \quad \lambda = 0.392559$$

$$\beta_1 = \beta_0 \lambda^1 = (0.011532)(0.392559) = 0.004527$$

$$\beta_2 = \beta_0 \lambda^2 = (0.011532)(0.392559)^2 = 0.001777$$

$$\alpha_0 = \alpha / (1 - \lambda) = 235152.7 / (1 - 0.392559) = 387120.2$$

Yukarıdaki hesaplamalar yardımıyla elde edilen veriler, Koyck modeli kullanılarak oluşturulan denklemde yerine konduğunda Eşitlik (12) elde edilir.

$$Q_t = \alpha_0 + \beta_0 P_t + \beta_1 P_{t-1} + \beta_2 P_{t-2} + u_t \quad (11)$$

$$Q_t = 387120.2 + 0.011532 P_t + 0.004527 P_{t-1} + 0.001777 P_{t-2} \quad (12)$$

Eşitlik 12'den de görüldüğü gibi, fiyatlardaki %1'lik değişme üretimi %0.011532 artırmaktadır. 1 gecikme olduğunda (P_{t-1}) fiyattaki %1'lik değişimin, üretimi %0.004527 oranında, 2 gecikme olduğunda ise (P_{t-2}) fiyattaki %1'lik değişimin, üretimi %0.001777 oranında artıracığı belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırmada 1970-2021 yıllarını kapsayan dönemde fındık üretim miktarı ile fındık fiyatları arasındaki ilişki Koyck modeli yardımıyla incelenmiştir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Schwarz kriteri esas alınmış ve gecikme uzunluğu 2 bulunmuştur. Fındık üretimi ile fındık fiyatı arasındaki ilişkinin incelendiği Koyck modelinde R^2 %47.6 olarak belirlenmiş olup, elde edilen modelin %1 düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır. Fındık üretiminde fındık fiyatlarında ortaya çıkan değişikliğin üretim bakımından önemli ve farkedilebilir düzeyde bir etkiye neden olması için gerekli zamanın 0.65 yıl olduğu saptanmıştır. Elde edilen Koyck modeline göre, fındık fiyatındaki 1 TL'lik yükseliş fındık üretiminde 0.011532 tonluk bir yükselişe neden olurken, bir dönem önceki fındık üretimindeki 1 tonluk yükseliş fındık üretiminde 0.392559 ton yükselişe neden olmaktadır.

Çiftçiler ekim veya dikim zamanında tarımsal ürünlerin fiyatlarına tepkide bulunabilir. Eğer ekim döneminde tarımsal ürünlerin fiyatları yüksekse çiftçiler tarımsal üretim alanını artırabilirler. Aksine, ekim döneminde ürün fiyatı düşük olan tarımsal ürünlerin ekim alanları azaltılır. Arzın talebe gecikmeli olarak cevap vermesi ve üretimin hava koşullarının etkisinde kalması, üretimin ve buna bağlı olarak piyasanın kontrolünü güçleştirmektedir (İnan, 2001). Diğer taraftan tarımsal üretim doğa koşullarına bağlı olduğundan risk ve belirsizliklerle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu nedenle çiftçiler etkin bir üretim ve pazarlama organizasyonu kurarak söz konusu risk ve belirsizliklere karşı tedbir almalıdır.

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.

Not: Bu makale 15. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresinde (6-8 Eylül 2023, Çanakkale) poster bildiri olarak sunulmuş olup, özet bildiri kitabında özeti yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Abdikoğlu, D.İ., Unakıtan, G., 2014. Türkiye'de karpuz üretimi ile karpuz fiyatı arasındaki ilişkinin ekonometrik analizi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Türkiye, 854-859. 3-5 Eylül, Samsun.
- Ağazade, S., 2021. Türkiye'de pamuk üretimi ile fiyatı arasındaki ilişkinin koyck yaklaşımı ile analizi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi.18(3): 386-399.
- Arısoy, H., Bayramoğlu, Z., 2017. Determination of the effect of price fluctuations on producer income the case of potatoes. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 5(11): 1342-1349.

- Avcıoğlu, U., Aksoy, A., 2021. Analysis of correlation of pistachio production and income with the koyck models in Turkey. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. 36(1): 71-76.
- Berk, A., 2017. The analysis of relationship between sunflower production and its price by using Koyck model in Turkey. *Custos e @gronegocio*. 13(4): 1-12.
- Çelik, Ş., 2014. Türkiye'nin kabuklu fındık üretiminde üretim-fiyat ilişkisinin Koyck yaklaşımı ile analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 1(4): 524-530.
- Çelik, Ş., 2015. Koyck ve Almon gecikme modeli ile koyun sütü üretiminde üretim- fiyat ilişkisinin analizi: Türkiye örneği. *Akademik Bakış Dergisi*. 50: 137-149.
- Çobanoğlu, F., 2010. Koyck – Almon yaklaşımları ile çilek üretimi ve fiyat ilişkisinin analizi. *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Türkiye*, 72-79.
- Çukur, T., Işın, F., Çukur, F., 2023. Cevizde üretim ile fiyat ilişkisinin analizi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*. 12(1): 101-106.
- Dikmen, N., 2006. Koyck-Almon yaklaşımı ile tütün üretimi ve fiyat ilişkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 15(2): 153-168.
- Doğan, H.G., Gürler, A.Z., Ayyıldız, B., Şimşek, E., 2014. Patates üretiminde üretim-fiyat ilişkisinin koyck yaklaşımı ile analitik olarak değerlendirilmesi (TR 71 bölgesi örneği). *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2(1): 42-46.
- Erdal, H., Erdal, G., Esengun, K., 2009. An analysis of production and price relationship for potato in Turkey: a distributed lag model application. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 15(3): 243-250.
- Erdal, G., Erdal, H., 2008. Kuru soğanda üretim fiyat etkileşimi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 25(1): 33-39.
- Erdal, G., 2006. Tarımsal ürünlerde üretim – fiyat ilişkisinin koyck yaklaşımı ile analizi (domates örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2: 21-28.
- FAO, 2023. Crops and livestock products, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, (Erişim tarihi:05.10.2023).
- Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (FAEM). 2023. Fındığın Tarihçesi, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=26>, (Erişim tarihi:05.10.2023).
- Fiskobirlik, 2023. Fındık Nedir, <https://www.fiskobirlik.com.tr/findikdetay/Findik-Nedir.html>, (Erişim tarihi:05.10.2023).
- Hasan, M.K., Khalequzzaman, K.M., 2015. Relationship between production and price of garlic in Bangladesh: an analysis by using distributed lag model. *Bull. Inst. Trop. Agr., Kyushu Univ.* 38: 31-38.
- Gujarati, D.N., 1999. Temel Ekonometri. (Çevirenler: Ü. Şenesen, G.G. Şenesen). *Literatür Yayınları*. 849 s. İstanbul.
- Gujarati, D.N., Porter, D.C., 1999. *Basic Econometrics*. McGraw-Hill/Irwin. 922 p. New York.
- İnan, İ.H., 2001. *Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği*. Avcı Ofset. 319 s. Tekirdağ.
- Karkacıoğlu, O., 1999. Genel Ekonomi (İktisada Giriş). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 6. 120s. Tokat.
- Mbise, M., 2016. Influence of expected farm-gate price on maize production in Ludewa district of Njombe region, Tanzania: estimation of koyck lag model. *International Journal of Advanced Research*. 4(12): 292-299.
- Özbay, N., Çelik, Ş., 2016. Türkiye'de karpuz üretiminde üretim-fiyat ilişkisinin almon gecikme modeli ile incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 19(2): 141-146.
- Özçelik, A., Özer, O.O., 2006. Koyck modeliyle Türkiye'de buğday üretimi ve fiyat ilişkisinin analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 12(4): 333-339.
- Özsayın, D., 2017. Investigation of production and price relationship in cow milk production by koyck model approach. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 5(6): 681-686.
- Turğut, U., Güler, D., Engindeniz, S., 2023. The analysis of the relation between production and price in sunflower by koyck model. *Tarım Ekonomisi Dergisi*. 29 (1): 57-64.
- TÜİK., 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, (Erişim tarihi:05.10.2023).
- TÜİK., 2014. *İstatistik Göstergeler 1923-2013*, Ankara.

Araştırma Makalesi

Hasat Sonrası Metil Salisilat Uygulamasının '0900 Ziraat' Kiraz Çeşidinin Soğukta Muhafazası Süresince Kaliteye Olan Etkileri

Neslihan Ekinci^{1*}  Serpil Varlı Yunusoğlu² 

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

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale

*Sorumlu yazar: nekinci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.11.2023

Kabul Tarihi: 19.12.2023

Öz

Bu çalışma '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde hasat sonrası Metil Salisilat (MeSA) uygulamasının depolama süresince meyve kalitesine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Hasat edilen meyveler, iki farklı MeSA dozunun uygulandığı (1 mM ve 2 mM) ve hiç uygulama yapılmayan (saf su) meyveler (Kontrol) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. İlk iki gruba ait meyveler 1 mM ve 2 mM MeSA içeren solüsyonlara 5 dk süre ile daldırılmıştır. Kontrol grubu meyveleri ise aynı süre saf suya daldırılmıştır. Daldırma işleminden sonra tüm meyveler, fazla suyun süzülmesi için 30 dk oda koşullarında bekletilmiştir. Tüm meyveler 1 gün süresince ön soğutma işlemine tabi tutulmuş ve $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve 90 ± 5 oransal nem içeren normal atmosfer koşullarında 35 gün süresince soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Araştırmada muhafaza süresince 7 gün aralıklarla, meyve eti sertliği (N), ağırlık kaybı (% g), suda çözünür kuru madde miktarı (%), titre edilebilir asitlik (% malik asit), meyve kabuk rengi (L^* , C^*), fenolik bileşen (GAE mg 100g^{-1}), kiraz sapı toplam klorofil miktarı (mg 100g^{-1}) gibi kalite özellikleri incelenmiştir. Çalışmada MeSA uygulamasının 2 mM dozu, hasat sonrası '0900 Ziraat' kiraz çeşidinin muhafazasında, özellikle meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı ve meyve kabuk rengi üzerine olumlu sonuçlar vermiştir. Hasattan sonra başlangıç analizlerinde yapılan ölçümlerde 2.671 N olan meyve eti sertliği, 35 günlük muhafaza süresinin sonunda kontrol uygulamasında 0.906 N, 1 mM MeSA uygulamasında 1.307 N ve 2 mM MeSA uygulamasında ise 1.613 N değerinde tespit edilmiştir. 2 mM MeSA uygulamasının hasat sonrası meyve kalitesini korumada etkili doz olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Prunus avium*, 0900 Ziraat, Metil Salisilat, Soğukta Muhafaza, Kalite

Effects of Post-Harvest Methyl Salicylate Application on the Quality of "0900 Ziraat" Cherry Cultivar During Cold Storage

Abstract

This study was conducted to determine the effect of post-harvest methyl salicylate application on fruit quality during storage in "0900 Ziraat" cherry cultivar. The harvested fruits were divided into 3 groups: fruits to which two different doses of methyl salicylate were applied (1 mM and 2 mM) and fruits to which no application was applied (Control). Fruits belonging to the first two groups were immersed in solutions containing 1 and 2 mM MeSA for 5 minutes. Control group fruits were immersed in pure water for the same period of time. After dipping, all fruits were kept at room conditions for 30 minutes to drain excess water. All fruits were pre-cooled for 1 day and stored in cold storage for 35 days under normal atmospheric conditions of $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 5\%$ relative humidity. In the research, fruit firmness (N), weight loss (% g), soluble solid content (%), titratable acidity (% malic acid), fruit skin color (L^* , C^*), phenolic component (GAE mg 100g^{-1}) and cherry stem total chlorophyll amount (mg 100g^{-1}) were examined. In the study, 2 mM dose of methyl salicylate application gave positive results in the preservation of "0900 Ziraat" cherry cultivar after harvest, especially on fruit firmness, soluble solid content and fruit skin color. Fruit firmness, which was 2.671 N in the measurements made in the initial analyzes after harvest, was determined to be 0.906 N in the control application, 1.307 N in the 1 mM methyl salicylate application and 1.613 N in the 2 mM methyl salicylate application at the end of the 35-day storage period. It was determined that 2 mM MeSA application was an effective dose to protect of post-harvest fruit quality.

Keywords: *Prunus avium*, 0900 Ziraat, Methyl Salicylate, Cold Storage, Quality

Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.) Rosaceae familyasına ait bir meyve türüdür. Ana vatanı Karadeniz'den Hazar Denizi'ne kadar uzanmaktadır. Türkiye kirazın orijin merkezlerinden biri olarak, dünyada kiraz üretiminde önde gelen ülkelerden biridir. Kiraz erken olgunlaşması, albenisi ve lezzetinden dolayı tüketiciler arasında oldukça beğenilen bir meyvedir. Klimakterik meyve grubunda yer almadığı ve hassas bir yapıya sahip olduğu için, diğer meyvelerde görülen meyve eti sertliğinin azalması, ağırlık kaybı, meyve kabuk rengi, aroma ve asitlik kayıpları, saplarda klorofil kaybı (kahverengileşme) gibi kalite kriterlerinin daha hızlı bir şekilde yitirilmesine neden olmakta ve bu da muhafaza süresini kısaltmaktadır (Alique ve ark., 2005; Yaşar, 2017). Kiraz meyveleri yaz aylarının başında, belli bir dönemde olgunlaşan bir meyve türüdür. Bu sebeple hasat mevsiminde pazarda bir yığılma meydana gelmektedir. Hasat sonrası dayanım süresi kısa olduğu için, pazardaki arzı kısa süreli olarak karşılanmaktadır. Bu da orantısız fiyat dalgalanmaları ile sonuçlanmaktadır. Pazardaki yığılmanın önlenmesi ve fiyat orantısızlıklarının giderilmesi amacıyla muhafaza süresinin uzatılması ve kalitenin korunması büyük önem taşımaktadır (Bal, 2012; Yaşar 2017). Son yıllarda güvenilir gıdaya olan talep arttığı için, hasat sonrası kaliteyi korumak ve muhafaza süresini uzatmak için yapılan uygulamaların insan sağlığına zararsız güvenilir uygulamalar olması oldukça önemlidir.

Son yıllarda hasat sonrası salisilat ve jasmonat uygulamalarına artan bir ilgi söz konusudur (Castillo ve ark., 2014). Metil salisilat (MeSA), bitki büyüme ve gelişmesinde, bitki savunma mekanizmasında, çeşitli abiyotik streslere karşı bitkinin verdiği tepkide ve meyve olgunlaşma sürecinde rol oynayan salisilik asitten sentezlenen ve tekrar salisilik aside dönüşebilen uçucu bir bitkisel bileşiktir (Hayat ve Ahmad, 2007; Kumar, 2014). Salisilik asit (SA), hastalık direnç mekanizmaları ve sistemik kazanılmış direnç (SAR) gibi bitkilerin metabolizmasında çeşitli düzenleyici rolleri olan ve ayrıca tohum çimlenmesi, hücre büyümesi, stoma kapanması, abiyotik strese tepkiler ve meyve verimi gibi diğer gelişim özelliklerini etkileyen bir bitki hormonudur (Raskin, 1992; Vlot ve ark., 2009). Ayrıca etilen sentezini ve hareketini inhibe ederek meyve olgunlaşmasını yavaşlattığı ve derim sonrası kalite özelliklerini koruduğu Asghari ve Aghdam (2010) tarafından bildirilmiştir. Hasat sonrası MeSA ile yapılan uygulamalarda, hücre duvarı yapısı ve hücre zarları lipid peroksidatif hasarın neden olduğu işlev bozukluğundan korunmak mümkündür. MeSA ile yapılan bazı araştırmalarda; örneğin domates (Fung ve ark., 2006) ve mango (Han ve ark., 2006) meyvelerinde üşüme zararı azaltılmıştır. Öte yandan, nar meyvelerinde meyve sertliği, toplam suda çözünür kuru madde (TSS) ve toplam asitlik (TA) gibi meyve kalitesi ile ilgili diğer parametreler de MeSA uygulanan meyvelerde korunurken, kontrol grubu meyvelerinde önemli kayıplar meydana geldiği Sayyari ve ark. (2011) tarafından bildirilmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde ihracat potansiyeli açısından yüksek önemi olan '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde, kimyasal uygulamalara alternatif bir uygulama olan metil salisilatın (MeSA) farklı dozlarının, muhafaza süresi ve kalite kriterlerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak Çanakkale Lapseki İlçesi'nin Umurbey Beldesi'nde bulunan üretici bahçesinden ticari olum aşamasında hasat edilen '0900 Ziraat' kiraz çeşidi kullanılmıştır. Üretimi her yıl hızla yayılmakta olan geçici bir çeşit olan '0900 Ziraat' kiraz çeşidi ülkemizin en önemli kiraz çeşididir. Meyveleri iri, yuvarlakça kalp şeklinde, meyve kabuk rengi parlak ve çok koyu kırmızı, meyve eti sert, sulu, tatlı olup çok yüksek kalitelidir (Engin ve Ünal, 2006).

Yöntem

Hasattan sonra meyveler hızlı bir şekilde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölüm Laboratuvarına getirilmiş ve hasarlı meyveler ayıklanmıştır. Kalan meyveler uygulamalar yapılmak üzere 3 gruba (Kontrol, 1 mM MeSA, 2 mM MeSA) ayrılmıştır. İlk grup meyveler (Kontrol) 5 dk süre ile saf su içerisinde bekletilmiştir. İkinci ve üçüncü gruplara ait meyveler ise sırasıyla MeSA uygulamasının 1 ve 2 mM lık dozlarını içeren solüsyonlara aynı süre ile daldırılmıştır. Daldırma işleminden sonra fazla suyun süzülmesi amacıyla meyveler 30 dk oda koşullarında beklemeye bırakılmış ve ardından meyveler tartılarak 500'er gramlık kaplara yerleştirilmiştir.

Meyveler, 1 gün süre ile ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işleminden sonra meyveler, 0±0,5°C sıcaklıkta ve %90±5 oransal nem içeren normal atmosfer koşullarında 45 gün

süresince soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Hasattan sonra başlangıç analizleri yapılmış ve muhafaza süresi boyunca uygulamaların etkisini incelemek amacıyla 7 günde bir (7, 4, 21, 28, 35) bazı kalite parametreleri incelenmiştir.

Araştırmada incelenen kriterler

Meyve eti sertliği (MES), Chatillon marka penetrometre ile N cinsinden ölçülmüştür. Meyve ağırlık kayıpları 0.01g hassasiyette ölçüm yapan hassas terazi ile deneme başlangıcında tartılıp, numaralandırılan meyve kaplarından % g olarak belirlenmiştir. Meyve suyunun içindeki toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) el refraktometresi (Hanna HI 96801 Refractometer, Romania) ile ölçülmüştür. TA ölçümleri için meyveler bir homojenizatör yardımı ile parçalanmıştır. Homojen meyve püresinden elde edilen meyve suyundan 10 ml örnek alınmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti, manyetik karıştırıcı (Benchmark Scientific H3760-HSE-UK) ve dijital pH-metre (Milwaukee Mi 150, Romania) kullanılarak 0.1 N NaOH ile pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı folmülde yerine yerleştirilerek hesaplanmıştır.

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

S: Harcanan baz miktarı (mL)

N: Harcanan bazın normalitesi

F: Harcanan bazın faktörü

E: Asidin equivalent değeri (malik asit=0.067)

C: Örnek miktarı (mL)

Meyvelerin meyve kabuk rengini belirlemek için, meyvenin ekvator bölgesinde; her iki yanaktan okuma yapılmıştır. CIE L* ve C* renk değerleri kromometre ((Minolta CR 400, Japan) ile ölçülmüştür.

Toplam fenolik bileşen tayini, Singleton and Rossi (1965) tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayırıcını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin ayırıcı ile muamele edildikten sonra oluşan mavi renk, spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 240V Japan) 720 nm dalga boyunda Folin şahitliğinde okunmuştur. Örnekte ölçülen absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart kurvenin denkleminde hesaplanmıştır. Örnekteki toplam fenolik bileşik miktarı mg gallik asit/L cinsinden ifade edilmiştir. Kiraz sapı toplam klorofil miktarı, Zhao ve ark. (2021), tarafından belirtilen yöntem ile modifiye edilerek ölçülmüştür. Kiraz meyvelerinin sapından 1 g sap örneği 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 yapılmıştır. Porselen havanda kalan örneğe tekrar 10 ml %85 aseton çözeltisi ilave edilerek işleme devam edilmiştir. Son süzme işlemi yapıp klorofil a ve klorofil b'nin absorbans değeri, sırasıyla 663 ve 645 nm dalga boyunda %85 aseton çözeltisi şahitliğinde spektrofotometre (Shimadzu UV-1800 240V Japan) cihazında ölçülmüş ve aşağıdaki formüle göre toplam klorofil miktarı g/kg olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Toplam Klorofil (mg/100g)} = 8.02 (A663) + 20.2 (A645)$$

İstatistiksel analizler

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 100 g meyve kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler SAS istatistik paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutularak, Asgari Önemli Fark (AÖF) çoklu karşılaştırma testiyle p<0,05 düzeyinde değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile SAS programı (SAS, 2019) tarafından belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Muhafaza süresince '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde yapılan analizler sonucunda kalite kriterlerindeki değişimler tüm uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulamalar*süre interaksyonu açısından titre edilebilir asitlik (TA) değerleri dışında yapılan diğer ölçüm ve kalite parametrelerinde istatistiki olarak (p<0,05) farklılık görülmüştür.

Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde, depolama süresinin uzamasıyla birlikte MES değerlerinde azalma meydana gelmiş ve hasattan sonra başlangıç analizlerinde 2.67 N olarak ölçülen MES değeri 35 günlük muhafaza sonunda sırasıyla Kontrol grubunda 0.9 N, 1 mM MeSA uygulamasında 1.31 N ve 2 mM MeSA uygulamasında 1.61 N değerinde ölçülmüştür. Meyve eti sertliği, kirazın tüketici tarafından tercih edilmesi bakımından en önemli kalite kriterlerinden biri olduğundan iyi kaliteye sahip meyvelerde, sertliğin yüksek ve meyve etinin gevrek olması istendiğinden (Valero, 2013), MES değeri açısından 2 mM MeSA uygulamasının öne çıktığı tespit edilmiştir. Meyvelerde olgunlaşma ile birlikte solunum hızı artmakta ve bununla paralel biyokimyasal olaylar da hızlanmaktadır. Poligalakturonaz, pektin esterase, selüloz ve β -galakturonaz enzim faaliyetlerinin artması ile hücre çeperinin yapısında bulunan pektin, hemiselüloz ve selüloz parçalanmakta ve hücre yapısı bozulmaktadır. Tüm bunlar olgunlaşma ve yaşlanma ile daha hızlı gerçekleşmekte ve bununla paralel meyve eti sertliği de aynı oranda azalmaktadır (Karaçalı, 2006; Barrelet ve Gonzalez, 1994; Fischer ve Bennett, 1991). Benzer şekilde olgunlaşma artışıyla solunum hızının arttığını belirten Karaçalı (2006), Barrelet ve Gonzalez (1994), Fischer ve Bennett (1991) ile paralel şekilde 2 mM MeSA uygulamasının meyve eti sertliğini korumada kontrol ve 1 mM MeSA uygulamalarından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 1. '0900 Ziraat' Kiraz çeşidine ait meyvelerde hasat sonrası farklı dozlarda MeSA uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyve eti sertliği, ağırlık kaybı, SÇKM ve TA değerlerindeki değişimi
Table 1. Changes in fruit firmness, weight loss, SÇKM and TA values during the storage period of different doses of MeSA application post-harvest in fruits of '0900 Ziraat' cherry cultivar

| | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------------|---------------------------------|---------|--------|
| Meyve Eti Sertliği (N) | Kontrol | 2.67a | 2.06c | 1.70fg | 1.36hı | 1.18j | 0.90k | 1.64C |
| | 1 MeSA | 2.67a | 2.32b | 1.80e | 1.62g | 1.41h | 1.31ı | 1.85B |
| | 2 MeSA | 2.67a | 2.59a | 2.12c | 1.92d | 1.74ef | 1.61g | 2.11A |
| | ORT | 2.67A | 2.32B | 1.87C | 1.63D | 1.44E | 1.27F | - |
| | LSD _{SÜRE} =0.1075 | | LSD _{UYGULAMA} =0.076 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =0.0918 | | |
| Ağırlık Kaybı (%) | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
| | Kontrol | 0.00ı | 0.79fg | 1.42de | 2.10c | 2.72b | 3.73a | 1.79A |
| | 1 MeSA | 0.00ı | 0.60gh | 0.87f | 1.42de | 1.92c | 2.85b | 1.28B |
| | 2 MeSA | 0.00ı | 0.44h | 0.62gh | 1.25e | 1.61d | 2.04c | 0.99C |
| | ORT | 0.00F | 0.61E | 0.97D | 1.59C | 2.08B | 2.87A | - |
| LSD _{SÜRE} =0.2541 | | LSD _{UYGULAMA} =0.1797 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =0.209 | | | |
| Suda Çözünür Kuru Madde (%) | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
| | Kontrol | 15.53 l | 20.07ı | 23.31ef | 27.53c | 28.92b | 29.54a | 24.15A |
| | 1 MeSA | 15.53 l | 17.55j | 19.54ı | 21.88g | 23.82e | 25.18d | 20.58B |
| | 2 MeSA | 15.53 l | 16.18 k | 17.73j | 19.82ı | 20.95h | 22.85f | 18.84C |
| | ORT | 15.53 F | 17.93 E | 20.19D | 23.08C | 24.56B | 25.86A | - |
| LSD _{SÜRE} =1.2119 | | LSD _{UYGULAMA} =0.857 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =0.5505 | | | |
| Titre Edilebilir Asitlik (gr/100 mL) | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
| | Kontrol | 0.115a | 0.105b | 0.092de | 0.089e | 0.083fg | 0.074h | 0.093B |
| | 1 MeSA | 0.115a | 0.107b | 0.095d | 0.091e | 0.084f | 0.076h | 0.094B |
| | 2 MeSA | 0.115a | 0.111a | 0.100c | 0.096cd | 0.090e | 0.080g | 0.098A |
| | ORT | 0.115A | 0.108B | 0.095C | 0.092D | 0.086E | 0.077F | - |
| LSD _{SÜRE} =0.0022 | | LSD _{UYGULAMA} =0.0015 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =0.0037 | | | |

Ö.D.: Önemli değil ($p>0,05$); ORT: Ortalama; LSD: Asgari Önemli Farklılık **harfler uygulamalar ve süreler arasında istatistik farklılıkları belirtmektedir.

Meyve ağırlığı depolama süresi boyunca, yaşlanma ve su kaybı nedeniyle azalmakta olduğundan SÇKM değeri artmaktadır (Yunusoğlu ve Ekinci, 2023). Araştırmacıların belirttiği bu SÇKM içeriğindeki artış, MeSA uygulamasıyla kontrole oranla, baskılanmıştır. 2 mM MeSA uygulaması, diğer uygulamalara kıyasla SÇKM değerini daha az oranda yükseltmiştir. Hem ağırlık kaybının baskılanmasında, hem de SÇKM değerinin korunmasında en başarılı sonuç 2 mM MeSA uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresinin sonunda kontrol uygulamasında %3.73, 1 mM MeSA uygulamasında %2.85 ve 2 mM MeSA uygulamasında ise %2.04 oranında ağırlık kaybı olduğu

gözlenmiştir. Başlangıç ölçümlerinde %15.531 değerinde olan SÇKM değeri, muhafaza süresinin sonunda en yüksek kontrol uygulamasında (%29.54) ve en düşük de 2 mM MeSA (%22.85) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 1). Gimenez ve ark. (2014)'nın kiraz meyvelerinde yaptıkları hasat sonrası uygulamalarda, olgunlaşma ile beraber ağırlık kayıplarında bulgularla benzer sonuç elde edilmiştir. Yaşlanmayla birlikte solunum hızı artar ve solunumda organik asitler kullanılır, bu da TA değerini düşürür (Dündar ve ark., 1997; Özkaya ve ark., 2005) ifadesinin aksine 2 mM MeSA uygulaması olgunlaşmayı yavaşlatmış ve başlangıçta belirlenen titre edilebilir asitlik (TA) değerini korumuştur. Bu istenen bir durumdur ve bunu sağlayan doz 2 mM MeSA uygulamasıdır. Başlangıç ölçümlerinde 0.115 g/100 ml olan TA değeri; depolama süresinin sonunda kontrol ve 1 mM MeSA uygulamasında 0.07 g/100 ml, 2 mM MeSA uygulamasında ise 0.08 g/100 ml olarak ölçülmüştür. Hasat sonrası kiraz meyvesine salisilik asit (SA) uygulayan Yaşar (2017) ile bulgular paralel bulunmuştur.

Meyvelerde muhafaza süresince meydana gelen olgunlaşma ve yaşlanma ile meyve kabuk rengi parlaklığında ve canlılığında azalmalar meydana gelebilmektedir. Yapılan uygulamalar ile muhafaza süresince kabuk parlaklığı ve canlılığının başlangıç değerlerine göre korunması amaçlanmaktadır. Çalışmada, başlangıçta 23.47 değerinde olan meyve kabuk parlaklığı (L*) muhafaza süresince azalmaya devam etmiş ve 35 günlük muhafaza süresinin sonunda kontrol uygulamasında 17.45, 1 mM MeSA uygulamasında 19.24 ve 2 mM MeSA uygulamasında 19.42 değerinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Meyve kabuk rengi canlılık değeri (C*) incelendiğinde ise başlangıçta 19.71 olarak ölçülen değer, muhafaza süresi sonunda kontrol uygulamasında 9.91, 1 mM MeSA uygulamasında 10.31, 2 mM MeSA uygulamasında 11.64 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Kiraz meyvelerinin gelişim aşamasında antosiyanin birikimi ile olgunluk ve kalitenin en önemli kriterlerinden biri olan meyve kabuk rengi değişmektedir. Kabuk renginin parlak ve çeşide özgü renk aralıklarında olması, kiraz meyvelerinin tüketici tarafından tercih edilme nedenlerinden biridir (Alonso ve Alique, 2006; Wani ve ark., 2014). Yaşar (2017), SA uygulanan kirazlarda hasat sonrası olgunlaşma ile beraber meyvelerde L* ve C* değerlerinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir..

Çizelge 2. 0900 Ziraat kiraz çeşidine ait meyvelerde hasat sonrası farklı dozlarda MeSA uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyve kabuk rengindeki L* ve C* değerlerindeki değişimi
Table 2. Change in the L* and C* values of fruit skin color during the storage period of post-harvest MeSA application at different doses in fruits of cherry cv. 0900 Ziraat

| | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|--------|
| L* (Parlaklık) Değeri | Kontrol | 23.47a | 22.34abc | 21.92bc | 20.12de | 19.84de | 17.45f | 20.85B |
| | 1 MeSA | 23.47a | 23.33a | 22.95ab | 22.74ab | 20.39de | 19.24e | 22.02A |
| | 2 MeSA | 23.47a | 23.36a | 23.32a | 22.80ab | 21.12cd | 19.42e | 22.25A |
| | ORT | 23.47A | 23.01A | 22.73A | 21.89B | 20.45C | 18.70D | - |
| | LSD _{SÜRE} =0.7779 | LSD _{UYGULAMA} =0.55 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =1.299 | | | |
| Kroma (C*) değeri | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
| | Kontrol | 19.71a | 14.19cd | 13.96cd | 12.56de | 12.04de | 9.91e | 13.73B |
| | 1 MeSA | 19.71a | 15.97bc | 15.81c | 12.34de | 12.34de | 10.31e | 14.38B |
| | 2 MeSA | 19.71a | 18.82ab | 16.59bc | 15.69c | 14.38cd | 11.64de | 16.14A |
| | ORT | 19.71A | 16.33B | 15.45B | 13.53C | 12.86C | 10.62D | - |
| LSD _{SÜRE} =1.5999 | LSD _{UYGULAMA} =1.1313 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =2.8497 | | | | |

Ö.D.: Önemli değil (p>0,05); ORT: Ortalama; LSD: Asgari Önemli Farklılık **harfler uygulamalar ve süreler arasında istatistik farklılıkları belirtmektedir.

Çalışmada muhafaza süresince toplam fenolik bileşenler incelenmiş ve depolama boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir. Başlangıçta 147.80 mg gallik asit/L olan değer; depolama süresinin sonunda en fazla kontrolde (228.43 mg gallik asit/L) artış göstermiştir. Kontrol uygulamasını sırasıyla 1 mM MeSA uygulaması 227.03 mg gallik asit/L değeri ve 2 mM MeSA uygulaması 211.16 mg gallik asit/L değeri ile takip etmiştir (Çizelge 3). Kirazlarda genel olarak muhafaza süresince toplam fenol miktarında artışın meydana geldiği ve bu artışın olgunlukla bağlantılı olduğu bildirilmektedir (Serrano ve ark., 2009). Kontrol grubu meyvelerde de, aynı şekilde artış gösterirken, MeSA uygulamaları, bu değerlerdeki artışı düşürmüştür. Özellikle MeSA dozu artınca, daha da etkili olmuştur.

Ayrıca sap klorofil miktarı ölçümleri incelendiğinde, muhafaza süresince yaşlanma ile beraber sap klorofil miktarında azalma gerçekleştiği görülmüştür. Muhafaza başlangıcında 41.87 mg 100g⁻¹ değerinde ölçülen kiraz sapı klorofil miktarı muhafaza süresinin sonunda, kontrol meyvelerinde en düşük değerde (17.83 mg 100g⁻¹) görülmüştür. Bu değeri sırasıyla 1 mM MeSA (19.93 mg 100g⁻¹) ve 2 mM MeSA (20.91 mg 100g⁻¹) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 3). Kiraz sapı klorofil miktarını başlangıç değerine göre koruyan en etkili doz 2 mM MeSA uygulaması olmuştur. Kirazın diğer meyvelere oranla daha ince bir epidermis ve kütikula tabakasına sahip olması nedeniyle su kaybına sekiz kat daha hassas olduğu bildirilmektedir (Chockchaisawasdee ve ark., 2016; Gholami ve ark., 2010; Yaşar, 2017). Kiraz meyvelerinde uygulama yapılmayan kontrol meyvelerinde en düşük değer elde edilmesi, MeSA uygulamalarının da bu durumu engellediği sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 3. 0900 Ziraat' Kiraz çeşidine ait meyvelerde hasat sonrası farklı dozlarda MeSA uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyvedeki toplam fenolik bileşen miktarı ve kiraz sapı toplam klorofil miktarı değerlerindeki değişimi

Table 3. change in the total phenolic component in the fruit and the total chlorophyll in the cherry stem during the storage period of post-harvest MeSA application at different doses in fruits of the cherry cv. 0900 Ziraat

| Toplam Fenolik Bileşik Miktarı (GAE mg/100 g) | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
|---|----------|---------------------------------|---------|---------|---------------------------------|-----------|-----------|---------|
| | Kontrol | | 147.80h | 170.13g | 192.96ef | 205.20de | 224.56abc | 228.43a |
| 1 MeSA | | 147.80h | 166.30g | 189.66f | 191.73ef | 213.23bcd | 227.03ab | 189.06A |
| 2 MeSA | | 147.80h | 151.26h | 186.60f | 189.66f | 209.86cd | 211.16cd | 182.72B |
| ORT | | 147.80D | 162.56C | 189.28B | 195.53B | 215.88A | 222.21A | - |
| LSD _{SÜRE} =8.4242 | | LSD _{UYGULAMA} =5.9568 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =14.997 | | | |
| Kiraz Sapı Toplam Klorofil Miktarı (mg 100g ⁻¹) | Uygulama | 0.Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | 28. Gün | 35. Gün | ORT |
| | Kontrol | | 41.87a | 30.28d | 29.81de | 28.04f | 24.34h | 17.83j |
| 1 MeSA | | 41.87a | 34.67b | 30.16d | 28.86ef | 26.61g | 19.93i | 30.35B |
| 2 MeSA | | 41.87a | 35.58b | 34.69b | 31.63c | 28.10f | 20.91i | 32.13A |
| ORT | | 41.87A | 33.51B | 31.55C | 29.51D | 26.35E | 19.56F | - |
| LSD _{SÜRE} =1.0935 | | LSD _{UYGULAMA} =0.7732 | | | LSD _{UYG*SÜRE} =1.1425 | | | |

Ö.D.: Önemli değil (p>0,05); ORT: Ortalama; LSD: Asgari Önemli Farklılık **harfler uygulamalar ve süreler arasında istatistik farklılıkları belirtmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Kiraz meyveleri muhafazasında farklı dozlarda MeSA uygulanan meyvelerin uygulama yapılmayan meyvelerden daha kaliteli bir şekilde depolandığı tespit edilmiştir. MeSA uygulamalarının hasat sonrası yaşlanma ve olgunlaşma aşamasında meyvede oluşan stres mekanizmasını olumlu etkilediğini göstermiştir.

Özellikle 2 mM dozundaki MeSA uygulaması; meyve eti sertliğini korumada en etkili uygulama olmuştur. Çünkü MES, meyveye gevreklik katması sebebiyle tüketici tarafından tercih edilen en önemli kalite kriterlerinden biridir. Başlangıç analizlerinde yapılan ölçümlerde 2.671 N olan meyve eti sertliği, 35 günlük muhafaza süresinin sonunda 2 mM MeSA uygulamasında 1.613 N değerinde tespit edilmiştir.

Diğer önemli kalite kriteri meyve kabuk parlaklığı olup, meyvenin albenisinin yüksek ve taze olduğunu tüketiciye göstermektedir. MeSA uygulamalarının kontrol uygulamasına kıyasla meyve kabuk parlaklığını koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca başlangıçta ölçülen L* değerini (23.47) korumada en başarılı dozun 2 mM MeSA (19.42) olduğu görülmüştür.

Bir başka kalite göstergesi de kiraz sapının yeşil rengini korumasıdır. Bu amaçla denemede yapılan kiraz sapı toplam klorofil miktarı ölçümlerinde; muhafaza başlangıcında 41.87 mg 100g⁻¹ olan değer en az kayıpla; 2 mM MeSA (20.91 mg 100g⁻¹) uygulamasına aittir.

Tüm kriterler göz önüne alındığında en başarılı dozun 2 mM MeSA uygulamasına ait olduğu ve bundan sonra yapılacak olan hasat sonrası çalışmalarla, farklı tür ve çeşitlerde de araştırılmasının yerinde olacağı düşünülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi VIII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumunda özet 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 ederler.


Kaynaklar

- Alique, R., Zamorano, J.P., Martinez, M.A., Alonso, J., 2005. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv. Ambrunes. *Postharvest Biology Technology*. 35:153-165.
- Alonso, J., Alique, R., 2006. Sweet cherries, *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. 359-367.
- Asghari, M., Aghdam, M.S., 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*. 21(10): 502-509.
- Barrelt, D. M., Gonzalez, C., 1994. Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science*. 59(3): 574-577.
- Castillo, S., Valverde, J. M., Guillén, F., Zapata, P. J., Díaz-Mula, H. M., Valero, D., Serrano, M., 2014. Methyl jasmonate and methyl salicylate affect differentially the postharvest ripening process of 'Primulat' sweet cherry. In V. International Conference Postharvest Unlimited 1079 (pp. 541-544).
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K., Stathopoulos, C. E., 2016. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends in Food Science and Technology*. 55: 72-83.
- Dundar, O., Kuden, A.B., Dennis, F.G., 1997. Investigations on cold storage and post harvest physiology of J. H. Hale Peach. *Acta Horti*, 441: 411-441.
- Engin, H., Ünal, A., 2006. 0900 Ziraat kiraz çeşidinin kış dinlenmesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 43 (1):12.
- Erdinç, B., 2012. Hasat sonrası putresin ve salisilik asit uygulamalarının kirazın soğukta muhafazası üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. 7(2): 23-31.
- Fischer, R. L., Bennett, A. B., 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Annual Review of Plant Biology*. 42(1):675-703.
- Fung, R.W.M., Wang, C.Y., Smith, D.L., Gross, K.C., Tao, Y., Tian, M., 2006. Characterization of alternative oxidase (AOX) gene expression in response to methyl salicylate and methyl jasmonate pre-treatment and low temperature in tomatoes. *J. Plant Physiol*. 163, 1049-1060.
- Gholami, M., Sedighi, A., Ershadi, A., Sarikhani, H., 2010. Effect of pre-and postharvest treatments of salicylic and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of 'mashhad' sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. XI International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. 884, 257- 264.
- Gimenez, M. J., Valverde, J. M., Valero, D., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Serrano, M., Castillo, S., 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. *Food Chem.*, 160, 226-232.
- Han, J., Tian, S.P., Meng, X.H., Ding, Z.H., 2006. Response of physiologic metabolism and cell structures in mango fruits to exogenous methyl salicylate under low temperature stress. *Physiol. Plant* 128: 125-133.
- Hayat, S., Ahmad, A., 2007. *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Springer, Dordrecht.
- Karaçalı, İ., 2006. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*. No:494: 481s, İzmir.
- Kumar, D., 2014. Salicylic acid signaling in disease resistance. *Plant Sci*. 228: 127-134.
- Özkaya, O., Dündar, Ö., Küden, A., 2005. Adana koşullarında yetiştirilen Angeleno erik çeşidinin muhafaza performansı. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi, 406-408, Antakya-Hatay.
- Raskin, I., 1992. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiol*. 99: 799-803.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D., 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyljasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chem*. 124: 964-970.
- SAS, 2019. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Serrano, M. A., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillén, F. N., Martínez Romero, D., Valverde, J. M., Valero, D., 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*. 57 (8): 3240-3246.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3): 144-158.
- Valero, D., 2013. Maintenance of sweet cherry quality attributes as affected by innovative postharvest treatments. VII International Cherry Symposium 1161: 475-482.

- Varlı, Yunusoğlu, S., Ekinci, N., 2023. The effect of post-harvest salicylic acid and modified atmosphere packaging treatments on the storage of 'Roxana' Apricots. *Erwerbs-Obstbau*. 1-9.
- Vlot, A.C., Dempsey, M.A., Klessig, D.F., 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* 47: 177–206.
- Wani, A. A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H., Langowski, H., 2014. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food Packaging and Shelf Life*. 1 (1): 86-99.
- Yaşar, A. 2017. Kirazda hasat sonrası salisilik asit uygulaması ve modifiye atmosfer paketlemenin muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Konya. 43s.
- 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

Adaptation of Reproductive and Growth Traits of Primiparous Kilis Goats to High-Altitude Mountain Areas

Hakan Erduran^{1*} 

¹Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute, 42020, Konya, Türkiye

*Corresponding author: hakan.erduran@tarim.gov.tr

Received Date: 29.09.2023

Accepted Date: 19.10.2023

Abstract

Kilis goat is an important local gene source in terms of fertility and milk yield and its original breeding area is Kilis, Adana, Gaziantep and Hatay provinces in Türkiye. This study was carried out to determine the reproductive and growth characteristics of primiparous Kilis goats and their adaptation to high-altitude mountainous areas (altitude 1550 m). A total of 120 Kilis goats from four different farms in Konya province were used in the study in 2019. Among the reproductive traits of Kilis goats, birth rate, litter size at birth, litter size at weaning, twinning rate and survival rate were found to be 92.5%, 1.25, 1.11, 25.1% and 88.2%, respectively, and the difference between the flocks were not statistically significant ($P>0.05$). Most of the births occurred between 06:00 and 09:00 during the day ($P<0.05$). The effects of flock, gender, type of birth and month of birth on the growth characteristics of goats were found to be significant ($P<0.05$). Birth weight, 1-month, 2-month, 3-month, 6-month and yearling live weights of Kilis kids were 2.91 kg, 6.6 kg, 10.9 kg, 14.2 kg, 19.3 kg and 22.8 kg, respectively. The effect of birth type and month of birth ($P<0.01$) on the live weight gain of Kilis goats from postpartum to the mating period was found to be significant and the average increase was 4.1 kg. In conclusion, although some of the reproductive and growth performances of the Kilis goat in mountainous areas are somewhat lower than in the original area, relatively good values were still observed, which shows that this breed is well adapted to mountainous areas. It should also be noted that the goats in the study were primiparous goats.

Keywords: Adaptation, birth time, birth month, growth traits, Kilis goat, reproduction.

İlkine doğum yapan Kilis Keçilerinin Üreme ve Büyüme Özelliklerinin Yüksek Rakımlı Dağlık Alanlara Adaptasyonu

Özet

Türkiye'de, Kilis keçisi döl ve süt verimi bakımından önemli bir yerel gen kaynağı olup, orijinal yetiştirme alanı Kilis, Adana, Gaziantep ve Hatay illeridir. Bu çalışma, İlkine doğum yapan Kilis keçilerinin üreme ve büyüme özelliklerinin yüksek rakımlı dağlık alanlara (rakım 1550 m) adaptasyonlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada 2019 yılında Konya ilindeki dört farklı çiftlikten toplam 120 baş Kilis keçisi kullanılmıştır. Kilis keçilerinin üreme özelliklerinden doğum oranı, doğumda yavru sayısı, süten kesimde yavru sayısı, ikizlik oranı ve yaşama gücü sırasıyla %92,5, 1,25, 1,11, %25,1 ve %88,2 olarak bulunmuş olup, sürüler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$). Doğumların çoğu gün içinde 06:00 ile 09:00 saatleri arasında gerçekleşmiştir ($P<0,05$). Sürü, cinsiyet, doğum tipi ve doğum ayının oğlakların büyüme özellikleri üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kilis oğlaklarının doğum ağırlığı, 1. ay, 2. ay, 3. ay, 6. ay ve 1 yaş ağırlıkları sırasıyla 2.91 kg, 6.6 kg, 10.9 kg, 14.2 kg, 19.3 kg ve 22.8 kg'dır. Kilis keçilerin doğum sonrası dönemden çiftleşme dönemine kadar canlı ağırlık artışı üzerine doğum tipi ve doğum ayının ($P<0,01$) etkisi önemli bulunmuş ve ortalama artış 4.1 kg olmuştur. Sonuç olarak, Kilis keçisinin dağlık alanlardaki bazı üreme ve büyüme performansları orijinal alana göre biraz daha düşük olsa da, yine de nispeten iyi değerler gözlemlenmiştir, bu da bu ırkın dağlık alanlara iyi adapte olduğunu göstermektedir. Çalışmadaki keçilerin ilkine doğum yapan keçiler olduğu da unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Adaptasyon, doğum zamanı, doğum ayı, büyüme özellikleri, Kilis keçisi, üreme.

Introduction

Goats are one of the most widely farmed livestock species in many different regions of the world due to their ability to adapt to different climatic and environmental conditions (Erduran, 2021; Álvarez et al., 2023). Reproductive, viability and yield traits are the determining factors in the adaptation of animals to different regions (Boztepe, 2015 Erduran, 2017; Castillo-Zuñiga et al., 2022). Genotype, geographical structure, climate change, production system, direction of yield, care and feeding are among the most important factors influencing the adaptability of animals (Tölu, 2010; Erduran and Dag, 2021; Akbaş et al., 2023; Koluman, 2023).

Dairy goat breeding has become an economically significant animal production sector in recent years due to its diverse range of features, such as human health benefits, and its contribution to cheese and ice cream production (Álvarez et al., 2023; Erduran, 2023b). The first scientific researches on the development of dairy goat breeding in Türkiye mainly focused on the Aegean, Mediterranean and Marmara regions (Şengonca et al., 2003; Tölu, 2010; Erduran, 2017; Keskin et al., 2017). However, in recent decades, it has also been intensified in Central Anatolia and Central Black Sea regions (Çelik and Olfaz, 2018; Erduran, 2022, 2023a). In these studies, Alpine and Saanen breeds, which are exotic dairy breeds, and Kilis and Malta breeds, which are domestic dairy breeds, have been used primarily. In addition, in recent decades, selection studies have been carried out by the Ministry of Agriculture and Forestry for the breeding of Hair goat, Ankara goat, Turkish Saanen goat and Kilis goat (Erduran, 2017). As a result of these studies, dairy goat breeding is becoming more widespread in Türkiye and provides significant contributions to both the national economy and producer income.

Goat breeding is carried out in accordance with the climatic and geographical conditions of the country, generally based on pastures in and around forests in Türkiye (Ocak, 2016; Erduran, 2017). There are approximately 12 million goats in Türkiye, and 90 percent of these goats are Hair goats (TURKSTAT, 2022). However, milk and fertility yields are not at the desired level in the pasture-based breeding system (Çelik and Olfaz, 2015; Atay and Gokdal, 2016; Erduran, 2021). Kilis goat is an indigenous goat breed adapted to warm climatic conditions that is known for its fertility and milk yield in the southeast of Türkiye, generally in Kilis, Gaziantep, Hatay, and Şanlıurfa provinces (Daşkıran and Yılmaz, 2018; Özdemir and Keskin, 2018). Interest in dairy goat breeding is increasing day by day in parallel with the increase in demand for processing goat milk and dairy products in the Central Anatolia Region (Erduran, 2017).

In this study, phenotypic parameters of some yield and adaptation criteria of primiparous Kilis goats brought from Kilis province to Doğanhisar district of Konya province were investigated under breeder conditions. In this context, the effects of some environmental factors on the fertility and live weight changes of Kilis goats, birth time and growth characteristics of kids in a pasture-based breeding system in a high-altitude mountainous region were investigated.

Material and Method

No animals were used in laboratory studies for this work. No animal rights were violated. Data collection and animal husbandry procedures were carried out in accordance with the provisions of Article 9 of Law No. 5996 on Animal Welfare.

Animal material was obtained from the breeding project "Kilis Goat National Breeding sub-project" carried out in Kilis province within the scope of "Sheep and Goat National Breeding Project" in 2018. This study was carried out in four different goat farms in Konya province, Doğanhisar district, Fırınlı village, on a total of primiparous 120 Kilis goats in 2019. The research was conducted within a region comprised of mountainous, forested, and maquis areas, alongside herbaceous plants, including both annual and perennial pasture species. According to 2019 meteorological data, the average annual rainfall of Doğanhisar district is 614 mm and the temperature is 11.4 °C. The altitude of the grazing area varies between 1500 m and 2000 m. The average annual precipitation in Kilis is 500 mm, the average temperature is 17.2 °C and the altitude is 660 m (Anonymus, 2019). Goats were grazed on natural pasture for an average of 6-8 hours a day throughout the year, except for snowy and adverse weather conditions. In addition to the pasture, between December and May, a daily average of 500 g of concentrate feed and barley crumb mixture as well as about 1 kg of alfalfa and straw mixture roughage were given.

Births occurred between February and April, with registration information recorded after goats and kids received colostrum milk. To overcome the weaning shock, the kids were allowed to suckle

their mother until they were on average 2 months old, then weaned at an average age of 3 months after being allowed to suckle the milk remaining after milking (Erduran, 2021). The reproductive characteristics were determined using the method described by Boztepe (2015). Goat births typically take place during the daylight (Erduran and Yaman, 2014), so the four daylight periods and two dark periods (evening and night) were analyzed to determine birth times. The time of birth was determined by intervals: 24:01-06:00, 06:01-09:00, 09:01-12:00, 12:01-15:00, 15:01-18:00 and 18:01-24:00. In addition to the birth weight, live weights of the kids were recorded at one month, two months, three months, six months and yearling of age. The live weights of goats were weighed at birth and after mating.

Statistical analysis

In the study, the Chi-square test was used to determine the effects of the flock, gender, type of birth and month of birth on the birth times of kids as well as the effects of flock on the reproductive traits of goats. Live weight and growth traits were analysed using the General Linear Model (GLM) procedure. Significant differences between factor levels were analysed using Tukey multiple comparison tests (Kesici and Kocabaş, 2021).

$$y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm} \tag{1}$$

where y_{ijklm} is the observation, μ the overall mean, a_i the flock effect ($i=1, 2, 3, 4$), b_j the gender effect (j =male, female), c_k the birth type effect (k =single, twin), d_l the birth month effect (l =february, march, april), e_{ijklm} the random error.

Results and Discussion

In this study, Table 1 shows that the flock factor had no significant effect on the fertility traits of primiparous Kilis does. The average birth rate, number of kids at birth, number of kids at weaning, twinning rate and survival rate of kids were 92.5%, 1.25, 1.11, 25% and 88.2%, respectively. These values were similar to the values obtained from Kilis goats in the original breeding area (Keskin et al., 2017; Özdemir and Keskin, 2018; Keskin et al., 2022) and slightly higher than the previous studies with pure and crossbred Hair goats in the mountainous area (Çelik and Olfaz, 2015; Erduran, 2021).

Table 1. Effect of flock on reproductive in goats

| Flock | Birth rate (%) | Litter size at birth | Litter size at weaning | Survival rate (%) | Twinning rate |
|--------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 96.7 | 1.31 | 1.24 | 94.7 | 31.0 |
| 2 | 93.3 | 1.29 | 1.14 | 88.9 | 28.6 |
| 3 | 93.3 | 1.21 | 1.04 | 85.3 | 21.4 |
| 4 | 86.7 | 1.19 | 1.00 | 83.9 | 19.2 |
| Chi-square | 0.090 | 0.093 | 0.424 | 0.148 | 0.835 |
| P | 0.933 | 0.993 | 0.935 | 0.985 | 0.841 |
| Total | 92.5 | 1.25 | 1.11 | 88.2 | 25.1 |

The results indicate that Kilis goats display satisfactory levels of fertility, twinning, and kid yield, reflecting their healthy and productive nature. In addition, this demonstrates that the fertility characteristics of Kilis goats can generally adapted to high-altitude mountainous regions.

The effects of flock, gender, type of birth and month of birth factors on the birth times of kids distributed at different times of the day were found to be significant ($P<0.05$) and given in Table 2. The average distribution of the births according to the hours of the day, the lowest rate was 3.6% in the evening hours (18:01-24:00) and the highest rate was 41.7% in the first hours of the morning (06:01-09:00). 92.5% of the male kids and 90.3% of the female kids were born during the daytime.

The most intensive births took place in March and then in February. While the birth time of the goats was observed mostly in the first hours of the morning in March and February, it was observed in the afternoon and daytime in April. In this study, although the findings related to the time of birth are similar to the previous studies conducted in different regions in goats and sheep (Erduran and Yaman, 2014; Şahin, 2023), there are differences in the distribution of births during the day. However, births usually occur at night in mammals with daytime activity under natural conditions

(Erduran, 2022). Therefore, it suggests that there are intrinsic and extrinsic mechanisms such as circadian rhythm and the instinct to protect the offspring from predators and evolution that regulate the time of birth (Erduran, 2022, 2023a).

Table 2. Distribution of birth times of Kilis kids according to some environmental factors

| | Time period | | | | | | Total |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| | 06:01-09:00 | 09:01-12:00 | 12:01-15:00 | 15:01-18:00 | 18:01-24:00 | 24:01-06:00 | |
| | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) |
| Flock | | | | | | | |
| 1 | 16 (27.6) | 8 (47.1) | 4 (18.2) | 7 (23.3) | 0 (0.0) | 3 (42.9) | 38 (27.3) |
| 2 | 18 (31.0) | 0 (0.0) | 5 (22.7) | 12 (40) | 1 (20.0) | 0 (0.0) | 36 (25.9) |
| 3 | 11 (19.0) | 3 (17.6) | 10 (45.5) | 6 (20) | 3 (60.0) | 1 (14.3) | 34 (24.5) |
| 4 | 13 (22.4) | 6 (35.3) | 3 (13.6) | 5 (16.7) | 1 (20.0) | 3 (42.9) | 31 (22.3) |
| χ^2 : 26.434; DF: 15; <i>P-value</i> : 0.034 | | | | | | | |
| Gender | | | | | | | |
| Male | 23 (39.7) | 10 (58.8) | 17 (77.3) | 12 (40.0) | 3 (60.0) | 2 (28.6) | 67 (48.2) |
| Female | 35 (60.3) | 7 (41.2) | 5 (22.7) | 18 (60.0) | 2 (40.0) | 5 (71.4) | 72 (51.8) |
| χ^2 : 12.079; DF: 5; <i>P-value</i> : 0.034 | | | | | | | |
| Birth Type | | | | | | | |
| Single | 34 (58.6) | 9 (52.9) | 18 (81.8) | 14 (46.7) | 5 (100) | 3 (42.9) | 83 (59.7) |
| Twin | 24 (41.4) | 8 (47.1) | 4 (18.2) | 16 (53.3) | 0 (0.0) | 4 (57.1) | 56 (40.3) |
| χ^2 : 11.144; DF: 5; <i>P-value</i> : 0.049 | | | | | | | |
| Birth month | | | | | | | |
| February | 15 (25.9) | 10 (58.8) | 6 (27.3) | 9 (30.0) | 3 (60.0) | 1 (14.3) | 44 (59.7) |
| March | 38 (65.5) | 5(29.4) | 9 (40.9) | 19 (63.3) | 1 (20.0) | 4 (57.1) | 76 (40.3) |
| April | 5 (8.6) | 2 (11.8) | 7 (31.8) | 2 (6.7) | 1 (20.0) | 2 (28.6) | 19 (13.7) |
| χ^2 : 19.291; DF: 10; <i>P-value</i> : 0.037 | | | | | | | |
| Total | 58 (41.7) | 17 (12.2) | 22 (15.8) | 30 (21.6) | 5 (3.6) | 7 (5.0) | 139 (100) |

χ^2 : Chi-square Result; DF: Degree of Freedom; n: Number of Animals; P: Significance Level

The study indicates that the live weight and growth traits of Kilis kids were influenced by flock, gender, type of birth (excluding yearling weight), and months of birth (excluding in the 1 and 2 month weights) factors ($P < 0.01$ and $P < 0.05$) and were presented in Table 3.

In the current study, male kids had higher body weight and faster growth than female kids. The difference in body weight between singletons and twins had a significant effect until six months of age, but this difference lost its effect by one year of age. Kids born in February (winter) had lower birth weights than those born in March and April (spring). However, kids born in winter had higher live weight and faster growth from weaning to one year of age. Kids born earlier grew faster and reached a higher body weight than those born later. This is probably due to the fact that early-born kids had more opportunities to feed on the abundant and high quality grasses in the pasture during spring and summer, which led to faster growth and development. They may also have developed an adaptation mechanism to make winter-born kids more resistant to cold weather conditions (Sing et al., 2022; Das et al., 2023).

Table 3. Least squares and standard errors for growth trait of Kilis kids (kg)

| Traits | n | Birth weight | One-month weight | Two-month weight | Weaning weight | Six-month weight | Yearling weight |
|----------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Flock | | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| 1 | 35 | 3.15±0.06 ^a | 7.2±0.18 ^a | 12.3±0.27 ^a | 15.2±0.33 ^a | 20.9±0.50 ^a | 25.0±0.63 ^a |
| 2 | 29 | 2.93±0.07 ^b | 6.4±0.23 ^b | 10.2±0.34 ^b | 14.1±0.41 ^{ab} | 18.5±0.62 ^b | 21.5±0.78 ^b |
| 3 | 22 | 2.79±0.08 ^b | 6.5±0.25 ^{ab} | 10.6±0.36 ^b | 13.7±0.44 ^b | 18.6±0.67 ^b | 21.9±0.84 ^b |
| 4 | 26 | 2.78±0.07 ^b | 6.4±0.22 ^b | 10.7±0.33 ^b | 13.7±0.40 ^b | 18.9±0.60 ^b | 22.9±0.76 ^{ab} |
| Gender | | ** | * | * | * | * | ** |
| Male | 54 | 3.03±0.05 | 6.8±0.17 | 11.2±0.25 | 14.6±0.30 | 20.1±0.46 | 24.0±0.57 |
| Female | 58 | 2.80±0.05 | 6.4±0.16 | 10.6±0.24 | 13.7±0.30 | 18.4±0.45 | 21.7±0.56 |
| Birth type | | ** | ** | ** | * | ** | |
| Single | 72 | 3.13±0.05 | 7.0±0.15 | 11.6±0.23 | 14.6±0.27 | 20.0±0.42 | 23.3±0.52 |
| Twin | 40 | 2.69±0.06 | 6.2±0.18 | 10.3±0.27 | 13.8±0.33 | 18.5±0.50 | 22.4±0.63 |
| Birth month | | * | | | * | * | * |
| February | 38 | 2.79±0.05 ^B | 6.7±0.18 | 11.4±0.26 | 15.0±0.32 ^A | 20.3±0.48 ^A | 24.4±0.60 ^A |
| March | 62 | 2.97±0.04 ^A | 6.7±0.14 | 11.1±0.21 | 14.1±0.26 ^{AB} | 19.7±0.39 ^{AB} | 23.3±0.49 ^{AB} |
| April | 12 | 2.99±0.10 ^A | 6.4±0.32 | 10.3±0.47 | 13.4±0.57 ^B | 17.8±0.86 ^{AB} | 20.8±1.08 ^B |
| Overall | 112 | 2.91±0.04 | 6.6±0.13 | 10.9±0.19 | 14.2±0.23 | 19.3±0.35 | 22.8±0.44 |

a, b, c. Means within an inside-class of a column with different superscripts differ significantly at capital letters – (*P<0.05), small letters – (**P<0.01).

In this study, the birth weight and 2nd-month live weight of Kilis kids were found to be lower than in previous studies on Kilis kids in the original breeding area (Keskin et al., 2017; Özdemir and Keskin, 2018; Gül et al., 2022; Keskin et al., 2022). However, live weights of Kilis kids from birth to 6 months of age were lower, but partly similar, than those of native gene resources, pure and crossbred Hair kid genotypes (Erduran, 2017; Çelik and Olfaz, 2018; Akbaş et al., 2023). It is seen that environmental factors significantly affect the live weight and growth characteristics of Kilis kids from birth to one year of age. Therefore, improving the management, nutrition, care and health conditions of Kilis kids in accordance with the climatic conditions, making appropriate breeding practices for gender and paying attention to birth months in breeding selection will contribute to the improvement of live weight and growth characteristics of Kilis goats.

The effect of flock, type of birth (expect for mating) and month of birth (except for flock) on the average live weight of Kilis goats in the postpartum period (38.8 kg), live weight in the mating period (42.9 kg) and live weight gain between postpartum and mating period (4.1 kg) were found significant at P<0.01 and P<0.05 levels (Table 4).

The findings suggest that the live weights of Kilis goats during the postpartum and mating periods were within the range of 36.0 kg to 58.0 kg previously reported for various goat genotypes aged 2-5 years in different regions (Erduran, 2017; Ünal and Ceyhan, 2017; Daşkıran and Yılmaz, 2018; Özdemir and Keskin, 2018). This situation can be explained by the variability of goats depending on their genetic capacity, social rank, area conditions, feeding, care, yield direction and grazing capacity of the pasture (Ocak, 2016; Castillo-Zuñiga et al., 2022; Erduran, 2023a).

Table 4. Means and standard errors of live weights of Kilis goats at postpartum and mating period

| Traits | Body weight (kg) | | | |
|--------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | n | Postpartum | Mating | Difference |
| Flock | | * | * | |
| 1 | 29 | 38.3±0.54 ^{AB} | 42.4±0.64 ^{AB} | 4.0±0.11 |
| 2 | 28 | 37.8±0.62 ^B | 41.8±0.73 ^B | 3.9±0.13 |
| 3 | 26 | 39.1±0.61 ^{AB} | 43.2±0.72 ^{AB} | 4.1±0.12 |
| 4 | 28 | 40.0±0.56 ^A | 44.2±0.66 ^A | 4.2±0.11 |
| Birth Type | | * | | ** |
| Single | 83 | 39.5±0.37 | 43.1±0.44 | 3.6±0.08 |
| Twin | 28 | 38.1±0.55 | 42.7±0.65 | 4.5±0.11 |
| Birth month | | * | * | ** |
| February | 36 | 39.9±0.49 ^A | 44.5±0.58 ^A | 4.6±0.10 ^a |
| March | 63 | 38.2±0.38 ^B | 41.7±0.45 ^B | 3.8±0.08 ^b |
| April | 12 | 38.4±0.83 ^{AB} | 41.9±0.97 ^{A^B} | 3.8±0.17 ^b |
| Total | 111 | 38.8±0.36 | 42.9±0.43 | 4.1±0.07 |

a, b, c. Means within an inside-class of a column with different superscripts differ significantly at capital letters – (*P<0.05), small letters – (**P<0.01).

The growth and development potential of goats can last up to 5 ages. However, it is highly likely that the live weight of goats will be adversely affected if they are unable to reach the food source they need, especially during the first lactation period (Tölu et al., 2009; Erduran, 2021). Therefore, a live weight gain of 4.1 kg can be considered normal in Kilis goats that both continue to grow and start milk production in the first lactation period under natural pasture conditions. In addition, the live weight gain of Kilis kids is 5.1 kg between 3-6 months of age and 3.5 kg between 6 months and 1 year of age.

Conclusion and Suggestions

As a result, Kilis goats generally showed good performance in terms of fertility traits. However, the growth and development traits of Kilis kids were acceptable for a local dairy breed. This may indicate that the fertility and growth traits of Kilis goats are adapted to high altitude mountainous areas. This study would provide important contributions to improving environmental factors as well as increasing the productivity and endurance of Kilis goats in mountainous and high-altitude regions. These findings would be important for the planning and implementation of Kilis goat breeding studies in different regions.

Acknowledgement

The author thanks the breeders.

Author's Contribution Rate Declaration Abstract

The entire study was designed, analysed, written and drafted by H.E. (100%). The author reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of Interest

The author declares that there is no conflict of interest.

References

- Akbaş, A.A., Saatçi, M., Elmaz, Ö., Yazıcı, C.M., 2023. The first data of a newly recorded native goat genotype called Manavlı in Türkiye: growth traits of kids. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 47: 413-424.
- Álvarez, J.F., González, F.J.N., Jurado, J.M.L., Ariza, A.G., Martínez, M.A.M., Pastrana, C.I., Inostroza, M.G.P., Bermejo, J.V.D., 2023. Discriminant canonical tool for inferring the effect of α S1, α S2, β , and κ casein haplotypes and haplogroups on zoometric/linear appraisal breeding values in Murciano-Granadina goats. *Frontiers in Veterinary Science*. 10.
- Anonymus, 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m..> (Erişim tarihi 20 Eylül 2023).

- Atay, O., Gokdal, O., 2016. Some production traits and phenotypic relationships between udder and production traits of Hair goats. *Indian Journal of Animal Research*. 50: 983-988.
- Boztepe, S., 2015 Koyun yetiştiriciliği, Selçuk Üniversitesi Basımevi, 15524, Konya, Türkiye. 71-72.
- Castillo-Zuñiga, M.S., Meza-Herrera, C.A., Calderón-Leyva, G., López-Villalobos, N., Navarrete-Molina, C., Bustamante-Andrade, J.A., Sifuentes-Lamont, P.I., Flores-Salas, J.M., Véliz-Deras, F.G., 2022. Interactions between social hierarchy and some udder morphometric traits upon colostrum and milk physicochemical characteristics in crossbred dairy goats. *Agriculture*. 12: 734.
- Çelik, H.T., Olfaz, M., 2015. Kıl keçi ve Saanen × Kıl keçi melezlerinin (F1, G1,) üretici şartlarında döl verim özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 3: 164-170.
- Çelik, H.T., Olfaz, M., 2018. Yetiştirici koşullarında Kıl keçi ve Saanen × Kıl keçi genotiplerinin (F1, G1, G2) büyüme özellikleri ve yaşama gücü üzerine bir araştırma. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 31: 77-85.
- Das, A., Mandal, D. K., Debbarma, A., 2023. Impact of ancillary housing structure on body morphometric traits and skin fold thickness of winter-born black Bengal goat kids. *The Pharma Innovation Journal*. 12, 6: 256-263.
- Daşkiran, İ., Yılmaz, A., 2018. Ekstansif koşullarda yetiştirilen Kilis keçilerinde canlı ağırlık ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyonlar ve bazı tanımlayıcı ölçüler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15: 51-56.
- Erduran, H., 2017. Determination of genetic and phenotypic parameters in some yield characteristics of Hair, Alpine × Hair and Saanen × Hair crossbred goats raised under semi intensive conditions. *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Zootekni Anabilim Dalı, Ankara Doktora Tezi*, 169 s.
- Erduran, H., 2021. Crossbreeding of Hair goats with Alpine and Saanen bucks: Production and reproduction traits of Native Hair goats in supplementary feeding in different physiological stage in natural pasture-based system. *Small Ruminant Research*. 203: 106494.
- Erduran, H., 2022. Effect of parturition time and climatic conditions on milk productivity, milk quality and udder morphometry in Saanen goats in a semi-intensive system. *Journal of Dairy Research*. 89: 397-403.
- Erduran, H., 2023a. Effect of parturition time and photoperiod on milk production, quality, and somatic cell count traits of pure and crossbred goats in a different production system. *Tropical Animal Health and Production*. 55: 145.
- Erduran, H., 2023b. Physicochemical quality characteristics of foremilk and hindmilk from native and crossbred dairy goats in a semi-intensive production system. *International Journal of Dairy Technology*. 76.
- Erduran, H., Dag, B., 2021. Determination of factors affecting milk yield, composition and udder morphometry of Hair and cross-bred dairy goats in a semi-intensive system. *Journal of Dairy Research* 88: 265-269.
- Erduran, H., Yaman, B., 2014. Yetiştirici şartlarında Saanen keçilerinde doğumların gün içerisindeki dağılımına bazı çevre faktörlerinin etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*. 1: 8-12.
- Gül, S., Keskin, M., Kaya, Ş., 2022. Effects of environmental factors on growth performance of Kilis goat in Gaziantep province. *Livestock Studies*. 62: 16-20.
- Keskin, M., Gül, S., Biçer, O., Daşkiran, İ., 2017. Some reproductive, lactation, and kid growth characteristics of Kilis goats under semiintensive conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 41: 248-254.
- Keskin, M., Gül, S., Kaya, Ş., 2022. Five-year term evaluation of the project named" Kilis goat national breeding project in kilis province. *Livestock Studies*, 62, 1: 7-15.
- Kesici, T, Kocabaş, Z., 2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara, Türkiye.
- Koluman, N., 2023. Goats and their role in climate change. *Small Ruminant Research*. 107094.
- Ocak, S., 2016. Transhumance in Central Anatolia: A resilient interdependence between biological and cultural diversity. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 29: 439-453.
- Özdemir, F., Keskin, M., 2018. Kilis ve Gaziantep illerinde yetiştirilen Kilis keçilerinin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 23: 115-123.
- Singh, M. K., Pourouchottamane, R., Singh, S. P., Kumar, R., Sharma, N., Kumar, A., Dass, G., Pundir, R., 2022. Non-genetic factors affecting pre-weaning growth and survival rate in Barbari kids under semi-intensive management system. *Indian Journal of Animal Sciences*. 92, 9: 1081-1087.
- Şahin, Ö., 2023. Distribution of births of Bafra sheep reared in the Mediterranean region during the day. *Black Sea Journal of Agriculture*. 6: 197-203.
- Şengonca, M., Taşkın, T., Koşum, N., 2003. Saanen x Kıl melezlerinin ve saf Kıl keçilerinin kimi verim özelliklerinin belirlenmesi üzerine eş zamanlı bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 27: 1319-1325.
- Tölü, C., Savaş, T., Yurtman, İ.Y., 2009. Türk Saanen Keçilerinde canlı ağırlık ve değişimi üzerinde değerlendirmeler. *Hayvansal Üretim*. 50: 9-17.

- Tölu, C., Savaş, T., 2010. Gökçeada, Malta ve Türk Saanen keçi genotiplerinin döl verim özellikleri bakımından karşılaştırılması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 7: 113-121.
- TURKSTAT, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, Veritabanları, Hayvancılık İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2022-49682..> (Erişim tarihi 20 Eylül 2023).
- Ünalın, A., Ceyhan, A., 2017. Kilis keçilerinin canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri üzerinde cinsiyet etkisinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 21: 219-226.

Research Article

Increased Free Radical Scavenging Activity and Consumer Preference in Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) Subjected to Water Stress

Okan Erken^{1*}  Çiğdem Uysal Pala²  Bayram Kızılkaya³ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Agricultural Structure and Irrigation, 17020, Çanakkale, Turkey

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, 17020, Çanakkale, Turkey

³Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Agriculture, 17020, Çanakkale Turkey

*Corresponding autho: oerken@comu.edu.tr

Received Date: 16.09.2023

Accepted Date: 03.11.2023

Abstract

Although the Garden Cress is known to grow in a wide range of climatic conditions, there are limited studies on how water stress can affect their morphological, biochemical and sensory characteristics. In this research, these characteristics in the Garden Cress leaves were measured in response to water stress. In this study two different irrigation restrictions (50% and 25% irrigation) were applied against the control plants (100% irrigation) in four replications. As a result, the amount of proline was determined as 5.98 mg⁻¹100g in control plants, and as 36.72 mg⁻¹100g in 25% irrigated plants. While total phenolic compounds and total flavonoids varied from 61.26 to 68.04 mg of GA⁻¹100gFW and 8.35 to 11.70 mg QE⁻¹100gFW, respectively, the differences were statistically insignificant. The increase of DPPH free radical scavenging activity in line with increased water stress, however, was found to be statistically significant. In conclusion, the 50% water stress applied Garden Cress leaves were found to be most preferred by the consumers in terms of flavor and had higher radical scavenging activity than control plants. Irrigation management practices, therefore, could consider limited water use with Garden Cress production under possible negative effects of climate change on water resources.

Keywords: DPPH; garden cress, water stress, phenolic compounds, sensory quality.

Su Stresine Maruz Kalan Tere (*Lepidium sativum* L.) Bitkisinde Artan Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi ve Tüketici Tercihi

Öz

Tere (*Lepidium sativum* L.) bitkisinin çok çeşitli iklim koşullarında yetiştiği bilinmesine rağmen su stresinin bitkinin morfolojik, biyokimyasal ve duyuşal özelliklerini nasıl etkileyebileceğine dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Kontrollü atmosfer koşullarında iki farklı su stresi seviyesi uygulanarak, dört tekrarlı gerçekleştirilen bu çalışmada; terenin bazı morfolojik parametreleri, biyokimyasal özellikleri ve duyuşal özellikleri ölçülmüştür. Önceki çalışmalarda su stresi nedeniyle verim kaybı değerlendirilirken, bu çalışmalarda ürünün pazarlanabilirliği ve tüketicilerin tercihi dikkate alınmamıştır. Kontrol bitkilerine (%100 sulama) karşı iki farklı sulama (%50 ve %25 sulama) uygulanan çalışma sonucunda kontrol bitkilerinde prolin miktarı 5.98 mg⁻¹100 g, olarak belirlenirken. %25 sulama suyu uygulanan bitkilerde 36.72 mg⁻¹100g olarak tespit edilmiştir. Toplam fenolik bileşikler ve toplam flavonoidler sırasıyla 61.26 ile 68.04 mg GA⁻¹100g ve 8.35 ile 11.70 mg QE⁻¹100g arasında değişirken, farklar istatistiksel olarak önem bulunmuştur. Ancak artan su stresine ile birlikte DPPH serbest radikal temizleme aktivitesinin artması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sonuç olarak %50 su stresi uygulanan Tere yapraklarının tüketiciler tarafından lezzet açısından en çok tercih edildiği ve kontrol bitkilerine göre daha yüksek radikal temizleme aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle sulama yönetimi uygulamaları, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olası olumsuz etkileri altında Tere üretimi ile sınırlı su kullanımını sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: DPPH, Tere, su stresi, fenolik bileşikler, duyuşal özellikler.

Introduction

The availability of water resources is an important factor for optimal fruit and vegetable farming Griñán et al. (2019) and it is becoming increasingly important to ensure the preservation of existing food production (Yıldırım et al., 2022). Since water is a major component of fresh plant material and is a priority for the quality of cultivated vegetables El-Zaeddi et al. (2016), extreme variation in temperature and soil moisture can cause low yield in their production by leading to changes in their physiological and biochemical processes (Arimi, 2021).

According to Yıldırım et al. (2022) cyclic or unpredictable drought may affect roughly 33% of the world's arable agricultural land. In order to cope with future water scarcity, there is a need to adopt deficit-irrigation strategies in agricultural production (Griñán et al., 2019). Plants usually develop acclimation strategies and survival mechanisms in response to drought stress depending on the inherent plant traits and the scarcity of drought stress (Okunlola et al., 2022). A mechanism plants use to withstand drought stress is to reduce osmotic potential together with increased anthocyanin concentrations (Erken, 2022). Anthocyanins are good antioxidant compounds because they have free radical scavenging properties (Ahmadiani et al., 2014).

In recent research, there is an increased interest in plants that are natural sources of antioxidants such as the Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) (Selek et al., 2018). Garden Cress is a fast growing annual herb in the Cruciferae (Brassicaceae) family (Painuli et al., 2022). This culinary vegetable cultivated all over Asia and Europe is native to Egypt and West Asia (Diwakar et al., 2010; Zia-Ul-Haq et al., 2012). A review carried out by Painuli et al. (2022) highlighted the wide range of therapeutic properties and nutritional values of the Garden Cress "including anticancer, hepatoprotective, antidiabetic, hypoglycemic, antioxidant, antimicrobial, gastrointestinal, and fracture/bone healing activities".

Garden Cress is most typically consumed as a garnish or as a leaf vegetable (Malar et al., 2014). According to Keutgen et al. (2021) both the microgreens and sprouts of the Garden Cress "are consumed for their slightly sour, spicy or bitter flavors and are recommended for their secondary metabolites". Another important character of the Garden Cress is that it can be grown in many different climate and soil conditions (Smolinska et al., 2017).

There, however, is limited research on how abiotic stressors effect the biochemical properties of the Garden Cress. A study carried out by Al-Sammarraie et al. (2020) for example, applied drought, salinity and high light stresses and found that the *Lepidium sativum* plants launched protective mechanisms against these stresses. Drought stress, in particular, increased the anthocyanin, carotenoid and protein contents, the MDA level and total APX activity in the drought treated plants. Another study, found that the growth and yield attributes of *Lepidium sativum* decreased and the proline content and total carbohydrates increased in response to increasing water stress (Khalil et al., 2012).

While there are very limited studies investigating the effects of water stress on the morphological and biochemical attributes of the Garden Cress, there is no known study that look at the sensory quality and consumer preference of the same plant under water stress. The objective of this research is to understand how the morphological properties, pH, chlorophyll amount, phenolic compounds, total flavonoids and antioxidant activity, as well as consumer preference of the Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) plant is affected under deficit irrigation treatments.

Material and Methods

Experimental design and irrigation treatment

This research was carried out in Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Plant Stress Monitoring and Thermography Laboratory. Cress seeds were sown on January 07, 2022 in 10 liter pots in a randomized block design with 4 replications. The seeds were sown at 500-600 g per decare, which corresponds to 75 seeds for each pot with a diameter of 39.25 cm². The experiment was carried out in a controlled atmospheric conditions (at 25°C under 14 hours ~ 54 µE light and 10 hours of dark, and 55-60% relative humidity) (Al-Sammarraie et al., 2020). The plant pots were filled with soil at pH 6.95, 0.42 dS/cm salinity, 12.45% lime and 2.75% organic matter content. Following germination, each pot was equally fertilized with Hoagland nutrient solution at 10-day intervals. Once the seeds germinated, all pots were irrigated equally for a total of 14 days until the plants reached a sufficient size and water restriction was applied starting on January 21, 2022.

Two different water restrictions were applied to the Garden Cress plants (50% irrigation and 25% irrigation) in addition to the control plants (100% irrigation). The amount of irrigation water to be applied in the experiment was estimated gravimetrically (Jones, 2007). In order to determine the total moisture capacity of the pots, the pots with control treatments were saturated with water and left to drain under the force of gravity for 24 hours. During the growing period, plants were irrigated every three days. Control pots were weighed every three days, and water restriction was applied by taking into account the total evaporation amount from control plants.

Sample preparation and ultrasonic bath extraction

Extraction of samples was carried out using the ultrasonic bath (Daihan Scientific Co. Ltd., WUC-A03H, Korea) extraction method according to (Aznar-Ramos et al., 2022). Plant samples (1.00 g FW) were placed into glass homogenization vessels and 10 mL of extraction solvent (methanol) was added to each vessel. Next, the ultrasonic probe was inserted into the vessel and the extraction took place 1 hour at laboratory temperature (nearly 25°C).

Morphological parameters and leaf area

Leaf samples were weighed immediately after collection, and leaf areas were determined in cm² using a CI-202 Portable Laser field meter (CID, Inc., USA). Leaf weights were measured using a digital balance (± 0.0001 g) and diameter, length and petiole were measured using a digital caliper (± 0.01 mm).

Leaf proportional water content

Proportional water content (PWC) of leaf samples were determined on the 15th day and after harvest. Initially, the leaves' fresh weights (VW) were measured, and after the leaves were kept in distilled water for 6 hours, their turgor weights (TW) were measured. Dry weights (DW) were determined after keeping the samples in a 65°C oven until their weights were constant. PWC was estimated in % using the following formula (Yamasaki and Dillenburg, 1999).

$$\text{PWC (\%)} = [(VW - DW) / (TW - DW)] \times 100$$

Chlorophyll content

The total amount of chlorophyll was prepared using 4 g of fresh plant leaves in 35 ml of 90% acetone solution. The samples were extracted with the ultrasonic probe extraction method Aznar-Ramos et al. (2022) for 1 hour and filtered with filter paper. The filtrate was completed to a 50 ml solution using 90% acetone. Absorbance readings were made at 645 nm, 652 nm and 663 nm wavelengths (Holden, 1976).

Proline content

In order to determine the internal proline amount, 0.5 g fresh weight of plant sample was crushed and mixed with 10 ml of 3% 5-Sulfosalicylic acid and the mixture was homogenized for 2 minutes. The resulting samples were filtered into tubes through Whatman No 2 filter papers. 2 ml of filtered sample, 2 ml of ninhydrin and 2 ml of glacial acid were added and reacted in a water bath set at 100 °C for 1 hour, followed by an ice bath. 4 ml of toluene was added to the reaction and the mixture was homogenized with a tube mixer for 15-20 seconds. The chromophore of the solution was aspirated with a fine-tipped pipette and taken into spectrophotometer tubes. The absorbance reading was taken from the spectrophotometer tubes at room temperature at 520 nm, where toluene was used as a blank sample (Bates and Waldren, 1973).

Determination of antioxidant activity

Antioxidant activity was determined using the DPPH free radical scavenging assays as described by (Brand-Williams et al., 1995; Ak and Türker, 2018). Briefly, different concentrations of cultivated Garden Cress plant extracts diluted with methanol were measured with DPPH after 30 minutes at room temperature. The absorbance of the samples was measured at 515 nm using a UV-vis spectrophotometer. The percentage of DPPH radical scavenging activity was estimated using the following equation:

$$\text{DPPH scavenging (\%)} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100 \quad (1)$$

A_{sample} = the absorbance of the sample after reaching plateau after 15 min

A_{control} = DPPH absorbance

IC₅₀ inhibition values were estimated by taking into account 50% of the total DPPH radicals in the concentrations, where Lower IC₅₀ indicated higher radical scavenging activity. In this test, butylated hydroxytoluen was used as a positive control.

Determination of total phenolic (TP)

The Folin-Ciocalteu method of Singleton and Rossi (1965) was employed to determine the total phenolic content of the Garden Cress extracts. 100 µl of extract, 900 µl of distilled water, 5 ml of 0.2 N Folin-Ciocalteu solution and 4 ml of 7.5% sodium carbonate solution were vortexed in test tubes. The samples were incubated for two hours at room temperature in the dark, and at 765 nm, absorbance values were measured. The Garden Cress samples' total phenol content is expressed as "mg GA⁻¹100g FW (fresh weight)".

Determination of total flavonoids (TF)

Total flavonoid concentrations of Garden Cress extracts were measured using an aluminum based colorimetric assay (Shraim et al., 2021). The test tubes were filled with 100 µl of extract, 100 µl of 1 M potassium acetate, 100 µl of 10% aluminum nitrate, and 4.4 ml of 96% ethanol, respectively. The samples were incubated for 40 minutes at room temperature in the dark, and the spectrophotometer read the absorbance values at 415 nm. The Garden Cress samples' total flavonoid content is listed as "mg quercetin⁻¹100 g FW (fresh weight)".

Flavor and appearance difference from control test

Differences between control and stressed Garden Cress samples in terms of flavor and appearance were determined. Leaf samples of the control (100%) and water stressed (50% and 25%) Garden Cress plants were presented to panelists (n=10). Panelists were informed that there was a blind test (control) among the test samples. Then panelists evaluated the test samples according to the differences in terms of flavor and appearance and scored from 1 to 10 as "Not Different" to "Extremely Different" (Shraim et al., 1999).

Consumer preference test

The sensory acceptability of the Garden Cress samples in terms of flavor, appearance, and general attributes was investigated with 61 participants (36 women and 25 men) aged 20 to 52 using a 7-point hedonic scale (7 = like extremely and 1 = dislike extremely) (Kiremit et al., 2023).

Statistical analyses

Statistical differences of the measured parameters among different irrigation levels of the cultivated Garden Cress plant were estimated using One-Way ANOVA the Tukey Multiple Comparison test, where p-value of <0.05 was considered to be statistically significant. Minitab 19 was used as a software for the statistical analysis.

Results and Discussion

Each trial subject was equally irrigated with 732 ml of water for a total of 14 days until all plants formed 4 true leaves before applying water restrictions. The amount of water applied during the cultivation period is given in Table 1. During the experiment, the control pots were irrigated with a total of 5170 ml of water. Pots with 50% water treatment were irrigated with a total of 2598.5 ml water and those with 25% water treatment were irrigated with one fourth of the total amount applied to control plants, corresponding to a total of 1299.25 ml of water.

Table 1. The amount of water applied per irrigation

| Treatment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------------|
| Control | 334 | 354 | 368 | 450 | 456 | 572 | 620 | 620 | 716 | 707 | 5197.00 |
| 50% irrigation | 167 | 177 | 258 | 225 | 228 | 286 | 310 | 310 | 358 | 354 | 2598.50 |
| 25% irrigation | 83.5 | 88.5 | 110 | 112.5 | 114 | 143 | 155 | 155 | 179 | 177 | 1299.25 |

The average leaf weight, length, width and area, and stem length measured at the end of the research are given in Table 2. According to this table, the study results showed that water constraint has statistically significant effects on the yield and quality parameters of Garden Cress. When the leaf weight, length and width, and stem length values are examined, it can be seen that the decrease of these values in line with increased water stress is statistically significant.

A study carried out by Kiremit et al. (2023) investigating the yield, growth traits and leaf nutrients of the Garden Cress under water and salinity deficiency, similarly, found that the leaf fresh weight, leaf dry weight and leaf area decreased statistically significantly under increased water stress. Another study conducted on 7 different Garden Cress cultivars in the open field, Yanmaz et al. (2010) determined the leaf lengths and widths between 6.5-12.9 cm and 3.3 to 7.6 cm, respectively. It can be seen that the results of this study, which we conducted in a controlled atmospheric setting, are similar to the above mentioned field study (Table 2). Furthermore, in this study, the average leaf area

decreased significantly with increased water stress, similar to the other parameters. While the highest leaf area was obtained from plants in control pots with an average of 415.6 cm²; it was measured as 256.3 cm² in pots with 50% water stress and 127.3 cm² in pots with 25% water stress, with each treatment falling into a separate statistical group.

Table 2. Average leaf weight, length, width and area, and stem length values based on the level of water stress

| Treatment | Leaf weight (g) | Leaf length (cm) | Leaf width (cm) | Leaf area (cm ²) | Stem length (cm) |
|----------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------------------|--------------------|
| Control | 0.931 ± 0.059 A | 10.35 ± 0.342 A | 4.31 ± 0.102 A | 415.6 ± 35.9 A | 7.035 ± 0.082 A |
| %50 irrigation | 0.456 ± 0.034 B | 7.425 ± 0.347 B | 3.47 ± 0.076 B | 256.3 ± 21.5 B | 4.870 ± 0.379 B |
| %25 irrigation | 0.274 ± 0.030 C | 5.495 ± 0.278 C | 2.76 ± 0.148 C | 127.3 ± 11.4 C | 4.265 ± 0.182 B |
| p value | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

*Results were expressed as mean ± std dev. Means with different letters are significantly different at p values shown in the same column.

The amount of dry matter, pH, brix, hue and chroma values obtained at the end of the research are provided in Table 3. A statistically significant increase in the amount of dry matter was detected with the decrease in the amount of irrigation water. Uyar et al. (2013) examined dry matter in eight commonly used herbs. Among the plants they evaluated, they determined the amount of dry matter of the Garden Cress as 6.97%. In this study, while similar results were obtained from the control treatments, percent of dry matter increased with increasing water restriction. Considering the pH values, there was not a statistical significance among different water treatments. In the study conducted in greenhouse conditions by Demir and Polat (2017) the pH values of the Garden Cress cultivated in autumn were between 6.01 and 6.17 those cultivated in spring were between 5.27-5.68. In our study, the temperature was kept constant at 25°C under controlled atmospheric conditions. When the greenhouse temperatures in the spring period are evaluated, the given pH values are similar to our study. Brix amount showed similarity with dry matter values and increased with decreased water treatment. When the leaf color was evaluated, there was no statistical difference in Hue values, which indicate the color we perceive, among different water treatments. When chroma, known as color intensity or clarity value, was evaluated, however, the control plants and plants with 50% irrigation showed statistical similarities with each other. Statistical similarity was also determined among the two test subjects treated with water restriction (Table 3).

Table 3. Dry matter, pH, brix, hue and chroma values based on the level of water stress

| Treatment | Dry matter (%) | pH | Brix | Hue | Chroma |
|----------------|----------------|-------------|---------------|--------------|-----------------|
| Control | 6.058 ± 0.42 B | 5.73 ± 0.01 | 2.90 ± 0.13 C | -0.90 ± 0.01 | 18.83 ± 1.01 A |
| 50% irrigation | 7.359 ± 0.31 B | 5.70 ± 0.03 | 3.50 ± 0.13 B | -0.89 ± 0.02 | 17.33 ± 0.99 AB |
| 25% irrigation | 9.545 ± 0.57 A | 5.68 ± 0.02 | 4.45 ± 0.05 A | -0.87 ± 0.01 | 14.57 ± 0.66 B |
| p value | 0.001 | ns | 0.000 | ns | 0.025 |

*Results were expressed as mean ± std dev. Means with different letters are significantly different at p values shown in the same column. ns: not significant

The changes in the chlorophyll and proline values based on the amount of water applied to the plants are shown in Table 4. Statistical differences were found in all parameters except the chlorophyll a value. As the amount of water restriction increased, chlorophyll cells per unit area (chlorophyll b and total chlorophyll) increased. When we consider the decrease in leaf area, however, it can be said that the amount of chlorophyll in the control plants were higher than the other treatments. Chlorophyll is essential in the process of photosynthesis and is responsible for vegetative growth (Mohamed et al., 2020). Decreased chlorophyll a and b in plant leaves may also affect photosynthetic performance, which may reduce plant growth (Ehsan et al., 2014). The increase in the amount of chlorophyll with water stress, therefore, can also increase the photosynthetic ability of the plant, ensuring the prolongation of the plants' life span and the continuation of their biochemical synthesis. When we look at our research results, it can be seen that both the chlorophyll a and chlorophyll b values

obtained from the control plants were the lowest. It can be said that this is due to the fact that the control plants have larger leaf area, and thus, the chlorophyll value per unit area is lower. The increase in chlorophyll values in line with increased water stress, therefore, is thought to be due to more chlorophyll cells per unit area together with decreased leaf area.

In this study the total chlorophyll content increased from 59.89 to 69.61 mg⁻¹ml with increased water stress, in which the difference was statistically significantly. Similarly, Singh et al. (2020), applied three levels of water stress on the Garden Cress under controlled temperature and light conditions. They found that the total chlorophyll content ranged from 36.656 and 44.030 mg⁻¹g and increased with increased water stress.

Table 4. Chlorophyll and proline values based on the level of water stress

| Treatment | Chlorophyll a (mg ⁻¹ ml) | Chlorophyll b (mg ⁻¹ ml) | Total chlorophyll (mg ⁻¹ ml) | Proline (g ⁻¹ 100g FW) |
|----------------|--|--|--|--------------------------------------|
| Control | 22.99 ± 0.12 | 30.53 ± 1.59 B | 59.89 ± 1.15 B | 5.98 ± 0.20 C |
| %50 irrigation | 23.13 ± 0.68 | 44.69 ± 1.66 A | 67.55 ± 2.00 A | 24.72 ± 1.27 B |
| %25 irrigation | 23.83 ± 0.51 | 46.20 ± 1.62 A | 69.61 ± 1.64 A | 36.72 ± 1.20 A |
| p value | ns | 0.000 | 0.005 | 0.000 |

* Results were expressed as mean ± std dev. Means with different letters are significantly different at p values shown in the same column. ns: not significant

When plants are exposed to stressful conditions, they accumulate a number of metabolites, especially amino acids (Giordano et al., 2021). Proline is an amino acid known to play a very beneficial role in plants that are exposed stress conditions (Hayat et al., 2012). Considering the results of the research (Table 4), it was determined that proline was synthesized 5-6 times more with water restriction. Escalante-Magaña et al. (2019) also found that proline concentration increased statistically significantly with increased water stress when compared to control plants in pepper species (*Capsicum* sp.).

In trials conducted with Garden Cress, Painuli et al. (2022) reported that the amount of proline in normal growing conditions as 5.84 g⁻¹100g and Zia-Ul-Haq et al. (2012) stated that the amount of proline was 4.63 g⁻¹100g. The amount of proline in the control plants of this research is similar to these results. Proline was found to be 24.72 and 36.72 g⁻¹100g FW in this experiment in which 50% and 25% irrigation was applied, respectively (the difference was statistically significant at p<0.05). As a result, it can be said that the Garden Cress plant significantly increases the amount of proline with increased water stress.

Total phenolic compound (mg GA⁻¹100g), total flavonoid (mg QE⁻¹100g) and antioxidant (% inhibition) values obtained from the research are given in Table 5. According to the FW results, the total phenolic compounds decreased and the total flavonoids increased in the water stressed Graden Cress plants. These changes, however, were not statistically significant. Al-Huqail et al. (2019) also investigated the change in the total phenolic compound and the total flavonoid content in the Sweet Basil plant (*Ocimum basilicum* L.) with increased water stress. In this study, while total phenolic compounds increased, the total flavonoids decreased in DW plants with increased water stress.

Antioxidants are synthesized by plants because they play a role in minimizing the harmful effects of oxidative stress (Seyhan, 2019). In order to understand the effects of water stress on the antioxidant properties of the Garden Cress plant, the radical scavenging power of the plants subjected to different levels of stress were determined using the DPPH method. When using this method, low IC₅₀ values reflect high antioxidant activity (Abdel-Aty et al. 2019). The highest radical scavenging effect (5.69%) occurred in plants exposed to severe water stress; the lowest effect (7.21%) was obtained from control plants that were not subjected to water stress. Erken (2022) has also stated that DPPH radical scavenging power increases as the severity of water stress increases. Malar et al. (2014) found the percentage of free radical activity to be 2.69% on the stem, 10.21% on the leaf, 11.63% on the seed and 12.19% on the shoots with different ethanolic extracts of *L. sativum*. The DPPH radical scavenging power determined using the same method in our research provides similar results in the leaves.

Table 5. Total phenolic content (TP), total flavonoid (TF) and radical scavenging activity (DPPH) based on the level of water stress

| Treatment | TP (mg GA⁻¹100g FW) | TF (mg QE⁻¹100g FW) | DPPH (% inhibition) |
|-----------------------|---|---|--------------------------------|
| Control | 68,04 ± 24,97 | 8,35 ± 1,86 | 7.21 ± 0.09 A |
| 50% irrigation | 61,26 ± 21,67 | 11,70 ± 3,64 | 6.51 ± 0.05 B |
| 25% irrigation | 63,05 ± 8,39 | 11,55 ± 3,25 | 5.69 ± 0.06 C |
| p value | ns | ns | 0.000 |

*Results were expressed as mean ± std dev. Means with different letters are significantly different at p values shown in the same column. ns: not significant.

The highest total phenolic substance was obtained from the control subject with 68.04 mg GA⁻¹100g FW. Although phenolic substance accumulations decreased by approximately 5-7 mg GA⁻¹100g FW as a result of water restriction, it was found to be statistically insignificant. Sat et al. (2013) determined the phenolic content of phenolic compounds between 0.573-0.774 mg GA⁻¹g DW in a Garden Cress study they conducted in Turkey in 2013.

The total flavonoid in the Garden Cress varied between 8.35-11.70 mg QE⁻¹100g FW among all treatments, which was found to be statistically insignificant. Phenolic compounds and flavonoids, which are among the important phytochemicals, are among the substances that reduce the risk of cancer Rudzińska et al. 2023). It is stated that even a 5-6 day-old fresh Garden Cress sprouts have high antioxidant properties (Abdel-Aty et al., 2019). The presence of high antioxidant substances in the Garden Cress has an important role in human nutrition.

Effects of water stress on sensorial differences and liking scores

Effects of water stress on sensorial perception, based on difference from control test in terms of flavor and appearance can be seen in Table 6. The scores of the control group as a blind control show variance among panelists. The fact that the p-value of the control scores is lower than 0.05 indicate that the panelists successfully noticed the control group among the test samples. The flavor score of the control group was 0.8, showing that the panelists had a high ability to distinguish the control group, especially in terms of flavor. When the results are evaluated in terms of water stress, it was determined that the effect of stress on flavor was significant (p<0.05) and there was no significant difference between 50% and 25% irrigation treatments p>0.05). Panelists expressed the effect of water stress as “moderate different” in terms of both sensory characteristics (flavor and appearance).

Table 6. Differences of water stressed plants from control in terms of flavor and appearance attributes

| Treatment | Flavor | Appearance |
|-----------------------|---------------|-------------------|
| Control | 0.8a | 2.8 |
| 50% irrigation | 5.2b | 4.2 |
| 25% irrigation | 4.4b | 4.6 |
| ±SE | 0.83 | 1.05 |
| p | 0.0019 | 0.459 |

*Results were expressed as mean values, statistically significant at p<0.05

The effect of water stress on the consumer liking of the plants has been provided in Table 7. The effect of water stress was statistically significant in terms of flavor and overall acceptability (p<0.05). In terms of flavor, 50% water stressed plants had the highest score with an average of 4.87 and were in the “liked” part of the hedonic scale. The control group and 25% irrigation group were included in the “neither liked nor disliked” part of the hedonic scale. General acceptability scores show that there is no significant difference between the plants applied with 50% water stress and the control group. When the taste, appearance and general acceptability scores are evaluated collectively, the most preferred product by the consumers was found to be those irrigated with 50% water stress. It is common knowledge that a product’s sensory attributes have a substantial influence on consumer decision-making. So, these results ensure that 50% water stress application in agricultural production will positively affect consumer preferences for the Garden Cress. Similar to these results, (Keutgen et al., 2021). Investigated how the sensory quality of cress microgreens were affected by soilless growth

systems modified with various mineral nutrition loads. They reported that the microgreens with the highest mineral content in the nutrient solution were rated as having the highest consumer acceptance in terms of visual appearance and total flavor impression.

Table 7. Consumer liking scores of the control and water stressed Garden Cress samples

| Treatment | Flavor | Appearance | General Acceptability |
|-----------------------|--------|------------|-----------------------|
| Control | 4.24a | 4.92 | 4.72ab |
| 50% irrigation | 4.87b | 5.16 | 4.98a |
| 25% irrigation | 4.33a | 4.68 | 4.37b |
| ±SE | 0.18 | 0.17 | 0.16 |
| p | 0.025 | 0.14 | 0.025 |

*Results were expressed as mean values. Means with different letters are significantly different at p values shown in the same column.

Cano-Lamadrid et al. (2023) have explained that the overall acceptability of the microgreens of some species such as brassica were negatively linked with sourness, bitterness, and astringency. Likewise, the lower acceptability of the 25% irrigated Garden Cress plants in our study might be a result of the increased bitterness due to less water content in the water stressed leaves.

Conclusions

Increasing drought and decreasing water resources are among the biggest problems that have been experienced in recent years that directly affect agricultural production. For this reason, researchers have been conducting various studies in order to mitigate the effects of drought and to more efficiently use limited water resources. Garden Cress is an herb among the medicinal and aromatic plants of the Brassicaceae family, which is used both for medicinal purposes and as food. In this study, it has been determined that some biochemical parameters, total chlorophyll, proline and antioxidants, increased with water stress in Garden Cress leaves. Despite the increase in these substances, the decrease in yield with water stress is important in terms of agricultural production. Loss of yield and biochemical changes have been determined in many different crops in drought and water constraint studies previously carried out. When 50% water restriction is applied to Garden Cress, approximately half of the yield is lost. When the water constraint increases further, the yield decreases to one quarter of that of the control plants. Despite the loss in yield, substances such as antioxidants, phenolic compounds and flavonoids that strengthen the immune system in humans were found to increase with water stress in this study. While the increase in phenolic compounds and flavonoids, however, was found not to be statistically significant, the increase in the antioxidant values was found to be statistically significant.

Despite the decrease in yield and increase in some components important for human health, there was no study on whether Garden Cress will be preferred by consumers with increased water stress. In this study, some morphological and biochemical changes that occur in Garden Cress with water stress and their consumers preference were determined. As a result of the tasting tests, it was seen that the majority of the consumers preferred the Garden Cress grown by applying 50% water restriction. It has been determined that against the threat of increasing global warming and climate change, in cases where 50% water saving is applied during the cultivation of Garden Cress, the product will still be preferred by the consumer in terms of flavor, appearance and general acceptability.

Author Contributions: OE

Conceptualization: OE

Methodology: OE and CUP

Writing: OE, CUP and BK

Reviewing: OE, CUP

Editing: CUP and BK.

All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of interests: The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Funding: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

References

- Abdel-Aty, A.M., Salama, W.H., Fahmy, A.S., Mohamed, S.A., 2019. Impact of germination on antioxidant capacity of garden cress: New calculation for determination of total antioxidant activity. *Scientia Horticulturae*. 246: 155-160.
- Ahmadiani, N., Robbins, R.J., Collins, T.M., Giusti, M.M., 2014. Anthocyanins contents, profiles, and color characteristics of red cabbage extracts from different cultivars and maturity stages. *Journal of agricultural and food chemistry*. 62 (30): 7524-7531.
- Ak I., Türker, G., 2018. Antioxidant activity of five seaweed extracts. *New Knowl. J. Sci.* 7: 149–155.
- Al-Huqail, A., El-Dakak, R.M., Sanad, M.N., Badr, R.H., Ibrahim, M.M., Soliman, D., Khan, F., 2020. Effects of climate temperature and water stress on plant growth and accumulation of antioxidant compounds in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leafy vegetable. *Hindawi Scientifica*. 3808909.
- Al-Sammaraie, O.N., Alsharafa, K.Y., Al-Limoun, M.O., Khleifat, K.M., Al-Sarayreh, S.A., Al-Shuneigat, J.M., Kalaji, H.M., 2020. Effect of various abiotic stressors on some biochemical indices of *Lepidium sativum* plants. *Scientific Reports*. 10 (1): 1-10.
- Arimi, K.S., 2021. Climate change adaptation and resilience among vegetable farmers. *International Journal of Vegetable Science*. 27(5): 496-504.
- Aznar-Ramos, M.J., Razola-Díaz, M.D.C., Verardo, V., Gómez-Caravaca, A.M., 2022. Comparison between Ultrasonic Bath and Sonotrode Extraction of Phenolic Compounds from Mango Peel By-Products. *Horticulturae* 8: 1014.
- Bates L.S. and R.P. Waldren. 1973. Teare ID, *Plant & Soil*. 39: 205.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci. Technol.* 28: 25–30.
- Cano-Lamadrid, M., Martínez-Zamora, L., Castillejo, N., Cattaneo, C., Pagliarini, E., Artés-Hernández, F., 2023. How does the phytochemical composition of sprouts and microgreens from Brassica vegetables affect the sensory profile and consumer acceptability? *Postharvest Biology and Technology*. 203: 112411.
- Demir, H., Polat, E., 2017. Sera koşullarında domates-tere birlikte yetiştiriciliğinin verim ve kaliteye etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6 51-62.
- Diwakar, B.T., Dutta, P.K., Lokesh, B.R., Naidu, A.K., 2010. Physicochemical properties of garden cress (*lepidium sativum* l.) seed oil. *J Am Oil Chem Soc* 87: 539–548.
- Ehsan, S., Ali, S., Noureen, S., Mahmood, K., Farid, M., Ishaque, W., Shakoor, M.B., Rizwan, M., 2014. Citric acid assisted phytoremediation of cadmium by Brassica napus L. *Ecotox Environ Safe* 106: 164–172.
- El-Zaedi, H., Calín-Sánchez, Á., Martínez-Tomé, J., Noguera-Artiaga, L., Burló, F., Barrachina, Á.A.C., 2016. Irrigation dose and plant density affect the essential oil content and sensory quality of parsley (*Petroselinum sativum*). *Scientia horticulturae*. 206: 1-6.
- Erken, O., 2022. Some bioactive metabolites' response to long-term water stress in red cabbage. *Scientia Horticulturae*. 293: 110731.
- Escalante-Magaña, C., Aguilar-Caamal, L.F., Echevarría-Machado, I., Medina-Lara, F., Cach, L.S., Martínez-Estévez, M., 2019. Contribution of glycine betaine and proline to water deficit tolerance in pepper plants. *HortScience*. 54 (6): 1044-1054.
- Giordano, M., Petropoulos, S.A., Roupael, Y., 2021. Response and defence mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture*. 11 (5): 463.
- Griñán, I., Galindo, A., Rodríguez, P., Morales, D., Corell, M., Centeno, A., Gonzales, J.C., Torrecillas, A., Barrachina, A.A., Hernandez, F., 2019. Volatile composition and sensory and quality attributes of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruits as affected by water stress. *Scientia Horticulturae*. 244: 68-74.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M.N., Wani, A.S., Pichtel, J., Ahmad, A., 2012. Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signal Behav.* 7 (11): 1456–1466.
- Holden, M., 1976. Chlorophyll in chemistry and biochemistry of plant pigments. Vol. 2 (T. W. Goodwin, Ed.). Academic Press, London pp: 1–37.
- Jones, H.G., 2007. Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *Journal of Experimental Botany, Integrated Approaches to Sustain and Improve Plant Production under Drought Stress Special Issue*. 58 (2): 119-130.
- Keutgen, N., Hausknecht, M., Tomaszewska-Sowa, M., Keutgen, A.J., 2021. Nutritional and sensory quality of two types of cress microgreens depending on the mineral nutrition. *Agronomy*. 11 (6): 1110.

- Khalil, S.E., El-Noemani, A.A., 2012. Effect of irrigation intervals and exogenous proline application in improving tolerance of garden cress plant (*Lepidium sativum* L.) to water stress. *Journal of Applied Sciences Research*, (January), 157-167.
- Kiremit, M.S., Osman, H.M., Arslan, H., 2023. Response of yield, growth traits, and leaf nutrients of garden cress to deficit saline irrigation waters. *Journal of Plant Nutrition*. 46 (6): 1050-1065.
- Malar, J., Chairman, K., Singh, A.R.J., Vanmathi, J.S., Balasubramanian, A., Vasanthi, K., 2014. Antioxidative activity of different parts of the plant *Lepidium sativum* Linn. *Biotechnol Rep (Amst)*. 3: 95-98.
- Meilgaard, M.C., Carr B.T., Civille, G.V., 1999. *Sensory evaluation techniques*. CRC press.
- Mohamed, E.A.A., Muddathir, A.M., Abdalla, A.H., 2020. Effects of organic and inorganic fertilization on growth, yield, seed fixed oil content, and fatty acids profile of garden cress (*Lepidium sativum* L.). *SN Applied Sciences*. 2 (10): 1-10.
- Okunlola, G.O., Olatunji, O.A., Niewiadomska, E., Jimoh, M.A., Rufai, A.B., Ogunkunle, C.O., 2022. Foliar application of melatonin alleviates the deleterious effects of drought on the three most cultivated capsicum species in Africa. *Gesunde Pflanzen*, 1-11.
- Painuli, S., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Semwal, P., Martorell, M., Almarhoon, Z.M., Cho, W.C., 2022. Nutraceutical profiling, bioactive composition, and biological applications of *Lepidium sativum* L. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.
- Rudzińska, A., Juchaniuk, P., Oberda, J., Wiśniewska, J., Wojdan, W., Szklener, K., Mańdziuk, S., 2023. Phytochemicals in cancer treatment and cancer prevention-review on epidemiological data and clinical trials. *Nutrients*. 15 (8): 1896.
- Sat, I.G., Yildirim, E., Turan, M., Demirbas, M., 2013. Antioxidant and nutritional characteristics of garden cress (*Lepidium sativum*). *Acta Sci. Polonorum-Hort. Cultus*. 12: 173-179.
- Selek, S., Koyuncu, I., Caglar, H.G., Bektas, I., Yilmaz, M.A., Gonel, A., Akyuz, E., 2018. The evaluation of antioxidant and anticancer effects of *Lepidium Sativum* Subsp *Spinescens* L. methanol extract on cancer cells. *Cellular and Molecular Biology*. 64 (3): 72-80.
- Seyhan, S.A., 2019. DPPH antioksidan analizinin yeniden değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 9 (2): 125-135.
- Shraim, A.M., Ahmed, T.A., Rahman, M.M., Hijji, Y.M., 2021. Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *LWT*, 150.
- Singh, S., Thakur, A., Puri, S., 2020. Effect of mannitol on *lepidium sativum* l. under abiotic stress (water stress) condition. *Plant Archives*. 20 (2): 8500-8510.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144-153.
- Smolinska, B., Leszczynska, J., 2017. Photosynthetic pigments and peroxidase activity of *Lepidium sativum* L. during assisted Hg phytoextraction. *Environmental Science and Pollution Research*. 24 (15): 13384-13393.
- Uyar, B.B., Gezmen-Karadağ, M., Şanlıer, N., Günyel, S., 2013. Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *Gıda*. 38 (1): 23-29.
- Yamasaki, S., Dillenburg, L.R., 1999. Measurements of leaf relative water content in *araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 11 (2): 69-75.
- Yanmaz, R., Yildirim, E., Koyuncu, D., 2010. Ülkemiz için yeni bir tere (*lepidium sativum* var. *sativum*) çeşit adayı: Dadaş. *Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University*. 41 (2): 91-95.
- Yildirim, E., Ekinci, M., Turan, M., Açar, G., Ors, S., Dursun, A., Kul, R., Akgül, G., 2022. Physiological and biochemical changes of pepper cultivars under combined salt and drought stress. *Gesunde Pflanzen*, 1-9.
- Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Calani, L., Mazzeo, T., Del Rio, D., Pellegrini, N., De Feo, V., 2012. Compositional study and antioxidant potential of *Ipomoea hederacea* Jacq and *Lepidium sativum* L. seeds. *Molecules*. 17 (9): 10306-10321.

Araştırma Makalesi

Humik Asit ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Toprak Biyokimyasal Özellikleri ve Agregat Stabilitesine Etkisi

Furkan Etem¹  Cafer Türkmen^{1*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17100, Çanakkale
*Sorumlu yazar: turkmencafer66@gmail.com

Geliş Tarihi: 06.09.2023

Kabul Tarihi: 29.11.2023

Öz

Çalışmamızda topraklara Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler (PGPB)'den iki ticari (A ve B) ve bir yerli izolat karışımı (C) olmak üzere üç mikrobiyal gübre, yerli (TKİ-Humas) bir Humik Asitle (HA) veya tek başlarına uygulanmıştır. İnkübasyon şartlarında üç dönemde (60., 90. ve 120. günler) örneklenen topraklarda; toprak enzimlerinden üreaz (Ürz), katalaz (Kat), dehidrogenaz (Dhg), alkali fosfataz (Aft) ve beta-glikozidaz (B-Gli) enzim aktiviteleri ile topraklarda solunum (CO₂), mikroorganizma sayıları (MOS), amonyum (NH₄), nitrat (NO₃) ve agregat stabilitesi (Ast) analizleri yapılmıştır. Sonuçların HA ve Mikrobiyal Gübre Uygulamaları (MGU)'na bağımlı değişimleri örnekleme dönemlerine göre istatistiksel olarak incelenmiştir. HA uygulamasının 60. günde tek başına; Kat, B-Gli ve NH₄, özelliklerine etkisi önemsiz olmuşken; yalnız MGU uygulamalarıyla tüm toprak özelliklerinin değişimi önemli olmuştur. HAXMGU dikkate alındığında yine tüm özelliklerin değişimi önemli olmuştur. İkinci dönemde tek başına MGU'a göre Aft değişimleri önemsiz olmuşken; HAXMGU'nda yalnızca Kat. değişimleri önemsiz, diğer tüm özellikler önemli seviyelerde değişim göstermiştir. Üçüncü örneklemede ise HA uygulamasıyla CO₂, Aft ve B-Gli değişimleri önemsizken; diğer özellikler önemli seviyelerde değişmiştir. Bu dönemde MGU tek başına ve HAXMGU'nda yine tüm özelliklerin değişimi önemli olmuştur ($p < 0.05$). Tüm sonuçlar ele alındığında; tüm örnekleme dönemlerinde HA ve MGU'nun tek başlarına veya interaksiyonlarının incelenen toprak özellikleri üzerine etkileri farklı seviyelerde olmuş ve bu etkiler olumlu veya olumsuz yönde olmuştur. Ancak bu tür uygulamaların genel anlamda toprak kalite ve toprak biyolojik özelliklerini iyileştirmeleri yönüyle teşvik edilmesi gerektiği belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: PGPB gübreler, Humik asit, Toprak enzimleri, Toprak kalitesi.

Effect of Humic Acid and Microbial Fertilizer Applications on Soil Biochemical Properties and Aggregate Stability

Abstract

In our study, three microbial fertilizers from plant growth promoting bacteria (PGPB), two commercial (A, B) and a native mixed isolate (C), were applied to the soils with a native (TKİ-Humas) humic acid (HA) or alone. In the soils sampled in three periods (60th, 90th and 120th days) in incubation conditions; urease (Ürz), catalase (Kat), dehydrogenase (Dhg), alkaline phosphatase (Aft) and beta-glucosidase (B-Gli) enzyme activities and respiration (CO₂), number of microorganisms (MOS), ammonium (NH₄), nitrate (NO₃) and aggregate stability (Ast) analyzes were performed. The dependent changes of the results on HA and Microbial Fertilizer Applications (MGU) were analyzed statistically according to the sampling periods. On the 60th day of HA application alone; While the effect on the properties of Kat, B-Gli and NH₄ was insignificant; Only the change of all soil properties with MGU applications was significant. Considering HAXMGU, the change of all features was important. In the second period, Aft changes were insignificant compared to MGU alone; In HAXMGU only Kat. changes were insignificant, all other characteristics showed significant changes. In the third sampling time, CO₂, Aft and B-Gli changes were insignificant with HA application; other properties changed at significant levels. In this period, the change of all properties was significant in MGU alone and in HAXMGU ($p < 0.05$). Considering all the results; The effects of HA and MGU alone or their interactions on the investigated soil properties were at different levels in all sampling periods, and these effects were either positive or negative. However, it can be stated that such practices should be encouraged in terms of improving soil quality and soil biological properties in general.

Keywords: PGPB fertilizers, Humic acid, Soil enzymes, Soil quality.

Giriş

Günümüzde sürdürülebilir tarımın önemi anlaşıldıkça yaşanan sorunları gidermek, toprak özellikleri iyileştirmek ve ürün verimini sürdürülebilir şekilde arttırmak amacıyla çevre dostu ürünler ve bitki büyümesini teşvik edici çeşitli uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda Bitki Büyümesini Teşvik Edici Bakteriler (BBTB) olarak adlandırılan (PGPB) bakteriler (Olanrewaju ve ark., 2017) ve Humik Asit (HA) uygulamaları giderek yaygınlaşmakta olan doğal biyolojik aktif maddelerin kullanıldığı yöntemler arasında en etkili olanlardır (Ekin, 2019). Biyolojik gübreler yani mikrobiyal gübreler Torun (2015) tarafından; “Tohumun kendisine, toprak veya bitki üzerine uygulandığı zaman rizosferde kolonize olan veya bitki hücrelerine iletilen atmosferik azotu fikse eden, toprak fosforunu ve diğer bitki için gerekli besin elementlerini alan ve bitkiye ileterek bitki gelişimini arttıran saf canlı veya karışık mikroorganizma karışımıdır” şeklinde tanımlanmıştır. Mikrobiyal gübreler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı yönetmeliklerinde ise; “Bitki gelişimi için gerekli maddelerin sağlanmasında, bitki besin maddelerinin yarayışlılığının artırılmasında ve/veya toprağın düzeltilmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaları içeren ürünler” şeklinde belirtilmektedir (Anonim, 2018).

Bitkisel üretimde üç önemli faktörün (kimyasal gübre, organik madde ve mikroorganizmalar) tek bir formülde birleştirilmesiyle yeni teknolojik “biyo-organo-kimyasal” gübrelerin geliştirilmesi yani kimyasalların organik madde ve mikroorganizmalarla zenginleştirilmesi, tarımın gelecekte daha sürdürülebilir ve daha ekonomik yapılabilmesi için büyük umut verici bir yöntem olacağı belirtilmektedir (Goenadi ve ark., 2018; Fatimah ve ark., 2021; Adeleke ve Babalola, 2021). Bitki rizosferindeki bazı bakterilerin inorganik ve organik maddeleri bitki büyümesi için yarayışlı hale getirdiği bilinmektedir. Bunlardan *Bacillus* türü fosfat çözen bakterilerin uygulanmasıyla, bitkilere fosfor, potasyum, magnezyum, demir ve alüminyum iletiminin artarak bitki gelişimi üzerinde olumlu etkileri görüldüğü ifade edilmiştir (Çakmakçı, 2005; 2019a; Çakmakçı ve Erdoğan, 2005).

Humik asit suda güç çözünebilir elementlerden kalsiyum, demir, magnezyum gibi yüksek değerlikli iyonlar ile bileşikler oluşturur. Önemli bileşenleri humik ve fulvik asitler olan leonardit (ham linyit)’ten alkali ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen humik-fulvik asit bileşikleri toprağın ıslahı ve veriminin devamı için önemli organik materyallerdendir (Piccolo ve ark., 1997; Schulten ve Schnitzer, 1998). Bir çok araştırmacı humik asitin düşük oranda uygulandığında bitki gelişimi olumlu etkilediğini; ancak fazla miktarda uygulandığında olumsuz ya da nötr sonuçlar elde edildiğini (Chen ve Aviad, 1990; Padem ve Öcal, 1999; Çimrin ve ark., 2011) belirtmişlerdir. Türkmen ve Sungur (2014), artan humik asit dozlarının toprakta alınabilir mikroelement ekstraksiyonlarında artışlara neden olduğunu ve HA uygulamalarının doz ve örnekleme zamanına göre değişmekle beraber Fe, Cu, Zn ve Mn ekstraksiyonlarında kontrole göre farklılıklar sergilediğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada öncekilerden farklı olarak; son zamanlarda tarımda kullanım alanları ve çeşitleri giderek artan mikrobiyal gübrelerden, biri yerli izolat olmak üzere üçünün; tek başlarına ve karışık kültürleri topraklara uygulanmış ve kontrole göre toprakların biyokimyasal özelliklerindeki değişimler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu uygulamaların humik asit eşliğinde veya humik asit uygulanmadan yapılması ile toprak özelliklerindeki değişimler çalışmamızda ek olarak incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Deneme materyalleri

Çalışma Çanakale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Ziraat Fakültesi Dardanos Yerleşkesi Araştırma ve Uygulama Merkezi topraklarında aşağıda açıklanan üç mikrobiyal gübrenin (A, B, C) humik asit (TKI-HUMAS) eşliğinde ve humik asit uygulanmadan faktöriyel deneme düzeninde uygulaması yapılmış ve inkübatörde 27 °C ve tarla kapasitesinde 120 gün yürütülmüştür.

Çalışma toprağı ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dardanos Yerleşkesi deneme alanından alınarak gölgede kurutulmuş, tahta tokmakla ufalanmış ve 2 mm’lik elekten elenerek analizlere ve uygulamalara hazır hale getirilmiştir. Bu topraklardan temsilen ayrılan bir kısmında temel toprak analizleri yapılarak belirlenen özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma toprağının temel özellikleri
Table 1. Basic properties of research soil

| Birimi | İncelenen Özellik | Değeri | Yöntem |
|------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| (%) | Organik Madde | 1,81 | Kromik asitle yaş yakma sonrası (Jackson, 1958) |
| -- | pH | 8,01 | 1:2.5 (Toprak:Su) karışımında pH Metreyle (Richards, 1954) |
| (dS/m) | EC | 0,42 | 1:2.5 (Toprak:Su) karışımında EC Metreyle (Richards, 1954) |
| (%) | CaCO ₃ | 11,86 | Kalsimetre yardımıyla (Allison ve Moodie, 1965). |
| TIN | Bünye | (%51 Kum, %35 Tın, %14 Kil) | Hidrometre yardımıyla (Bouyoucos, 1951) |
| (%) | Toplam N | 0,07 | Sülfirik asitle yaş yakma sonrası (Bremner, 1965) |
| (mg kg ⁻¹) | Alınabilir P | 9,158 | AB-DTPA Ekstraktında ICP-OES cihazıyla (Soltanpour, 1991) |
| (mg kg ⁻¹) | Alınabilir K | 96,37 | AB-DTPA Ekstraktında ICP-OES cihazıyla (Soltanpour, 1991) |
| (%) | Tarla Kapasitesi | 22,00 | Basınçlı membran aletinde 1/3 atmosfer basınçla (Klute, 1986) |

TKİ-Humas ise Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Kütahya işletmesi üretimi olan ticari bir markadır. TKİ-Humas; leonardit kullanılarak üretilen humik asit ve fulvik asit içeren doğal organik toprak düzenleyicisi bir ürün olup garanti edilen içerik bilgisinde; Organik Madde %5, Toplam Humik Asit + Fulvik Asit %12, Suda Çözünür K₂O %2 ve pH=11-13 olarak bildirilmiştir. Hububatgiller için dekara 2-6 litre uygulanması önerilmektedir. Çalışmamızda HA'in dekara beş litre dozu uygulanmıştır.

Ticari mikrobiyal gübrelere Hadropoly (A); *Arthobacter* spp., *Azotobacter* spp. (*Azotobacter vinelandii*, *Azotobacter chroococcum*), *Trichoderma viride*, *Penicillium bilaii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* bakteri suşlarından oluşmaktadır. Bu üründen ışık geçirmeyen kapalı ambalajlı yeni parti (2020) ve litrelik bir paketi ticari temsilcisinden getirilerek denemelerde kullanılmıştır. Uygulama öncesi bu gübrenin bir ml'sinde en az 10⁷ adet canlı mikroorganizmanın bulunup bulunmadığı yayma plak yöntemiyle Plate Count Agar (PCA) besiyerinde kontrol edilmiş ve kuru toprak bazında 1 ml kg⁻¹ uygulanmıştır.

Bactoboost (B); *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* ve *Lactococcus* spp., izolatlarını içermektedir. Bu ürün de ışık geçirmeyen ambalajında yeni partisi (2020) getirilerek denemelerde kullanılmıştır. Uygulama öncesi bu ürünün bir ml'sinde garanti edilen 10⁶ adet canlı mikroorganizma bulunup bulunmadığı yayma plak yöntemiyle PCA besiyerinde kontrol edilmiş ve kuru toprak bazında 1 ml kg⁻¹ uygulanmıştır.

R-1 kodlu yerli mikrobiyal gübre formülasyonu (C); Bu araştırmada kullanılan mikrobiyal gübre formülasyonu sıvı taşıyıcılarda geliştirilen çoklu özelliklere sahip *Bacillus megaterium*, *Paenibacillus polymyxa* ve *Pseudomonas putida* izolatlarının eşit karışımından oluşan ve henüz ticari tescili olmayan özel bir mikrobiyal preparattır. Yeni geliştirilen formülde kullanılan bu bakteriler, ülkemizdeki çeşitli kültür ve yabancı bitkilerin kök rizosferinden izole edilen bitki gelişimini teşvik etme özelliğine sahip 2 bin bakteri izolatı içerisinde önceden yürütülen çalışmalar (Çakmakçı ve ark., 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; Çakmakçı, 2019b) sonrası dikkatle seçilmiştir. Seçilen izolatlar Çoruh vadisi ve Fırtına deresi kökenli, buğday, kekik ve ahududu rizosfer topraklarından izole edilerek saklanan Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI koleksiyonuna ait bakteriler olup kendilerinin izniyle kullanılmıştır. Bakteri izolatları klasik sistemler ve moleküler sistemlerden mikrobiyal tanılama sistemi kullanılarak tanılanmış olup "ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu"nda muhafaza edilmektedir. Çalışmada kullanılan bu dondurulmuş bakteri izolatları önce Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere ekilerek 27 °C'de inkübasyona bırakılmış ve 24 saatlik taze kültürleri elde edilmiştir. Gelişen bu taze kültürlerin her birisinden ayrı ayrı steril öze ile alınarak 250 ml'lik Nutrient Broth (NB) içeren besi ortamına aktarılmış, yatay çalkalayıcı inkübatörde 150 rpm dk⁻¹ da 27 °C'de ayrı ayrı 24 saat geliştirilmiştir. Bu formülasyonlar optimum koşullarda çalkalamalı inkübatörde 72 saat süre ile NA ortamında inkübasyona bırakılarak bakterilerin çoğalması sağlanmıştır (Çakmakçı ve ark., 2014; 2017). Bu ortamdan alınan örneklerde

mililitredeki canlı bakteri sayımları yapılarak bakteri konsantrasyonunun 1×10^8 hücre ml^{-1} 'yi geçtiği süre belirlenmiş (48 saat) ve uygulamaya hazır hale gelen preparat, steril koşullarda yeterince ayrılarak sıcaklığı $5^\circ C$ olan ortamda muhafaza edilmiş ve kuru toprak bazında 1 ml kg^{-1} uygulanmıştır.

Denemenin kurulumu ve verilerin elde edilmesi

Deneme ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme dört uygulamanın (K, A, B, C) iki hümitik asit uygulanması (H^- ve H^+) durumundaki değişimleri irdelemek için dört tekerrürlü ve tesadüf parseller deneme düzeninde kurulmuş ve üç farklı dönemde (60, 90 ve 120. günler) örneklerek zamanla toprak özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Bu şekilde toplam: $4 \times 2 \times 3 \times 4 = 96$ saksılık bir deneme oluşturulmuştur. Mikrobiyal gübreler ve hümitik asit çalışma başlangıcında tarla kapasitesinin %60'ına kadar nemlendirilen topraklara homojen olarak uygulanmıştır. İnkübasyon başlangıcından itibaren uygulamalardan sonra tarla kapasitesine getirilen toprak örneklerinin haftada bir nem değerleri gravimetrik olarak kontrol edilmiş ve toprakların tarla kapasitesinde tutulmaları sağlanmıştır.

Denemede önceden 2 mm lik elekten geçirilen ve hava kuru nemleri bilinen topraklardan her bir uygulama için eşit miktarlarda tartılarak ependorf tüplerine alınmıştır. Bu tüplerdeki topraklara MGU ve HA materyalleri deneme planına göre homojen olarak karıştırılmış ve kapakları açık vaziyette litrelik kavanozlara yerleştirilmiştir. Litrelik standart kavanozlar yarıgeçirgen (hava geçiren ancak nem kaybını engelleyen) gıda ambalajı plastik bir örtüyle (2020 ürünü Koroza markalı) kapatılarak $27^\circ C$ 'lik inkübatöre yerleştirilmiştir. İnkübasyonun 60. gününden itibaren her 30 günde bir ve toplamda üç örnekleme yapılarak toprak analizleri yapılmıştır.

Farklı inkübasyon dönemlerinde alınan toprak numunelerinde MOS; PCA besiyerinde Wollum (1982)'ye göre yayma plak yöntemiyle belirlenmiştir. Aft; Tabatabai (1982)'ye, β -Gli; Eivazi ve Tabatabai (1988)'ye, Üreaz; Hoffmann ve Teicher (1961)'e ve Dhg; Casida (1977)'ye göre substratlarla oluşturulan standartlar eşliğinde spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Katalaz enzimi (EC 1.11.1.6) ise Beck (1971)'e göre volumetrik olarak belirlenmiştir. Toprak solunumu (CO_2) mikrobiyal solunum ile açığa çıkan CO_2 'in kapalı sistemde alkali tuzak tekniği ile tutulması ve arta kalan alkalinin titrasyonu (Anderson ve Domsch, 1978) belirlenmiştir. Topraklarda Ast yüzdeleri Kemper ve Rosenau (1986)'nın bildirdiği ıslak eleme metoduna göre belirlenmiştir.

Başlangıçta deneme topraklarının alınabilir P ve K miktarları AB-DTPA çözeltilisine alınan elementlerin ICP-OES cihazı yardımıyla okunmasıyla (Soltanpour, 1991; Müftüoğlu ve ark., 2014), toplam azot miktarı ise Bremner (1965)'e göre yaş yakılarak belirlenmiştir. Uygulamalardan sonra farklı zamanlarda topraktan KCl ekstraksiyonuyla alınan NH_4 ve NO_3 konsantrasyonları kjeldahl cihazında magnezyum oksit ve devarda yardımıyla distile edildikten sonra kesin normalitesi bilinen zayıf bir H_2SO_4 asitle titre edilerek belirlenmiştir (Bremner 1969; Kacar, 2009; Müftüoğlu ve ark., 2014). Araştırma sonucunda elde edilen tüm veriler, faktöriyel deneme desenine göre bilgisayar tabanlı bir istatistik programı yardımıyla (JMP) Varyans Analizi (VA)'ne tabi tutulmuştur. Sonuçlar arasındaki önemli farklar ($\alpha=0.050$) Student-t testiyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı mikrobiyal gübrelerin önerilen dozları HA eşliğinde veya HA yokluğunda uygulanmış; inkübasyonun 60., 90. ve 120. günlerinde toprak örnekleri alınmış ve analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli farklılıklar görülen toprak biyolojik/biyokimyasal özellikleri ve agragat stabilitesi yüzdelilerindeki değişimler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Humik asit ve farklı mikroorganizma uygulamalarının 60., 90. ve 120. günlerdeki toprak biyolojik özellikleri, enzim aktiviteleri ve agregat stabilitesi özelliklerine etkileri
Table 2. Effects of humic acid and different microorganism applications on soil biological properties, enzyme activities and aggregate stability on the 60th, 90th and 120th days

| 60. GÜN | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Özellik/Uygulama (Uyg.) | HA ⁻ | | | | | HA ⁺ | | | | |
| | K | A | B | C | D | K | A | B | C | D |
| Mikro Organizma Sayısı (adet x 1000000) g kuru toprak ⁻¹ | 7.346 b* | 5.994 cd | 4.289 e | 8.669 a | 6.273 c | 4.057 ef | 5.968 cd | 6.412 c | 5.378 d | 3.545 f |
| Solunum (µg CO ₂ g kuru toprak h ⁻¹) | 18.69 e | 21.59cd | 22.74 c | 20.72 d | 21.15 cd | 22.01cd | 70.78 a | 67.28 b | 14.88 f | 11.26 g |
| Üreaz (µg NH ₄ -N g kuru toprak h ⁻¹) | 200.4 a | 183.6 b | 178.7 bc | 173.5 bc | 211.5 a | 154.2 d | 202.1 a | 166.5 cd | 214.0 a | 170.6 bc |
| Katalaz (mg O ₂ 5g kuru toprak ^{-1 3b}) | 5.849 cde | 5.965 cde | 5.323 fg | 6.491 ab | 6.141 bcd | 4.913 g | 5.790 de | 5.673 ef | 6.900 a | 6.260 bc |
| Aft (µg p-NP g kuru toprak ^{-1 24h}) | 156.2 cde | 139.5 de | 200.9 b | 174.1 c | 232.2 a | 159.5 cd | 134.1 e | 152.5 cde | 158.5 cd | 201.1 b |
| B-Gli. (µg p-NP g kuru toprak ^{-1 24h}) | 50.11 b | 31.39 f | 33.57 e | 37.14 d | 41.59 c | 31.35 f | 37.88 d | 33.08 ef | 54.32 a | 37.59 d |
| Dhg (µg TPFg kuru toprak ^{-1 24h}) | 14.09 ab | 5.69 h | 8.41 f | 6.23 g | 12.59 c | 9.91 d | 14.56 a | 10.12 d | 9.20 e | 13.60 b |
| Suya dayanıklı agregat stabilitesi (%) | 60.70 bc | 67.15 a | 63.93 ab | 51.72 e | 55.29 de | 43.07 g | 55.63 de | 56.71 cd | 64.79 a | 47.15 f |
| NH ₄ ⁺ (µg g ⁻¹) | 1.516 f | 3.153 e | 3.90 bc | 3.56 d | 3.79 bcd | 0.38 g | 4.02 ab | 4.186 a | 3.68 cd | 3.85 bc |
| NO ₃ ⁻ (µg g ⁻¹) | 1.546 e | 4.727 b | 5.227 a | 4.261 cd | 4.602 bc | 0.739 f | 4.375 bcd | 4.545 bc | 4.318 cd | 4.148 d |
| 90. GÜN | | | | | | | | | | |
| Özellik/Uyg. | HA ⁻ | | | | | HA ⁺ | | | | |
| | K | A | B | C | D | K | A | B | C | D |
| Mikro Organizma Sayısı (adet x 1000000) g kuru toprak ⁻¹ | 5.049 e | 5.276 e | 10.49 a | 10.471 a | 6.883 bc | 7.419 b | 5.828 de | 5.373 de | 6.218 de | 6.964 h |
| Solunum (µg CO ₂ g kuru toprak h ⁻¹) | 17.44 g | 25.49 a | 23.29 c | 22.52 cd | 24.34 b | 21.28 e | 22.04 de | 19.93f | 20.22 f | 24.25 b |
| Üreaz (µg NH ₄ -N g kuru toprak h ⁻¹) | 54.05 h | 68.61 efg | 89.94 bc | 73.29 ef | 62.11 gh | 84.48 cd | 96.44 ab | 102.68 a | 67.05 fg | 77.72 de |
| Katalaz (mg O ₂ 5g kuru toprak ^{-1 3b}) | 4.68 öd | 4.27 öd | 5.22 öd | 4.86 öd | 3.97 öd | 3.97 öd | 4.03 öd | 4.68 öd | 4.21 öd | 3.85 öd |
| Aft (µg p-NP g kuru toprak ^{-1 24h}) | 216.4 bc | 180.7 e | 155.3 f | 184.7 e | 211.9 cd | 196.1 de | 236.4 a | 233.8 ab | 209.0 cd | 206.6 cd |
| B-Gli. (µg p-NP g kuru toprak ^{-1 24h}) | 29.18 e | 30.57 de | 25.71 g | 27.35 f | 33.50 c | 48.83 a | 34.77 c | 37.36 b | 31.09 d | 37.18 b |
| Dhg (µg TPFg kuru toprak ^{-1 24h}) | 10.30 b | 5.268 h | 6.590 f | 5.737 g | 9.485 c | 7.812 e | 11.56 a | 8.347 d | 7.427e | 9.787c |
| Suya dayanıklı agregat stabilitesi (%) | 36.28 b | 49.07 a | 48.22 a | 34.54 b | 32.47 b | 32.87 b | 36.01 b | 33.44 b | 35.82 b | 33.35 b |
| NH ₄ ⁺ (µg g ⁻¹) | 1.970 b | 2.790 a | 1.630 cd | 1.516 de | 1.630 cd | 1.346 e | 1.516 de | 2.823 a | 1.403 de | 1.857 bc |
| NO ₃ ⁻ (µg g ⁻¹) | 4.273 b | 4.000 bc | 1.079 f | 1.875 e | 2.159 e | 3.466 d | 3.579 d | 4.716 a | 3.636cd | 4.034 bc |
| 120. GÜN | | | | | | | | | | |
| Özellik/Uyg. | HA ⁻ | | | | | HA ⁺ | | | | |
| | K | A | B | C | D | K | A | B | C | D |
| Mikro Organizma Sayısı (adet x 1000000) g kuru toprak ⁻¹ | 6.672 c | 9.075 a | 4.107 d | 7.744 b | 3.799 def | 2.938 g | 3.490 efg | 3.295 fg | 3.945 de | 1.899 h |
| Solunum (µg CO ₂ g kuru toprak h ⁻¹) | 9.065 bc | 7.260 ef | 7.260 ef | 7.925 de | 9.350 b | 11.055 a | 8.400 cd | 7.925 de | 8.020 d | 6.880 f |
| Üreaz (µg NH ₄ -N g kuru toprak h ⁻¹) | 120.7 a | 107.4 b | 121.4 a | 90.02 c | 129.8 a | 92.60 c | 110.7 b | 94.53 c | 96.46 c | 91.74 c |
| Katalaz (mg O ₂ 5g kuru toprak ^{-1 3b}) | 4.225 öd | 3.139 öd | 4.346 öd | 3.743 öd | 3.380 öd | 3.260 öd | 3.139 öd | 3.743 öd | 3.260 öd | 3.139 öd |
| Aft (µg p-NP g kuru toprak ^{-1 24h}) | 227.8 abc | 167.1 g | 234.9 ab | 184.3 f | 241.5 a | 211.5 de | 174.6 fg | 217.9 cde | 203.5 e | 220.8 bcd |
| B-Gli. (µg p-NP g kuru toprak ^{-1 24h}) | 34.90 b | 31.90 e | 34.71 bc | 27.38 f | 33.06 d | 36.14 a | 28.12 f | 34.99 b | 27.51 f | 33.77cd |
| Dhg (µg TPFg kuru toprak ^{-1 24h}) | 8.456 bc | 5.046 g | 5.615 f | 5.197 fg | 8.172 cd | 6.818 e | 9.341 a | 7.838 d | 6.668 e | 8.806 b |
| Suya dayanıklı agregat stabilitesi (%) | 41.78 d | 58.09 a | 56.12 ab | 49.03 c | 53.30 b | 44.66 d | 42.48 d | 42.91 d | 41.68 d | 44.28 d |
| NH ₄ ⁺ (µg g ⁻¹) | 1.546 e | 4.727 b | 5.227 a | 4.261 cd | 4.602 bc | 0.739 f | 4.375 bcd | 4.545 bc | 4.318 cd | 4.148d |
| NO ₃ ⁻ (µg g ⁻¹) | 3.978 d | 2.557 g | 4.659 b | 5.057 a | 3.125 f | 4.318 c | 3.523 e | 3.864 d | 3.069 f | 2.557 g |

* : Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p<0.05).

İncelenen özelliklerden MOS, Üre ve Dhg enzim aktiviteleri, suya dayanıklı Ast yüzdeleri ve ekstrakte edilebilen NO₃ özellikleri tüm dönemlerde HA, MGU ve HA x MGU interaksiyonunda (birlikte etkisinde) önemli değişimler göstermiştir. Ancak diğer toprak biyolojik özelliklerinden Kat⁺ın 60. gün HA uygulamasında ve 90. gün HA x MGU interaksiyonundaki değişimleri önemli olmamıştır.

Topraktaki Aft, B-Gli ve NH₄ özelliklerindeki değişimler de HA x MGU interaksiyonunda önemli olmuştur (Çizelge 2).

MOS 60. günde en yüksek 8668832 adet olarak C uygulamasında görülmüşken; 90. günde 10487013 adet ile B uygulamasında ve 10470779 adet ile C uygulamasında görülmüştür. Mikroorganizma sayıları 120. günde en çok 9074676 adet ile A uygulamasından elde edilmiştir. Her üç dönemdeki bu yüksek MOS değerleri HA uygulanmayan topraklardan elde edilmiştir. En düşük MOS ise her üç örnekleme döneminde de HA uygulanan şartlarda görülmüş ve sırasıyla 60. günde 3545455 adet ile D uygulamasında, 90. günde 6964286 ve 120. günde 1899351 adet ile yine D uygulamasında görülmüştür. Çalışmamızda MOS HA varlığında dönem farketmeksizin azalmıştır. Li ve ark. (2019) yaptıkları üç yıllık yerfistliği çalışmasında HA uygulamasının özellikle bakteri sayısını azalttığını, mantar sayılarını artırdığını ve bu mantarlardan bazılarının patojenik olduklarını bildirmiştir. Zhou ve ark. (2022)'nin kumlu bir toprakta bentonit ve HA uygulaması yaptıkları yedi yıllık bir çalışmalarında, 3-5. yıllar arasında uygulamaların mikrobiyal biyokütleyi ancak artırabildikleri ifade etmişlerdir. Çalışmamızla ilişkilendirilebilecek ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dardanos araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının kullanıldığı bir başka inkübasyon çalışmasında (Uzunboy ve Türkmen, 2018), araştırmacılar MOS sayılarının g kuru toprak başına 5000000–15000000 adet elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı topraklardaki başka bir çalışmada ise (Parlak ve ark., 2017) mikroorganizma sayılarının toprak derinliğine bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir. Araştırmacıların (Parlak ve ark., 2017) çalışmalarındaki 0-15 cm derinliklerdeki topraklarda MOS sayılarının çalışmamızdaki miktarlarla benzer oldukları görülmüştür.

Toprak solunumu (CO₂)'nun en yüksek değerleri; 60. günde gram kuru toprak başına 70.775 µg h⁻¹ ile humik asitli koşullarda A uygulamasında, 90. günde 25.493 µg h⁻¹ ile humik asitsiz koşullarda A uygulamasında ve 120. günde 11.055 µg CO₂ h⁻¹ ile humik asitli koşullarda K uygulamasında görülmüştür. En düşük solunum değerleri ise; 60. günde 11.255 µg CO₂ h⁻¹ ile humik asitli koşullarda D uygulamasında görülmüş olup, 90. günde bu değer 17.443 µg CO₂ h⁻¹ ile humik asitsiz koşullarda K uygulamasında görülmüştür. 120. Günde ise 6.880 µg CO₂ h⁻¹ ile en düşük solunum değerleri humik asitli koşullarda D uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Toprak solunumu mikroorganizma faaliyetlerinin bir sonucu olup toprak tipi, toprak nemi, toprak organik maddesi ve toprak sıcaklığı gibi birçok faktöre göre değişir (Anderson ve Domsch, 1973; Orchard ve Cook, 1983; Lloyd ve Taylor 1994; Luo ve Zhou, 2010; Qin ve ark. 2019). Ergün (2017), fındık biyoçarı uygulamasının toprakta CO₂ değerlerini etkileyebildiğini ve günlük ortalama 11.77 mg CO₂ 100 g⁻¹ CO₂ üretildiğini belirtmiştir. Ordu ilindeki fındık bahçelerinde yapılan çalışmada (Ay ve Kızılkaya, 2021) alınan toprakların CO₂ üretimlerinin 0.04-0.23 ml CO₂ 100g⁻¹ saat⁻¹ arasında değiştiği belirtilmiştir. Toprakların CO₂ üretimleriyle ilgili araştırmacıların gün-saat, gram-mikrogram, gram başına veya 100 gram başına CO₂ üretimi gibi farklı ifadeler ve yorumlama metot farkları da en az toprak şartları kadar tartışmayı zorlaştırmaktadır.

Üreaz (EC 3.5.1.5) üreyi sübstrat olarak kullanarak amonyak ve karbondioksit dönüştüren ve kofaktörü Ni⁺² olan bir enzimdir (Alef ve Nannipieri, 1995). Üreaz enzim aktivitesi doğada g toprakta 0.14 ile 14.3 µmol NH₃-N h⁻¹ arasında değişmekle beraber (Nannipieri ve ark., 2002; Kandeler ve ark., 2011) toprakların pH, kireç, tuz, organik madde, yağışlar ve toplam azot miktarı gibi; genel toprak özelliklerine göre değişebildiği ifade edilmektedir (Kızılkaya ve ark., 1998; Zornoza ve ark., 2006; Kandeler ve ark., 2011). Çalışmamızdaki üreaz enzimi değişimleri örnekleme zamanı HA ve MGU ele alınarak incelendiğinde 60. günde en yüksek değerler HA⁻ koşullarda gram kuru toprak bazında 200.35 µg NH₃-N h⁻¹ ile A uygulaması ve 211.45 µg NH₃-N h⁻¹ ile B uygulamasında ölçülmüştür. HA⁺ koşullarında ise bu değerler 202.05 µg NH₃-N h⁻¹ ile A uygulamasında ve 214.02 µg NH₃-N h⁻¹ ile C uygulamasında görülmüştür. En düşük üreaz enzim aktiviteleri ise 60. günde HA⁻ koşullarında 54.05 µg NH₃-N h⁻¹ ile yine K uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Toprakta üreaz enzim aktivitelerinin farklı uygulamalara, farklı topraklara ve zamana göre farklı seviyelerde elde edildiği görülmektedir (Li ve ark., 2019; Hou ve ark., 2021; Wang ve ark., 2022). Zhou ve ark. (2022), kumlu bir toprakta bentonit ve HA uygulaması yaptıkları çalışmalarında uygulamaların 3-5. yılları arasında üreaz enzim aktivitesini artırdığını ifade etmişlerdir. Türkmen ve ark. (2013) Çanakkale Biga şartlarında yaptıkları mera çalışmasında, uygulamalar arasında ve derinlik bazında önemli farklar olduğunu ve üreaz miktarlarının 30-43 mg NH₃-N 100 g⁻¹ toprak h⁻¹ seviyelerinde değiştiğini bildirmişlerdir. Buğday bitkisi altındaki topraklardan farklı zamanlarda ve derinliklerde alınan örneklerinde üreaz enzim aktivitesi analizleri de yapılmış ve buğdayın sapa kalkma döneminde en yüksek enzim değerlerine

ulaşarak toprakta derinlik artıkça üreaz enzim aktivitesinin azaldığı ifade edilmiştir (Erdel, 2021). Topraklarda üreaz enzim aktiviteleri değişken seviyelerde bulunmakta ve bu değişkenlik toprakların temel özellikleri yanında yapılan uygulamalardan da kaynaklanmaktadır. Çalışmamızla ilişkilendirilebilecek ve tartışabileceğimiz aynı topraklar (ÇOMÜ Ziraat Fakültesi dardanos araştırma ve uygulama çiftliği toprakları) üzerinde üreaz enzim aktivitelerinin yapıldığı bir çalışmada (Parlak ve ark., 2017) farklı bitki deseni altındaki topraklarda enzim aktivitelerinin bitki desenine ve toprak derinliklerine göre değişmekle birlikte yaklaşık 30-60 mg NH₃-N 100 g⁻¹ kuru toprak h⁻¹ değerleri arasında değiştiği bildirilmiştir.

Enzimlerin topraklarda en büyük kaynağı mikroorganizmalar (Karaca ve ark., 2011) olup katalaz stabilitesi oldukça yüksek (Alef ve Nannipieri, 1995) enzimlerdendir. Çalışmamızda katalaz enzim aktivitesi incelendiğinde 60 ve 120. günlerdeki MGU x HA interaksiyonlarının önemli olduğu, sadece 90. gündeki interaksiyonun önemsiz olduğu görülmektedir. Veriler ele alındığında en yüksek katalaz aktivitesi 60. günde HA eşliğindeki D uygulamasında (6.901 mg O₂ 5g kuru toprak 3dk⁻¹) görülmüş; sırasıyla 90. günde HA uygulanmayan B uygulamasında (5.220 mg) ve 120. günde yine HA yokluğunda B uygulaması yapılan topraklardan (4.346 mg) elde edilmiştir. En düşük katalaz enzim aktiviteleri 60. günde HA⁺ şartlarında kontrol uygulamasında (4.913 mg O₂ 5g kuru toprak 3dk⁻¹) elde edilmişken; 90. günde HA⁺ durumunda D uygulamasında (3.85 mg) görülmüştür. Katalaz enziminde HA⁺ veya HA⁻ farketmeksizin 120. gün değerlerinde hiçbir uygulama arasında istatistiksel fark olmamıştır. Ancak bu örnekleme döneminde en düşük katalaz aktivitesi değerleri HA⁺ şartlarında 3.139 mg O₂ değerinde; HA⁻ şartlarında A uygulamasında aynı değerde ölçülmüştür (Çizelge 2). Katalaz enzim aktivitesi mikrobiyal aktiviteye dolayısıyla da toprak sıcaklığı, oksijen, toprak nemi ve besin maddeleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir (Kandeler, 2015). Katalaz enzim aktivitesinin toprak işleme ile değiştiği (Erdel, 2021), topraklardaki organik madde seviyesi ile yakından ilişkili olduğu (Durmuş ve ark., 2011) ve toprakların N, P, K gübreleri ile katalaz aktivitesinin arttığı (Durmuş ve ark., 2011; Kandeler, 2015) tarafından ifade edilmiştir. Konya şartlarında tuzlu topraklarda yapılan bir çalışmada (Yıldırım, 2010) katalaz enzim aktivitelerinin genel olarak 1.13-7.33 mg O₂ 5g⁻¹ kuru toprak 3dk⁻¹ arasında değiştiği ifade edilmiştir. Zhou ve ark. (2022), kumlu toprakta bentonit ve HA uygulaması yaptıkları çalışmada 3-5. yıllar arasında uygulamaların katalaz enzim aktivitesini artırdığını ifade etmişlerdir. Erdel (2021), yaptığı çalışmada buğday bitkisi altındaki topraklardan farklı zamanlarda ve derinliklerde aldığı örneklerde katalaz enzim aktivitesi analizlerini yapmış ve katalaz enzimindeki değişimlerin bitki gelişim periyodu boyunca önemsiz derecede değişimler gösterdiğini, ancak toprak derinliğinin artmasıyla katalaz aktivitesinin düştüğünü bildirmiştir. Türkmen ve ark. (2013) Biga (Çanakkale) şartlarında yaptıkları mera çalışmasında, uygulamalar arasında ve derinlik bazında inceledikleri enzim aktivitelerinde önemli farklar olduğunu ve katalaz enzim aktivitesi sonuçlarının 3.72 -7.42 mg O₂ 5 g toprak 3 dk⁻¹ seviyelerinde değiştiğini, Anamur ve Türkmen (2021) ise Bayramiç (Çanakkale) şartlarında yaptıkları çalışmada 0-30 cm derinlikteki topraklarda HA uygulamalarının katalaz enzim aktivitesine olumsuz etkileri olduğunu ve katalaz enzim aktivitelerinin HA dozları arttıkça azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı gibi topraklarda katalaz enzim aktiviteleri değişken seviyelerde bulunmakta ve bu değişkenlik toprakların temel özellikleri yanında yapılan uygulamalardan da kaynaklanmaktadır. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dardanos araştırma ve uygulama çiftliği toprakları üzerinde katalaz enzim aktivitelerinin de incelendiği bir çalışmada (Parlak ve ark., 2017) farklı bitki örtüsü altındaki topraklarda ve farklı derinliklerde katalaz enzim aktivitelerinin değişken olduğunu bildirmişlerdir. Bu topraklarda daha önce HA ve MGU yapılarak topraktaki enzim aktivitesi özelliklerinin incelendiği başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Alkali fosfataz enzimi (EC 3.1.3.1), organik fosforun hidrolizini katalizlediği (Nannipieri, 1994) için tarımsal üretim açısından çok önemli bir enzimdir. Çalışmamızda HA ve MG uygulamalarının organik karakterli olması ve denemede kullanılan toprak özellikleri Aft enzim aktivitesi analizinin yapılmasını gerektirmiştir. Alkali fosfataz enzim aktiviteleri kuru toprak bazında inkübasyonun 60. günde en yüksek değerler HA⁻ koşullarda 232.2 µg p-NP g toprak⁻¹ 24 h⁻¹ ile D uygulamasında iken, 90 günde HA⁺ koşullarda 236.37 µg p-NP g toprak⁻¹ 24 h⁻¹ ile A uygulamasında olmuştur. İkinci örnekleme (120. gün) döneminde en yüksek Aft aktivitesinin humik asitsiz koşullarda 241.45 µg p-NP g toprak⁻¹ 24 h⁻¹ ile D uygulamasında olduğu görülmüştür. İlk örnekleme döneminde en düşük Aft değeri HA⁺ koşullarda 134.10 µg p-NP g toprak⁻¹ 24 h⁻¹ ile A uygulamasında elde edilmişken, 90. günde HA⁻ koşullarda 155.27 µg p-NP g toprak⁻¹ 24 h⁻¹ değeriyle B uygulamasında

görülmüştür. Son örneklemelelerde (120. gün) HA⁻ koşullarda 167.13 µg p-NP g toprak⁻¹ 24 h⁻¹ ile A uygulamasında Aft aktivitesi olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Yapılan çalışmalara göz attığımızda; Sun ve ark. (2020), 70 günlük inkübasyon çalışmasına göre uyguladıkları HA'in farklı fraksiyonlarının özellikle asit ve alkali fosfataz aktivitelerini arttırdığını bildirmişlerdir. Okur ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmada alkali fosfataz aktivitelerinin 306.23 - 475.11 µg p-NP g⁻¹ h⁻¹ arasında değiştiği belirtilmiştir. Urfada mısır yetiştirilen topraklarda yapılan bir başka çalışmada (Küçük ve Cevheri, 2018) alkali fosfataz enziminin 7.04-82.04 µg p-NP g kuru toprak⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir. Kravkaz Kuşçu (2019) alkali fosfatazın toprağın biyolojik özelliklerine göre olumlu veya olumsuz yönde etkilenebileceğini ve ksenobiyotikler (yapay kirleticiler) gibi antropojenik etkilerin alkali fosfataz enzim aktivitesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Erdel (2021) buğday bitkisi altındaki topraklardan farklı zamanlarda ve derinliklerde aldığı örneklerde alkali fosfataz enzim aktivitesinin buğdayın sapa kalkma döneminde en yüksek değerlerine ulaştığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere toprakta alkali fosfataz enzim aktiviteleri çok değişken olan toprak özellikleri yanında toprağa uygulanan materyallere göre de farklı aktiviteler sergilemektedir. Çalışmamızda elde edilen alkali fosfataz enzim aktivitesi değerleri önceki çalışmalara benzer aralıklarda elde edilmiş ancak ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dardanos araştırma ve uygulama çiftliği toprakları üzerinde alkali fosfataz enzim aktivitelerinin HA ve MGU uygulamaları yapılarak incelendiği benzer başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

β-Glikozidaz enzimi (EC 3.2.1.21) karbon döngüsünde çok önemli rolü olan ve karasal ekosistendeki organik bileşiklerden en çoğu olan selülozun parçalanmasında yer alan anahtar roldeki bir enzimdir (Steger ve ark., 2010). β-Gli enzimi toprakta maltoz ve sellobiyozun hidrolizinde katalizör olarak görev yapar. Bu yönüyle β-Gli enzimi toprakların organik madde içeriğindeki değişikliklerin güvenilir bir göstergesi (Bell ve ark., 2010; Kandeler, 2015) olarak kullanılabilir. Çalışmamızda HA kullanılması ve bunun farklı MGU eşliğinde yapılması β-Gli enzimini izlememiz gereğini ortaya koymuştur. Bu nedenle çalışmamızdaki her üç dönemde de yapılan β-Gli analiz sonuçları incelenerek tartışılmıştır. İlk örnekleme döneminde (60. gün) en yüksek β-Gli enzimi HA⁺ koşullarda gram kuru toprak başına 54.32 µg p-NP 24 h⁻¹ ile C uygulamasında görülmüşken; 90. günde HA⁺ koşullarda 48.83 µg p-NP 24 h⁻¹ değeri ile K uygulamasında olmuş ve 120. günde yine HA⁺ koşullarda 36.140 µg p-NP 24 h⁻¹ ile yine K uygulamasında görülmüştür. İlk örneklemede (60. gün) en düşük değer ise HA⁻ koşullarda 31.390 µg p-NP 24 h⁻¹ ile A uygulamasında görülmüşken, 90. günde HA⁻ koşullarda 25.705 µg p-NP 24 h⁻¹ ile B uygulamasında ve 120. günde ise yine HA⁻ koşullarda 27.377 µg p-NP 24 h⁻¹ ile C uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Çalışmamızdaki β-Gli aktivite değerleri, önceki çalışmalardan farklı konular, farklı topraklar ve farklı uygulamalardan elde edilmesine rağmen benzer aralıklarda elde edilmiştir (Kızılkaya ve ark., 1998; Laic ve ark., 2002; Turgay ve ark., 2004; Tamer ve Karaca, 2006; Karaca ve ark., 2006; Günal ve ark., 2018; Tamer ve Namlı, 2018). Çalışmamızın yapıldığı topraklarda β-Gli enzim aktivitelerinin incelendiği tartışabilecek başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Dehidrogenaz enzim (EC 1.1.1) aktivitesinin herhangi bir ekosistemdeki toplam mikrobiyal aktivitenin bir ölçüsü olarak kullanılabilmesi belirtilmektedir (Casida, 1977). Çalışmamızda HA ve MGU sonrası diğer toprak biyolojik aktiviteleri yanında Dhg enzim aktivitesi analizi de mikrobiyal aktivitenin bir ölçütü olarak yapılmıştır. Çalışmamızda en yüksek Dhg enzim aktivite değerleri HA⁺ koşullarda gram kuru toprak başına 14.555 µg TPF 24 h⁻¹ ile 60. günde, 11.56 µg TPF 24 h⁻¹ ile 90. Günde ve 9.341 µg TPF 24 h⁻¹ ile 120. günde HA⁺ koşullarda A uygulamasında görülmüştür. Elde edilen en düşük Dhg enzim aktiviteleri ise g kuru toprak başına HA⁻ koşullarında 5.687 µg TPF 24 h⁻¹ ile 60. gün, 5.268 µg TPF 24 h⁻¹ ile 90. gün ve 5.046 µg TPF 24 h⁻¹ ile 120. günde yine A uygulaması yapılan topraklardan elde edilmiştir (Çizelge 2). Dehidrogenaz enzimiyle ilgili ülkemizdeki bazı çalışmalarda farklı konular, topraklar ve bulgulardan bahsedilmektedir. Çalışmamızda elde edilen dehidrogenaz enzim aktivitesi değerleri genel olarak önceki çalışmalara benzer aralıklarda elde edilmiştir (Okur ve ark., 2007; Kızılkaya, 2008; Durmuş ve Kızılkaya, 2016; Kızılkaya ve ark., 2019; Özdemir ve ark., 2018). Çalışma topraklarımızda dehidrogenaz enzim aktiviteleri genel olarak HA uygulanmasıyla olumlu etkilenmiş bu durum Okur ve ark. (2007)'nin leonardit, HA ve Biofarm uyguladığı çalışma sonuçlarıyla uyusmaktadır.

Toprakta özellikle suya dayanıklı agregatların yüksekliği toprakta verimliliğin korunması (erozyona dayanma) ve sürdürülebilir tarımın sağlanması ile ilgili çok önemli bir fiziksel toprak özelliğidir (Brevik ve ark., 2015). Toprak partiküllerinin kararlı mikro-agregatlar oluşturmak için

organik kolloid, inorganik kolloid ve organik-inorganik kompleksler ile çimentolandığını; bunu sağlamada ise mikroorganizmaların, ürün artıkları, polisakaritler, bitki kökleri ve köklere bağlanan mikorizal hifler gibi geçici çimentolayıcıların etkisinin büyük olduğu ve agregatları bu tür yapıların oluşturduğu ifade edilmiştir (Gao ve ark., 2021). Çalışmamızda 60. günde en yüksek suya dayanıklı Ast değerleri HA^- koşullarda %67.15 ile A uygulamasında ve HA^+ koşullarında %64.79 ile C uygulamasında görülmüştür. En yüksek değerler 90. günde yine HA^- koşullarda %49.07 ile A yine uygulamasında ve %48.22 değeriyle de B uygulamasında görülmüştür. HA^- yokluğunda 120. günde %58.09 ile A uygulaması suya dayanıklı agregat yüzdesi verdiği görülmüştür. Toprakta agregat stabilitesi'nin düşük değerleri ele alınınca 60. günde HA^+ koşullarda %43.07 ile K uygulamasında görülmüştür. Bu değerler 90. günde HA^+ koşullarda %34.47 ile D uygulamasında görülmüştür. HA^+ koşullarda 90. gündeki düşük değerler ise %32.87 ile K uygulamalarında görülmüştür. HA^- koşullarda 120. gündeki düşük değer %41.68 ile C uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Toprakta Ast ile ilgili birçok çalışmaya göre; toprağın temel özellikleri ve yapı taşlarına göre agregat dayanıklılığının değiştiği ifade edilmektedir (Andrews ve Carroll, 2001; Yılmaz ve ark., 2005; Huang ve Xu, 2010; Brevik ve ark., 2015; Gao ve ark., 2021). Çalışmamızda elde edilen Ast değerleri genel olarak önceki çalışmalara (Canbolat, 1992; Haynes ve Beare, 1997; Albiach ve ark., 2001; Yılmaz ve ark., 2005-2008; İç ve Gülser, 2008; Turgut ve Aksakal, 2010; Sarı ve Öztaş, 2017; Göçük ve Demir, 2021; Gümüş, 2019; Kızılkaya ve ark., 2019) benzer aralıklarda elde edilmiştir.

Azot doğada canlılar için karbon, oksijen ve hidrojenen sonra en çok gerekli olan (Galloway ve ark., 2008) ve atmosferde en çok bulunan elementtir. Azot atmosferden sonra en çok karasal ekosistemde bulunmakta ve toplam azot fiksasyonunun yarısından antropojenik olaylar sorumluyken, diğer yarısından doğal mikroorganizmalar sorumludur (Fowler ve ark., 2013). Toprağa fikse olan azotun bitkiler tarafından alınabilmeleri açısından amonyum ve nitrat bileşikleri halinde bulunmalıdır (Kacar, 2009; Zhang ve ark., 2020-2021). Çalışmamızda topraklardan ekstrakte edilen NH_4 değişimleri örnekleme dönemlerine göre incelenmiş ve ilk örneklemede (60. gün) en yüksek değerler HA^+ koşullarında sırasıyla $4.020 \mu g g^{-1}$ ve $4.186 \mu g g^{-1}$ değerleri ile A ve B uygulamalarında görülmüştür. 90. günde HA^- koşullarda $2.789 \mu g g^{-1}$ ile A uygulamasında ve HA^+ koşullarda $2.823 \mu g g^{-1}$ ile B uygulamasında görülmüştür. 120. günde ise $4.727 \mu g g^{-1}$ değeri ile A uygulamasında olduğu görülmüştür. En düşük NH_4 miktarları 60. günde hem HA^- koşullarda sırasıyla $0.380 \mu g g^{-1}$ ile kontrol uygulamasında görülmüşken, 90. günde HA^+ koşullarda $1.346 \mu g g^{-1}$ ile K uygulamasında olmuştur. Amonyum miktarları 120. günde HA^+ koşulda $0.739 \mu g g^{-1}$ değeri ile yine K uygulamasında görülmüştür. Nitrat bakımından ise çalışmamızdaki en yüksek ve en düşük değerler ele alındığında 60. günde en yüksek değer HA^- koşullarda $5.227 \mu g g^{-1}$ ile B uygulamasında iken, 90. günde HA^+ koşullarda $4.716 \mu g g^{-1}$ ile B uygulamasında görülmüştür. Bu değer 120. günde ise HA^- koşullarda $5.057 \mu g g^{-1}$ ile C uygulamasında görülmüştür. En düşük değerler 60. günde HA^+ koşullarda $0.739 \mu g g^{-1}$ ile K uygulamasında iken, 90. günde HA^- koşullarda $1.079 \mu g g^{-1}$ ile B uygulamasında olmuş ve 120. günde ise HA^- koşullarda $2.557 \mu g g^{-1}$ ile A uygulaması ve HA^+ koşullarda $2.5568 \mu g g^{-1}$ ile D uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Topraklarda azot çok dinamik bir element olup, toplam ve ekstrakte edilebilir amonyum ve nitrat değerleri toprağın birçok özelliğine göre değişmekte (Maynard ve ark., 1993; Bellitürk ve ark., 2007; Kacar, 2009; Günel ve ark., 2017; Erdil ve ark., 2018; Aydın ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2021) ve çalışmamızda elde edilen değerlerle kısmen örtüşmektedir. Çalışmamızda elde edilen değerlerle bildirilen değerlerin benzeşme durumunun nedeni olarak; çalışmamızın diğer çalışmaların farklı topraklarda, farklı ekstraksiyon metotlarıyla elde edilmeleri ve toprağa yapılan farklı uygulamalar olduğu düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada; son yıllarda tarımsal üretimde kullanımı giderek artan BGTB'lerden üç mikrobiyal preparat yerli bir humik asit eşliğinde veya humik asit verilmeden topraklara uygulanmıştır. Bu topraklardan kontrollü inkübasyon şartlarında 60., 90. ve 120. günlerde örnekler alınarak; Üre, Kat, Dhg, Aft ve B-Gli enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Her üç dönemde alınan bu topraklarda aynı zamanda mikrobiyal solunum, mezofil aerobik mikroorganizma sayıları, amonyum, nitrat ve suya dayanıklı agregat stabilitesi analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının humik asit ve mikrobiyal gübre uygulamalarına bağımlı değişkenlikleri her üç örnekleme döneminde de istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; her üç örnekleme döneminde HA ve

MGU'nun tek başlarına veya birlikte uygulandıklarında incelenen toprak özellikleri üzerine etkileri farklı derecelerde görülmüştür.

HA uygulamasının tek başına; Kat, B-Gli ve NH₄, özelliklerine etkisi 60. günde önemsiz olmuşken; yalnız MGU uygulamalarıyla incelenen tüm toprak özelliklerinin değişimi önemli olmuştur. HAXMGU interaksyonunu dikkate alındığında yine tüm özelliklerin değişimi önemli olmuştur. İkinci dönemde tek başına MGU'ya göre Aft değişimleri önemsiz olmuşken; HAXMGU'nda yalnızca Kat. değişimleri önemsiz, diğer tüm özellikler önemli olmuştur. Üçüncü örneklemede ise HA uygulamasıyla CO₂, Aft ve B-Gli değişimleri önemsizken; diğer özellikler önemli olmuştur. Bu dönemde MGU tek başına ve HAXMGU'nda yine tüm özelliklerin değişimi önemli olmuştur. Tüm sonuçlar ele alındığında; her üç örnekleme döneminde HA ve MGU'nun tek başlarına veya birlikte uygulanmalarının incelenen toprak özellikleri üzerine farklı seviyelerde ve olumlu veya olumsuz yönde olmuştur. Bu tür uygulamaların genel anlamda toprak biyolojik özelliklerini ve toprak kalite özelliklerini iyileştirmeleri yönüyle teşvik edilmesi gerektiği belirtilebilir.

Günümüz koşullarında ülkemiz topraklarındaki organik madde miktarının düşük olması sürdürülebilir toprak verimliliği açısından büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilirliğin sağlanması için HA ve benzeri organik maddelerin topraklara verilmesi toprağın organik kısmının ve dolayısıyla da mikrobiyal biyokütlesinin artırılmasını teşvik edilebilir. Ancak topraklara katılacak organik madde kaynaklarının son yıllarda kullanımı giderek artan mikrobiyal gübrelere birlikte uygulanmaları, organik maddelerin mikrobiyal gübrelere etkileri ve farklı bitkilerin verim özelliklerine etkilerinin detaylı bilinmesi gerekmektedir. Bunun için çalışmamıza benzer bilimsel çalışmaların artırılarak önce inkübasyon, sonra sera, sonra da tarla denemeleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

Ayrıca çeşitli organik ve mikrobiyal materyaller kullanılarak farklı bakış açılarıyla kurgulanmış verim artıran çalışmaların ticari gübrelere birlikte kullanım olanakları ekonomik açıdan sorgulanmalıdır. Sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından gerek ülkemizde gerekse dünyada bu tür çalışmalar artırılmalı ve çeşitli mikroorganizmalar insanlığın hizmetine sunulmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2020-3429 Proje numarasıyla desteklenen Furkan ETEM'in Yüksek Lisans tez çalışması verilerinin bir kısmından üretilmiştir. İlgili kuruma desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

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

- Adeleke, B.S., Babalola, O., 2021. Roles of Plant Endosphere Microbes in Agriculture-A Review. *Journal of Plant Growth Regulation*. 1-18.
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., Ingelmo, F., 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendments to a horticultural soil. *Bioresource technology*. 76(2): 125-129.
- Alef, K., Nannipieri, P., 1995. Enzyme activities. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*, 311-373. Academic Press, London, UK.
- Allison, L.E., Moodie, C.D., 1965. Carbonate. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. 9: 1379-1396.
- Anamur, F., Türkmen, C., 2019. Sıvı Humik Asit Uygulamalarının Bayramiç Beyazı Nektarin Çeşidinin (*Prunus persica* var. *nucipersica*) Beslenmesi ve Bazı Toprak Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 8(4): 1035-1047.
- Anderson, J.P.E., Domsch, K.H., 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil biology and biochemistry*. 10(3): 215-221.
- Anderson, J.P.E., Domsch, K.H., 1973. Quantification of bacterial and fungal contributions to soil respiration. *Archiv für Mikrobiologie*. 93(2): 113-127.
- Andrews, S.S., Carroll, C.R., 2001. Designing a soil quality assessment tool for sustainable agroecosystem management. *Ecological Applications*. 11(6): 1573-1585.
- Anonim, 2018. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı "Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik. 23 Şubat 2018 tarih ve 30341 sayılı T.C. Resmi Gazete.
- Ay, A., Kızılkaya, R., 2021. Ordu ve Giresun illerindeki fındık bahçelerinin toprak özellikleri ile biyolojik özellikleri arasındaki ilişkiler. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 9(1): 71-78.

- Aydın, H.R., Kural, F., Arın, A., Yaylacı, C., Coşkan, A., 2018. Leonardit uygulamasının nitrifikasyon ve nitrat amonifikasyonu üzerindeki etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, 429-434, 2018.
- Beck, T.H., 1971. Die Messung Katalasen Aktivitaet Boden Z. Pflanzenernaehai Sodek. 130: 68–81.
- Bell, T.H., Klironomos, J.N., Henry, H.A.L., 2010. Seasonal responses of extracellular enzyme activity and microbial biomass to warming and nitrogen addition. *Soil Biol Biochem.* 74:820–828.
- Bellitürk, K., Danışman, F., Yılmaz, F., 2007. Üre uygulamasının topraklarda amonyum ve nitrat oluşumuna etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi.* 22(1): 64-72.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Agronomy Journal. 43:434-438.
- Bremner, J.M., 1965. İnorganic forms of nitrogen In: C.A. Black et al(ed). *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy* 9:1179-1237. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Brevik, E.C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J.N., Six, J., Van Oost, K., 2015. The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil.* 1(1): 117-129.
- Canbolat, M.Y., 1992. Toprağa organik materyal ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 23(2): 113-123.
- Casida, Jr.L.E., 1977. Microbial metabolic activity in soil as measured by dehydrogenase determinations. *Applied and Environmental Microbiology.* 34(6): 630-636.
- Chen, Y., Aviad, T., 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. In *Humic Substances in Soil and Crop Science; Selected Readings American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.* Madison, pp. 161-189.
- Çakmakçı, R., 2005. Bitki Gelişiminde Fosfat Çözücü Bakterilerin Önemi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences.* 19(35): 93-108.
- Çakmakçı, R., 2019a. A Review of Biological Fertilizers Current use, New Approaches, and Future Perspectives. *International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology.* 5(7).
- Çakmakçı, R., 2019b. The Variability of the Predominant Culturable Plant Growth-Promoting Rhizobacterial Diversity in the Acidic Tea Rhizosphere Soils in the Eastern Black Sea Region. *Alinteri J. of Agriculture Sciences.* 34(2): 175-181.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, U., 2005. *Organik Tarım. Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Ders Yayınları, (2).*
- Çakmakçı, R., Kotan, R., Atasever, A., Erat, M., Türkyılmaz, K., Sekban, R., Haznedar, A., 2017. Çayda besin alımı, gelişme, enzim aktivitesi ve verimim artırılması için farklı bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin birlikte aşılmasının etkinliği. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi.* 26 (1): 86–91.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., Şahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology & Biochemistry.* 38 (6): 1482-1487.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2010. Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. *Plant and Soil.* 332: 299–318.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü., Dönmez, M.F., 2007. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. *J. of Pl. Nutr. and Soil Sci.* 170: 288–295.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdoğan, Ü., Şahin, F., 2009. Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology.* 84: 375–380.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Kotan, R., Oral, B., Dönmez, F., 2008. Çoruh vadisinde yabani ahududu rizosfer topraklarında heterotrof azot fikseri bakteri çeşitliliği 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008 Konya, 706-717.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Atasever, A., Kotan, R., Erat, M., Varmazyari, A., Türkyılmaz, K., Haznedar, A., Sekban, R., 2014. Development of plant growth-promoting bacterial based bioformulations using solid and liquid carriers and evaluation of their influence on growth parameters of tea. 9th International Soil Science Congress on the Soul of the Soil and Civilization, 14-16 October 2014, Side, Book of Proceedings, 801-808.
- Çakmakçı, R., Kantar, F., Şahin, F., 2001. Effect of N₂-fixing Bacterial Inoculations on Yield of Sugar Beet and Barley, *Journal of Plant Nutrition and Soil Sci.* 164: 527-531.
- Çimrin, K., 2011. Arıtma Çamuru ve Humik Asit Uygulamalarının Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinin Gelişimi, Besin Elementi ve Ağır Metal İçerikleri ile Bazı Toprak özellikleri üzerine Etkileri. *Journal of Agricultural Sciences.* 17 (3): 204-216.

- Durmuş, M., Kızılkaya, R., 2016. Kombu çayı (Kombucha) ve kombu çayı üretim artışı karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesi üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 4(2): 75-82.
- Durmuş, M., Erkoçak, A., Kızılkaya, R., Dengiz, O., 2011. Alüviyal Araziler Üzerinde Oluşan Farklı Toprakların Katalaz Enzim Aktivitelerindeki Değişimin Belirlenmesi. Prof. Dr. Nuri Munsuz Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu, 2011. Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, (pp 153–159).
- Eivazi, F., Tabatabai, M.A., 1988. Glucosidases and galactosidases in soils. *Soil Bio. and Bioch.* 20(5): 601-606.
- Ekin, Z., 2019. Integrated Use of Humic Acid and Plant Growth Promoting Rhizobacteria to Ensure Higher Potato Productivity in Sustainable Agriculture. *Sustainability*. 11(12): 3417.
- Erdel, E., 2021. Farklı Toprak İşleme Sistemlerinde Yetiştirilen Buğday Bitkisinin Farklı Gelişim Dönemlerinde Toprakların Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 11(4): 3243-3253.
- Erdil, A., Horuz, A., Korkmaz, A., Akınoğlu, G., 2018. Topraklarda amonyum fiksasyonu ve etkileri. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 1(1): 17-28.
- Ergün, Y.A., 2017. Biyokömür ve ahır gübresi uygulamalarının topraktaki bazı enzim aktivitelerine, CO₂ üretimine, besin elementi içeriğine ve domates bitkisinin gelişimine etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Fatimah, N., Dar, S.A., Ashraf, S., Rashid, S., Mukhtar, Y., Mir, S.H., 2021. Biofertilizers for Sustainable Agriculture-An Overview. *Journal homepage: http://www.ijcmas.com*, 10(06).
- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M.A., Cape, J.N., Reis, S., Voss, M., 2013. The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 368(1621): 20130164.
- Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Sutton, M.A., 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*. 320(5878): 889-892.
- Gao, Y., Song, X., Liu, K., Li, T., Zheng, W., Wang, Y., Miao, T., 2021. Mixture of controlled-release and conventional urea fertilizer application changed soil aggregate stability, humic acid molecular composition, and maize nitrogen uptake. *Science of The Total Environment*. 789: 147778.
- Goenadi, D.H., Mustafa, A.B., Santi, L.P., 2018. Bioorgano-chemical fertilizers: a new prospecting technology for improving fertilizer use efficiency (FUE). *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 183: 012011,
- Göçük, M., Demir, Y., 2021. Biyokömür ve poliakrilamid'in donma ve çözünme döngüsünde toprakların agregat stabilitesi ve su tutma kapasitesi özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*. 17(2): 286-301.
- Gümüş, İ., 2019. Kabuk bağlama problemi bulunan bir toprağın ıslahına sıvı hümik asit uygulamasının etkisinin inkübasyon çalışmasında belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 7(1): 43-50.
- Günel, E., Erdem, H., Demirbaş, A., 2018. Effects of three biochar types on activity of β -glucosidase enzyme in two agricultural soils of different textures. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 64(14): 1963-1974.
- Günel, E., Erdem, H., Kaplan, A., 2017. Biyokömür İlavasının Toprakta Nitrat ve Amonyum Yıkınmasına Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 21(1): 77-83.
- Haynes, R. J., Beare, M.H., 1997. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biol. and Bioch.* 29(11-12): 1647-1653.
- Hoffmann, Gg., Teicher, K., 1961. Ein Kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Urease Aktivitat in Böden. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde*. 91 (140): 55–63.
- Hou, Y., Zeng, W., Hou, M., Wang, Z., Luo, Y., Lei, G., Huang, J., 2021. Responses of the Soil Microbial Community to Salinity Stress in Maize Fields. *Biology*. 10(11): 1114.
- Huang, C.Y., Xu, J., 2010. *Soil science*. Agriculture Press, Chnia.
- İç, S., Gülser, C., 2008. Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 23(2):104-109.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kacar, B., 2009. *Toprak analizleri* (p. 467s). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kandeler, E., 2015. *Physiological and biochemical methods for studying soil biota and their functions*. Soil microbiology, ecology and biochemistry, 187–222. Elsevier Inc, San Diego, CA, USA.
- Kandeler, E., Poll, C., Frankenberger Jr, W.T., Ali Tabatabai, M., 2011. Nitrogen cycle enzymes. *Methods of soil enzymology*. 9: 211-245.
- Karaca, A., Çetin, S.C., Turgay, O.C., Kızılkaya, R., 2011. Soil enzymes as indication of soil quality. *Soil enzymology*. 119–148. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, D.
- Karaca, A., Turgay, O.C., Tamer, N., 2006. Effects of a humic deposit (gyttja) on soil chemical and microbiological properties and heavy metal availability. *Biology and Fertility of Soils*. 42(6): 585-592.
- Kemper, W.D., Rosenau R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods*, 5, 425-442.

- Kızılkaya, R., 2008. Dehydrogenase activity in *Lumbricus terrestris* casts and surrounding soil affected by addition of different organic wastes and Zn. *Bioresource Technology*. 99: 946-953.
- Kızılkaya, R., Arcak, S., Horuz, A., Karaca, A., 1998. Çeltik tarımı yapılan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 4(3): 797-804.
- Kızılkaya, R., Volkan, D., Dengiz, O., Abdurrahman, A.Y., 2019. Ilgaz dağlarında farklı periglasyal şekiller üzerinde oluşmuş topraklara ait özelliklerin dehidrogenaz enzim aktivitesine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 7(2): 121-127.
- Klute, A., 1986. *Water Retention: Laboratory Methods*. *Methods of Soil Analysis Part 1*. 2nd Ed. Agronomy 9. Am. Soc. Argon., 635-660, Madison, USA.
- Kravkaz Kuşçu, İ.S., 2019. Changing of Soil Properties and Urease – Catalase Enzyme Activity Depending on Plant Type and Shading. *Environmental Monitoring and Assessment*. 191(8): 177–185.
- Küçük, Ç., Cevheri, C., 2018. Şanlıurfa’da Mısır Tarımı Yapılan Tarlalardan Alınan Toprak Örneklerinde Bazı Mikrobiyal Özellikler. *Aksaray University Journal of Science and Engineering*. 2(1): 28–40.
- Laic, C.M., Liu, K.L., Jeng, G.L., Helen, W., 2002. Effects of Fertilization Management on Soil Enzyme Activities Related to the C, N, P and S Cycles in Soils. *Symposium No. 12, S, 1382, Thailand*.
- Li, Y., Fang, F., Wei, J., Wu, X., Cui, R., Li, G., Tan, D., 2019. Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: a three-year experiment. *Scientific rep*. 9(1):1-9.
- Liu, K.L., Lai, C.M., Helen, W., 2002. Soil Enzyme Activities as Indicators Agricultural Soil Quality. *Symposium No. 32, S, 1386, Thailand*.
- Lloyd, J., Taylor, J.A., 1994. On the temperature dependence of soil respiration. *Functional ecology*. 315-323.
- Luo, Y., Zhou, X., 2010. *Soil respiration and the environment*. Elsevier Academic Press, San Diego, CA.
- Maynard, D.G., Kalra, Y.P., Crumbaugh, J.A., 1993. Nitrate and exchangeable ammonium nitrogen. *Soil sampling and methods of analysis*. 1: 25-38.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Çıkkılı, Y., 2014. *Toprak ve bitkide verimlilik analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, ANKARA.
- Nannipieri, P., 1994. The potential use of soil enzymes as indicators of productivity, sustainability and pollution. In: Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR, Grace PR (eds) *Soil biota: management in sustainable farming systems*. CSIRO, Adelaide, Australia, pp 238–244.
- Nannipieri, P., Kandeler, E., Ruggiero, P., 2002. Enzyme activities and microbiological and biochemical processes in soil. *Enzymes in the environment: Activity, ecology and applications*. 1–33. Marcel Dekker Inc., USA.
- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Gülhan, T., Tüzel, Y., 2007. Organik tarımda kullanılan bazı organik gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 44(2): 65-80.
- Olanrewaju, O.S., Glick, B.R., Babalola, O.O., 2017. Mechanisms Of Action Of Plant Growth Promoting Bacteria. *World Journal Of Microbiology And Biotechnology*. 33(11): 1-16.
- Orchard, V.A., Cook, F.J., 1983. Relationship between soil respiration and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry*. 15(4). 447-453.
- Özdemir, N., Gülser, C., Kızılkaya, R., Kop Durmuş, Ö.T., Ekberli, İ., 2018. Farklı pH Değerlerine Sahip Topraklarda Düzenleyici Uygulamalarının Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri. *Atatürk Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 49(1): 21-27.
- Padem, H., Öcal, A., 1999. Effect of humic acid applications on yield and some characteristics of processing tomato. *Acta Horticulturae*. 487:159-164.
- Parlak, M., Turkmen, C., Ozaslan Parlak, A., Akcura, M., Ozkan, N., 2017. Effects of Some Legumes on Physical and Biological Soil Characteristics. *2nd International Balkan Agriculture Congress, Tekirdağ – Turkey*.
- Piccolo, A., Pietramellara, G., Mbagwu, J.S.C., 1997. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. *Geoderma*. 75(3-4): 267-277.
- Qin, K., Dong, X., Jifon, J., Leskovar, D.I., 2019. Rhizosphere microbial biomass is affected by soil type, organic and water inputs in a bell pepper system. *Applied Soil Ecology*. 138: 80-87.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United States Department of Agriculture Handbook. 60:94.
- Sarı, S., Öztaş, T., 2017. Polivinilalkol (PVA) Uygulamasının Strüktürel Stabilité Ölçütleri ve Yüzeysel Akış Kayıpları Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 48(1): 17-24.
- Schulten, H.R., Schnitzer, M., 1998. The chemistry of soil organic nitrogen: a review. *Biology Fertility of Soil*. 26:1-15.
- Soltanpour, P.N., 1991. Determination of nutrient availability and elemental toxicity by AB-DTPA soil test and ICPS. In *Advances in soil science* (pp. 165-190). Springer, New York, NY.

- Stegé, P.W., Messina, G.A., Bianchi, G., Olsina, R.A., Raba, J., 2010. Determination of β -glucosidase activity in soils with a bioanalytical sensor modified with multiwalled carbon nanotubes, *Analytical and Bioanalytical Chem.* 397: 1347–1353.
- Tabatabai, M.A., 1982. Soil Enzymes. In: *Methods of soil analysis part 2. Chemical and Microbiological Properties- Second Edition (Agronomy)*, pp, 903-943, Madison, Wisconsin USA.
- Tamer, N., Karaca, A., 2006. Gıda ve Linyit Uygulamalarının Toprakta Bazı Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences.* 20(38): 14-22.
- Tamer, N., Namlı, A., 2018. Organik ve Organomineral Gübrelerin Toprağın Enzim Aktivitesi İle Buğday Verimi Üzerine Etkileri. *Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiri Kitabı*, s81-96, Editör: Prof. Dr. Engin Kınacı, I. Basım, Mayıs 2018, İstanbul, ISBN: 978-975-7169-89-5.
- Torun, S., 2015. Fosfor çözücü bakteri içeren mikrobiyal gübre uygulamalarının toprağın bazı biyolojik özellikleri ile domates bitkisinin gelişimi ve besin maddesi alımı üzerine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Türkiye.
- Turgay, O.C., Karaca, A., Unver, S., Tamer, N., 2011. Effects of coal-derived humic substance on some soil properties and bread wheat yield. *Communications in soil science and plant analysis.* 42(9): 1050-1070.
- Turgay, O.C., Tamer, N., Türkmen, C., Karaca, A., 2004. Gıda ve Ham Linyit Materyallerinin Toprağın Biyolojik Özelliklerine Etkisini Değerlendirmede Toprak Mikrobiyal Biyokütlesi. 3. Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı, 1. Cilt, S; 827-836, Tokat.
- Turgut, B., Aksakal, E.L., 2010. Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.* 11(1): 1-10.
- Türkmen, C., Sungur, A., 2014. Influence of Humic Acid on Availability of Zn, Cu, Mn, Fe in Soils. *Asian Journal of Chemistry.* 26(13): 3977.
- Türkmen, C., Müftüoğlu, N.M., Kavdır, Y., 2013. Change of some soil quality characteristics under different pasture reclamation methods of rangelands. *Tarım Bilimleri Dergisi, -J. Agric. Sci.* 19: 245-255.
- Uzunboy, N., Türkmen, C., 2018. Kentsel Arıtma Çamurunun Biyobozunur Plastiğin Kütle Kaybına Etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.* 6: 275-280.
- Wang, Q., Zhou, Q., Huang, L., Fu, Y., Hou, D., Feng, Y., Yang, X., 2022. Cadmium phytoextraction through *Brassica juncea* L. under different consortia of plant growth-promoting bacteria from different ecological niches. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 237: 113541.
- Wollum, A.G., 1982. Cultural Methods for Soil Microorganisms. In: A.L. Page et al (Eds), *Methods of Soil Analysis 2 nd Edition, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, SSSA Book Series (9), Madison WI, USA, pp.781-802.
- Yıldırım, E., 2010. Tuzlu topraklarda katalaz enziminin aktivitesi ve kinetiği. Yüksek Lisans Tezi (Master's thesis), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Konya.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., Öktüren, F., 2005. Toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences.* 19(36): 78-86.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z. ve Öktüren, F. (2008). Farklı Organik Materyal Uygulamalarının Toprak Agregatları Üzerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 21(2): 213–222.
- Zhang, S., Chen, S., Fenton, O., Li, Y., Chen, Q., 2021. Enhanced topsoil P leaching in a short term flooded calcareous soil with combined straw and ammonium nitrogen incorporation. *Geoderma.* 402: 115322.
- Zhang, X., Ward, B.B., Sigman, D.M., 2020. Global nitrogen cycle: critical enzymes, organisms, and processes for nitrogen budgets and dynamics. *Chemical Reviews.* 120(12): 5308-5351.
- Zhou, L., Xu, S., Carlos, M.M., Neil, B.M., Zhao, B., Liu, J., Hao, G., 2022. Bentonite-humic acid improves soil organic carbon, microbial biomass, enzyme activities and grain quality in a sandy soil cropped to maize (*Zea mays* L.) in a semi-arid region. *J. Integr. Agric.* 2022(21): 208–221.
- Zornoza, R., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Arcenegui, V., García-Orenes, F., Mataix-Beneyto, J., 2006. Assessing Air-Drying and Rewetting PreTreatment Effect on Some Soil Enzyme Activities Under Mediterranean Conditions. *Soil Biology and Biochemistry.* 38(8): 2125–2134.

Araştırma Makalesi

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) Yaprak Ekstraktının Kök Ur Nematodu'na Karşı Kullanımı

Fatma Gül Göze Özdemir^{1*} 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 3200, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazarın: fatmagoze@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.07.2023

Kabul Tarihi: 06.11.2023

Öz

Bu çalışmanın amacı, *Elaeagnus angustifolia* L. bitkisi metanol ekstraktının *Meloidogyne incognita*'ya karşı toksikolojik potansiyelini *in vitro* ve kontrollü koşullar altında domates üzerinde araştırmaktır. Çalışmada iğde yaprağından elde edilen ekstraktın dört konsantrasyonu [0 (seyreltilmemiş), %25, %50 ve %100 seyreltilmiş] kullanılmıştır. *In vitro*'da 9 ml ekstrakt içeren petrilere 20 adet ikinci dönem larva (L2) ml⁻¹ içeren 1 ml süspansiyon eklenmiştir ve 48 saat sonra ölü bireyler sayılarak ölüm oranı kaydedilmiştir. Kontrollü koşullar altında, nematoda hassas Özkan F1 domates çeşidinde her konsantrasyon için tesadüf parselleri deneme deseninde 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Domates fideleri saksılara şaşırtıldıktan beş gün sonra her saksıya 500 L2 ile nematod inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Nematod inokulasyonundan 24 saat sonra 1000 ppm/saksı iğde yaprağı ekstraktı konsantrasyonlarına göre toprağa uygulanmıştır. Elli gün sonra köklerdeki gal sayısı ve yumurta paketleri sayılmıştır. *In vitro* L2 mortalitesi, iğde metanol yaprak ekstraktının konsantrasyonu seyreltildiğinde azalırken, domates köklerinde ur ve yumurta paketi sayısında artış olmuştur. En yüksek baskılayıcı etki seyreltilmemiş konsantrasyonda bulunmuştur. *Elaeagnus angustifolia* ekstraktının toksik potansiyele sahip olduğu ve kök ur nematodunun kontrolünde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. İğde yaprak ekstraktının nematisit etkisi ilk kez bu çalışmada gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Mücadele, İğde, Kök Ur Nematodu, Methanol, Yaprak Ekstraktı.

Use of Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) Leaf Extract against Root Knot Nematode Abstract

The aim of this study was to investigate the toxicological potential of the methanol extract of *Elaeagnus angustifolia* L. plant against *Meloidogyne incognita* *in vitro* and under controlled condition on tomato. Four concentrations of the extract obtained from oleaster leaves [0 (undiluted), 25%, 50% and 100% diluted] were used in the study. *In vitro*, 1 ml of suspension containing 20 second juvenile larvae (J2) ml⁻¹ was added to petri dishes containing 9 ml of extract, and the mortality rate was recorded after 48 hours by counting the dead individuals. Under controlled conditions, randomized plots of Özkan F1 nematode susceptible tomato cultivar was established in a trial design with 5 replications for each concentration. Five days after the tomato seedlings were transplanted into the pots, nematode inoculation was carried out with 500 J2 in each pot. At 24 hours after nematode inoculation, oleaster leaf extract was applied to the soil at concentrations of 1000 ppm/pot. The number of galls and egg masses were counted on roots after 50 days. *In vitro* J2 mortality was decreased as the concentration of the oleaster methanol leaf extract was diluted, while there was an increase in the number of galls and egg masses on tomato roots. The highest suppressive effect was found at the undiluted concentration. It is concluded that extract of *E. angustifolia* has toxic potential and can be used for the control of root knot nematode. The nematicidal effect of the leaf extract of oleaster was demonstrated for first time in this study.

Keywords: Biological Control, Oleaster, Root Knot Nematode, Methanol, Leaf Extract

Giriş

Meloidogyne incognita, dünyada tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilen domatestede ciddi zararlara neden olan bitki paraziti nematod türüdür. Bulaşık bitkilerde genellikle küçük yapraklarda bodurlaşma ve gündüz solgunluk semptomları görülmektedir. Domatestede kök ur nematodu

mücadelesinde daha çok kimyasal yöntem ve *Mi* geni içeren dayanıklı çeşit tercih edilmektedir (Wang ve ark., 2006; Devran ve ark., 2016). Ancak insan, hayvan ve çevreye verdikleri zararlı etkilerinden dolayı kök-ur nematodları mücadelesinde kullanılan çok amaçlı fumigant ve nematisitlerin birçoğu yasaklanmıştır (Youssef ve ark., 2017; Pardavella ve ark., 2021). Ayrıca doğal olarak yada *Mi* geni taşıyan bitkilerin birkaç nesil boyunca sürekli yetiştirilmesi nedeniyle virülent popülasyonların ortaya çıktığı görülmektedir (Hajihassani ve ark., 2022). Bitkisel kökenli ekstrakt, uçucu yağ veya bileşenlerinin nematod yönetiminde uygulanması çevre dostu stratejiler arasında yer almaktadır. Bitkilerin sekonder metabolitleri, büyük bir biyoaktif madde kaynağı oluşturmakta ve bitki koruma alanında pestisit geliştirme olanağı sunmaktadır (Caboni ve ark. 2015, Pang ve ark., 2021). Son yıllarda dünyada kök-ur nematodlarına karşı bitkisel ekstraktların kullanımı önem kazanmış ve Dünyada ve Ülkemizde bu konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Douda ve ark., 2010; Pavraj ve ark., 2012; Aydın ve Mennan, 2014; Kepenekçi ve ark., 2017).

Elaeagnacea familyasına ait olan *Elaeagnus angustifolia* L. (ığde) dünyada birçok alanda doğal olarak bulunan veya kültüre alınan genellikle küçük kırmızımsı-kahverengi elips şeklinde meyvelere ve keskin uçlu kısa saplı uzun eliptik yapraklara sahip olan çalı türü bir bitkidir. İğde birçok Avrupa kentinde süs ağacı olarak kullanılmasına rağmen, Orta ve Doğu Anadolu'da yenilebilir meyveleri için yaygın olarak yetiştirilmektedir (Cansev ve ark., 2011). Bununla birlikte, kök, ağaç kabuğu, çiçek, yaprak ve meyve gibi bitkinin tüm kısımları gıda, ilaç, parfümeri endüstrileri gibi farklı kullanım alanlarında değerlendirilmektedir (Hassanzadeh ve Hassanpour, 2018). Son çalışmalar ığdenin antioksidan, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antikanser özelliklerine işaret etmektedir (Hamidpour ve ark., 2017). İğde bitkisi flavonoid bileşikler, polisakkaritler, sitosteroller, karotenoidler, kardiyak glikozitler, terpenoidler, kumarinler, fenol karboksilik asitler, aminoasitler, saponinler, karotenoidler, vitaminler ve tanenleri içermektedir (Berkaş ve Çam, 2020). İğde'nin metabolik özütlerinin bakteri, fungus ve zararlılara karşı mücadelede kullanılabileceği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Okmen ve Turkcan, 2013, Bahraminejad ve ark., 2015, Farzaei ve ark., 2015, Khan ve ark., 2016, Anjum ve ark., 2017). Torbati ve ark. (2016), ığde yaprağından elde edilen uçucu yağın ana bileşenlerini E-etil sinamat (%37,27), fitol (%12,08), nonanal (%10,74) ve Z-3-heksenil benzoat (%7,65) olarak bildirmiştir. Ayrıca aynı araştırmacılar böcek öldürücü veya fungus önleyici amaçlarla uygulandığında, insan kullanımı veya memeliler için zararsız bir ürün olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir. Ancak ığdeden elde edilen bitkisel ekstraktlar ile ilgili nematisidal aktivite henüz bildirilmemiştir.

Bu çalışmada ığdenin yaprak ekstraktının *in vitro* ve kontrollü koşullar altında domateste *M. incognita* üzerindeki nematisidal etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

İğde yaprak ekstraktının hazırlanması

İğde yaprakları Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi bünyesinde yer alan Eğitim Araştırma Çiftlik arazisinde bulunan ve herhangi bir uygulamanın yapılmadığı ağaçtan Temmuz, 2022 yılında alınmıştır. Ağacın farklı yerlerinden toplanan yapraklar homojen bir şekilde karıştırılmış, beş g yaprak tartılmış ve konik bir şişeye alınmıştır. Üzerine 80 ml metanol eklenerek 40°C'de 130 rpm'de bir gece çalkalayıcıda bekletilmiştir. Daha sonra üzerine tekrar 80 ml metanol eklenerek aynı işlem dört kez daha tekrarlanmıştır (Vinodhini ve ark., 2019). Beş gün sonunda oluşan yaprak ekstraktı süzülerek süspansiyon konsantresi ayrılmış ve denemeler kuruluncaya kadar +4°C'de buzdolabında bekletilmiştir.

İkinci Dönem Larvaların Elde Edilmesi

Denemede iklim odası koşullarında (24±1 °C, %60±5 nem) kitle üretimi Tueza F1 domates çeşidinde devam ettirilen *M. incognita* ISP izolatu kullanılmıştır. Kitle üretimi yapılan urlu domates köklerinden binoküler mikroskop altında yumurta paketleri çıkarılarak distile su içeren 9 cm petri içerisinde elekler içerisine alınarak 28°C'de üç gün inkübe edilmiştir. Bu şekilde yumurta paketlerinden ikinci dönem larvaların (L2) çıkışları sağlanmıştır. Işık mikroskobu altında L2 sayımları yapılarak efendorf tüpleri içerisine alınmış ve denemede kullanılmak üzere +4 °C'de saklanmıştır (Göze Özdemir ve ark., 2022).

İğde yaprak ekstraktının *in vitro* koşullarda *Meloidogyne incognita*'nın ikinci dönem larvaları üzerindeki nematisidal etkisinin belirlenmesi

Denemede iğde yaprak ekstraktının 4 konsantrasyonu [0 (seyreltilmemiş), seyreltilmiş %25, %50 ve %100] kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde her konsantrasyon için 5 tekerrür olacak şekilde 6 cm çaplı petri kaplarında yürütülmüştür. *Meloidogyne incognita* L2 mortalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için, her bir iğde ekstrakt konsantrasyonundan 9 ml petri kaplarına dökülmüş ve içine yeni yumurtadan çıkmış 20 L2 ml⁻¹ içeren 1 ml süspansiyon eklenmiştir. Dokuz ml steril damıtılmış su içeren petriye bir ml L2 süspansiyonu eklenerek kontrol olarak kullanılmıştır (Vinodhini ve ark., 2019). Kırksekiz saat sonra ışık mikroskopunda sayım yapılmış, nematodlar ince bir iğne ile dokunulduklarında hareket etmezlerse ölü kabul edilmişlerdir. Deneme 2 kez tekrarlanmış ve yüzde ölüm değerleri abbott formülü (m) ile hesaplanmıştır (Finney, 1978). Daha sonra ortalamaları alınarak istatistiki analize tabi tutulmuştur.

$m = 100 (1 - (nt/nc))$ (m = ölüm yüzdesi, nt = uygulamadan sonra canlı nematodların sayısı ve nc = su kontrolündeki yaşayabilirlerin sayısı)

Kontrollü koşullar altında domateste *Meloidogyne incognita*'ya karşı iğde yaprak ekstraktlarının etkisinin araştırılması

Çalışma iklim odası koşullarında (24±1 °C, %60±5 nem) saksılarda, nematoda hassas olduğu bilinen otuzbeş günlük Özkan F1 domates fideleri ile yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde her konsantrasyon için 5 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Olympos Fide (Kumluca, Antalya)'den temin edilen domates fideleri steril 300 g (%68 kum, %21 Silt ve %11 kil) toprak karışımı içeren 250 ml hacime sahip plastik saksılara her tekerrüre 1 domates fidesi gelecek şekilde şaşırtılmıştır. Denemede iğde yaprak ekstraksiyonunun 4 (%0, %25, %50 ve %100) konsantrasyonu ile çalışılmıştır. Şaşırtmadan 5 gün sonra her saksıya 500 L2 gelecek şekilde nematod inokulasyonu gerçekleştirilmiştir (Vinodhini ve ark., 2019). Nematod inokulasyonundan 24 saat sonra iğde yaprağı ekstraktları konsantrasyonlara göre her saksıya 1000 ppm gelecek şekilde toprağa uygulanmış ve iyice karışması sağlanmıştır (Yin ve ark., 2012). Negatif kontrol olarak nematod inokulasyonu yapılmış ve ekstrakt yerine distile su uygulanmış bitkiler kullanılmıştır.

Nematod inokulasyondan 50 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Daha sonra bitkiler sökülüp, bitkinin köklerindeki topraklardan arındırılması için temiz su ile yıkanmış, kökler asit fuksinle boyandıktan sonra gal ve yumurta paketi sayımı yapılmıştır (Moltmann, 1988).

İstatistiksel analiz

In vitro ve kontrollü koşullar altında yürütülen deneme sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS (versiyon 20.0) programı kullanılmış ve ortalamalar arasındaki farkları test etmek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ortalamalar, $P \leq 0.05$ 'te Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Iğde yaprak ekstraktının seyreltilmemiş ve %25 oranında seyreltilmiş konsantrasyonunun *in vitro* koşullarda *M. incognita*'nın L2'leri üzerindeki etkisi sırasıyla %66.0 ve %50.4 bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli saptanmıştır ($P \leq 0.05$). Yüzde 50 ve %100 konsantrasyonlarında seyreltilme ile birlikte L2 üzerindeki etkinin düştüğü görülmüştür. Ölüm üzerindeki etkide konsantrasyonların önemli olduğu belirlenmiştir ($F=55.11, p<0.001$). En düşük konsantrasyonda (%100) L2 üzerindeki ölüm etkisi %15 olarak tespit edilmiştir. Kontrolle kıyaslandığında iğde yaprak ekstraktının tüm konsantrasyonlarının L2 üzerinde etkili olduğu, ancak seyreltilme arttıkça etkinin azaldığı bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Iğde yaprak ekstraktının farklı konsantrasyonlarının ikinci dönem larva üzerinde yüzde ölüm etkisi (%)

Table 1. Percent mortality effect of different concentrations of oleaster leaf extract on second juvenile larvae (%)

| Konsantrasyon | Yüzde ölüm±Standart Hata |
|--------------------|--------------------------|
| 0 (Seyreltilmemiş) | 66.0±3.3 a* |
| %25 | 50.4±2.8 b |
| %50 | 35.4±3.3 c |
| %100 | 15.0±1.9 d |
| Kontrol | - |

*Aynı sütündeki küçük harfler konsantrasyonlar arasındaki istatistiki farkı ifade etmektedir ($P \leq 0.05$).

Kontrollü koşullarda domatestede yürütülen denemede gal ve yumurta paketi sayısı ortalaması en az seyreltilmemiş iğde yaprak ekstraktında saptanırken, en yüksek kontrolde belirlenmiştir. Seyreltme arttıkça domates köklerinde gal ve yumurta paketi sayısı da artmıştır. Ancak kontrolle kıyaslandığında tüm konsantrasyonların gal ve yumurta paketi sayısı üzerinde önemli azaltıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Yüzde 25 ve %50 konsantrasyonlarının gal ve yumurta paketi sayısı ortalamaları aralarında istatistiki fark bulunmamıştır ($P \geq 0.05$). Konsantrasyonların gal ($F=95,06$) ve yumurta paketi ($F=95,94$) sayısına etki ettiği görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. İğde yaprak ekstraktının farklı konsantrasyonlarının domates köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın gal ve yumurta paketi sayısına etkisi
Table 2. Effect of different concentrations of oleaster leaf extract on the number of gall and egg mass of *Meloidogyne incognita* on tomato roots.

| Konsantrasyon | Gal sayısı ortalaması±Standart Hata | Yumurta paketi sayısı±Standart Hata |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0 | 20.4±1.7 a* | 18.2±1.3 a |
| %25 | 42.8±2.8 b | 40.0±3.5 b |
| %50 | 57.0±3.7 b | 56.4±3.2 b |
| %100 | 89.6±3.1 c | 84.8±2.7 c |
| Kontrol | 129.0±10.1 d | 125.4±8.5 d |

**Aynı sütundaki küçük harfler konsantrasyonlar arasındaki istatistiki farkı ifade etmektedir ($P \leq 0.05$).

Bu çalışmada *in vitro* ve kontrollü koşullarda iğde yaprak ekstraktının seyreltilmemiş konsantrasyonunun kök ur nematodu mücadelesinde ümit var olduğu görülmüştür. Mevcut çalışmada *in vitro* da iğde yaprak ekstraktının konsantrasyonu artarken L2 ölüm oranında da artış gözlenmiştir. Kontrollü koşullarda %25 ve %50 konsantrasyonlarının nematoda hassas domates çeşidinin köklerinde oluşan gal ve yumurta paketi üzerindeki etkisi benzer bulunmasına rağmen; sonuçlar değerlendirildiğinde konsantrasyon ile doğru orantılı olarak baskılayıcı etkinin arttığı belirlenmiştir. Köklerde nematodun oluşturduğu yumurta paketi sayısını azaltmada en etkili uygulama seyreltilmemiş iğde yaprağı metanol ekstraktı konsantrasyonu olarak saptanmıştır. Daha önce iğde metabolik özütlerinin bakteri, fungus ve bazı zararlılara karşı kullanılabileceği belirtilmiştir (Okmen ve Turkcan, 2013, Bahraminejad ve ark., 2015, Farzaei ve ark., 2015, Khan ve ark., 2016; Anjum ve ark., 2017). Ayrıca iğdenin doğal ve farmakolojik özellikleri arasında yara iyileştirme, kalp koruyucu, hipolipidemik, antinosiseptif, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antimutajenik ve antitümör ile gastroprotektif aktiviteler rapor edilmektedir (Caliskan ve ark., 2010; Wang ve ark., 2014; Anjum ve ark., 2017). Saboonchian ve ark. (2014) iğdenin çiçek ve yapraklarının yüksek miktarda fenolik ve flavonoid bileşikleri içerdiğini belirlemişlerdir. Fenolik bileşikler sahip oldukları hidroksil grupları sebebiyle elektron ve serbest radikal süpürücü aktivite veya hidrojen atomu verme özelliğine sahiptir. Dolayısıyla, fenolik bileşikler antioksidan aktiviteye doğrudan katkı sağlayabilir (Gupta, 2013). Flavonoidler, genellikle bitki yapraklarında, epidermal hücrelerin vakuollerinde suda çözünür glikozitler olarak bulunan sekonder metabolitlerin bir sınıfıdır (Harborne ve Williams, 2000). Bu bileşikler, mikrobiyal saldırıya yanıt olarak bitki dokularında birikirler (Grayer ve Harborne, 1994; Harborne, 1999).

Bitki ekstraktları nematodlarla mücadelede önemli bir potansiyel teşkil etmektedir. Çok sayıda çalışmada farklı bitki kısımlarının ekstraktlarının nematodlar üzerindeki kaçırıcı ve öldürücü etkileri belirtilmiştir (Kepenekçi ve ark., 2017; Nile ve ark., 2018; Vinodhini ve ark., 2019; Deepika ve Kumar, 2023). Nematisit etkiye sahip bitkiler genel olarak Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae ve Meliaceae familyalarında yer almaktadır (Chitwood, 2002). Elaeagnaceae familyası bitkilerinin nematisidal özelliklerine yönelik Dünyada ve Ülkemizde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu familyaya ait iğdenin yaprak özütünün nematisidal etkisi ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. İğde yaprak metanol ekstraktının kök ur nematoduna karşı etkili bir şekilde kullanılabileceği sonucu ortaya çıkartılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Elde edilen sonuçlardan iğde yaprak ekstraktının seyreltilmemiş konsantrasyonunun kök ur nematodu mücadelesinde kullanılabileceği düşünülmektedir. Bitkisel ekstraktlar çevre dostudur ve

biyoçeşitlilik ve çevre için tehdit oluşturmazlar, bu nedenle insanları kimyasalların yan etkilerinden korumak için kimyasallara iyi bir alternatif olabilirler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder (Makale tek yazarlıdır).

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anjum, S. I., Husain, S., Khan, H. U., Attaullah, M., Rajput, S., Shah, A. H., Shah, A. H., 2017. Toxicity assessment of the methanol extract from *Elaeagnus angustifolia* against larvae of *Drosophila melanogaster* meign (Diptera/Drosophilidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(1): 217-220.
- Aydınlı, G., Mennan, S., 2014. Effect of some plant extracts on *Meloidogyne arenaria* Neal, 1889 (Tylenchida: Meloidogynidae) and tomato. *Turkish Journal of Entomology*. 38(3): 323-332.
- Bahraminejad, S., Amiri, R., Abbasi, S., 2015. Anti-fungal properties of 43 plant species against *Alternaria solani* and *Botrytis cinerea*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 48(4): 336-344.
- Berktaş, S., Çam, M. 2020. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) meyve ve yapraklarının antioksidan ve antidiyabetik özellikleri. *Akademik Gıda*. 18(3): 270-278.
- Caboni, P., Saba, M., Oplos, C., Aissani, N., Maxia, A., Menkissoglu-Spiroudi, U., Ntalli, N., 2015. Nematicidal activity of furanocoumarins from parsley against *Meloidogyne* spp. *Pest Management Science*. 71(8): 1099-1105.
- Caliskan, E., Elmastas, M., Gokce, I., 2010. Evaluation of antioxidant properties of *Elaeagnus angustifolia* flowers. *Asian Journal of Chemistry*. 22(4): 2840-2848.
- Cansev, A., Sahan, Y., Celik, G., Taskesen, S., Ozbey, H., 2011. Chemical properties and antioxidant capacity of *Elaeagnus angustifolia* L. fruits. *Asian Journal of Chemistry*. 23(6): 2661-2665.
- Chitwood, D.J., 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*. 40: 221-249.
- Deepika, L., Kumar, A., 2023. Assessment of Neem (*Azadirachta Indica*) and Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Extracts on *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Ecology*. 50(1): 167-170
- Devran, Z., Mıstanoğlu, İ., Özalp, T., 2016. Response of tomato seedlings with different number of true leaves to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. *Turkish Journal of Entomology*. 40(4): 377-383.
- Douda, O., Zouhar, M., Mazáková, J., Nováková, E., Pavela, R., 2010. Using plant essences as alternative mean for northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. *Journal of Pest Science*. 83: 217-221.
- Farzaei, M. H., Bahramsoltani, R., Abbasabadi, Z., Rahimi, R., 2015. A comprehensive review on phytochemical and pharmacological aspects of *Elaeagnus angustifolia* L. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 67(11): 1467-1480.
- Finney, D. J., 1978. *Statistical method in biological assay* (No. Ed. 3). Charles Griffin & Company.
- Göze Özdemir, F. G., Tosun, B., Şanlı, A., Karadoğan, T., 2022. Bazı Apiaceae uçucu yağlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)'ya karşı nematoksik etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 59(3): 529-539.
- Grayer, R. J., Harborne, J. B., 1994. A survey of antifungal compounds from higher plants, 1982–1993. *Phytochemistry*. 37(1): 19-42.
- Gupta, D., 2013. Comparative analysis of spices for their phenolic content, flavonoid content and antioxidant capacity. *American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences*. 4(1): 38-42.
- Harborne, J. B., Williams, C. A., 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*. 55(6): 481-504.
- Hajihassani, A., Marquez, J., Woldemeskel, M., Hamidi, N., 2022. Identification of four populations of *Meloidogyne incognita* in Georgia, United States, capable of parasitizing Tomato-Bearing Mi-1.2 gene. *Plant Disease*. 106(1): 137-143.
- Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., Shahlari, M., Sohraby, M., Shahlari, N., Hamidpour, R., 2017. Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.): From a variety of traditional medicinal applications to its novel roles as active antioxidant, anti-inflammatory, anti-mutagenic and analgesic agent. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 7(1): 24-29.
- Harborne, J. B., 1999. Classes and functions of secondary products from plants. In *Chemicals from plants: perspectives on plant secondary products* (pp. 1-25).

- Hassanzadeh, Z., Hassanpour, H., 2018. Evaluation of physicochemical characteristics and antioxidant properties of *Elaeagnus angustifolia* L. *Scientia Horticulturae*. 238: 83-90.
- Kepenekçi, İ., Katı Çekengil, T., Erdoğan, F. D., Erdoğan, P., Sağlam, H. D., 2017. Beş Farklı Bitki Ekstraktının Domateste Zararlı Kök-Ur Nematod (*Meloidogyne incognita* Irk 2 ve *M. arenaria* Irk 2) (Tylenchida: Meloidoginidae)'larına Karşı Sera Koşullarındaki Etkisinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*. 20(1): 36-47.
- Khan, S. U., Khan, A. U., Shah, A. U. H. A., Shah, S. M., Hussain, S., Ayaz, M., Ayaz, S., 2016. Heavy metals content, phytochemical composition, antimicrobial and insecticidal evaluation of *Elaeagnus angustifolia*. *Toxicology and Industrial Health*. 32(1): 154-161.
- Moltmann, E., 1988. Kairomone im Wurzelexsudat Von Getreide: Ihre Bedeutung für die Wirtsfindung der Infektionslarven des 34 Getreidezystenaelchens *Heterodera avenae* (Wollenw.) und Ihre Charakterisierung. Hohenheim University 148 s.
- Nile, A.S., Nile, S.H., Keum, Y.S., Kim, D.H., Venkidasamy, B., Ramalingam, S., 2018. Nematicidal potential and specific enzyme activity enhancement potential of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) aerial parts. *Environmental Science and Pollution Research*. 25(5): 4204-4213.
- Okmen, G., Turkcan, O., 2013. The antibacterial activity of *Elaeagnus angustifolia* L. against mastitis pathogens and antioxidant capacity of the leaf methanolic extracts. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 12(4): 491-496.
- Pang, Z., Chen, J., Wang, T., Gao, C., Li, Z., Guo, L., Cheng, Y., 2021. Linking plant secondary metabolites and plant microbiomes: a review. *Frontiers in Plant Science*. 12: 621276.
- Pardavella, I., Daferera, D., Tselios, T., Skiada, P., Giannakou, I., 2021. The use of essential oil and hydrosol extracted from *Cuminum cyminum* seeds for the control of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. *Plants*. 10 (1): 46-60.
- Pavaraj, M., Bakavathiappan, G., Baskaran, S., 2012. Evaluation of some plant extracts for their nematicidal properties against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Biopesticides*. 5: 106.
- Saboonchian, F., Jamei, R., Sarghein, S. H., 2014. Phenolic and flavonoid content of *Elaeagnus angustifolia* L. (leaf and flower). *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 4(4): 231.
- Torbati, M., Asnaashari, S., Afshar, F. H., 2016. Essential oil from flowers and leaves of *Elaeagnus angustifolia* (Elaeagnaceae): Composition, radical scavenging and general toxicity activities. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*. 6(2): 163.
- Vinodhini, S. M., Monisha, T., Arunachalam, P. P., Rajshree, S., Vignesh, P., Ebenezer, E. G., Seenivasan, N., 2019. Effect of plant extracts on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infecting tomato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(6): 373-378.
- Wang, B., Qu, H., Ma, J., Sun, X., Wang, D., Zheng, Q., 2014. Protective effects of *Elaeagnus angustifolia* leaf extract against myocardial ischemia/reperfusion injury in isolated rat heart. *Journal of Chemistry*, Special issue. 1-6.
- Wang, K.H., McSorley, R., Kokalis-Burelle, N., 2006. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities. *Plant and Soil*. 286 (1): 229-243.
- Yin, Y. H., Guo, Q. M., Yun, H. A. N., Wang, L. J., Wan, S. Q., 2012. Preparation, characterization and nematicidal activity of lansiumamide B nano-capsules. *Journal of Integrative Agriculture*. 11(7): 1151-1158.
- Youssef, M., Abd Abd-El-Khair, H., El-Nagdi W.M., 2017. Management of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting sugar beet as affected by certain bacterial and fungal suspensions. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, Special issu. 293-301.

Araştırma Makalesi

Üniversite Yerleşkelerinde Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetim Uygulamalarının Belirlenmesi

Nilda Günaydın^{1*} 

Tülay Cengiz Taşlı¹ 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: gunaydinilda@gmail.com

Geliş Tarihi: 23.02.2023

Kabul Tarihi: 24.07.2023

Öz

Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi, yağış suyunun yeşil alanlara yönlendirilerek verimli bir şekilde yönetilmesini sağlayan sistemlerden oluşan ekolojik bir yaklaşımdır. Araştırma alanında yağmur suyunun sürdürülebilir yönetiminin sağlanması, çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nde yağmur suyu yönetimi açısından sorunlu alanların belirlenip, uygulama önerilerinin sunulmasıdır.

Araştırmanın yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır: İlk aşamada, literatür araştırması ve alan incelemesi yapılmıştır. İkinci aşamada, çalışma alanı ile ilgili veriler toplanmıştır. Bu verilerden faydalanarak alanın eğim, topoğrafya, yükseklik, baki, jeoloji, toprak, su erozyonu, bitki örtüsü, yüzeysel akış ve zemin özellikleri analiz edilmiştir. Yerleşkenin geçirimli ve geçirimsiz yüzeyleri belirlenerek, yağış suyunun yeraltına sızma durumu incelenmiştir. Ayrıca doğal akış hatları ile ulaşım ağında oluşan akış hatlarının analizi sonucunda yerleşkenin yüzeysel akış haritası oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada ise sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi uygulamaları için uygun alanlar belirlenmiş ve önerilen uygulamalar görselleştirilmiştir. Araştırma sonucunda alanda genel olarak bitkilendirilmiş hendek, yağmur suyu bitki şeridi, ağaç çukurları, yağmur bahçesi/biyotutma alanı, yeşil oluk, gabion duvarlar, yağmur tankı ve yağmur borusu bitki kutusu uygulamaları önerilmiştir. Ayrıca yağmur suyu verimi hesabı kullanılarak, çatı yüzeylerinden toplam 33745 m³ yağmur suyu toplanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi, Yüzeysel Akış, Geçirimli ve Geçirimsiz Yüzeyler, Terzioğlu Yerleşkesi

Determination of Sustainable Stormwater Management Practices in University Campuses Abstract

Sustainable stormwater management is an ecological approach consisting of systems that ensure efficient management of stormwater by directing it to the green areas. Sustainable management of stormwater in the research area is the subject of the study. The aim of the study is to determine the problematic areas and to suggest practices in terms of stormwater management in Çanakkale Onsekiz Mart University Terzioğlu Campus. The method of this research consists of three stages. In the first stage, literature research and field investigation were carried out. In the second stage, data related to the study area were collected. Using these data, slope, topography, elevation, aspect, geology, soil, water erosion, vegetation, runoff and ground characteristics of the area were analyzed. The permeable and impermeable surfaces of the campus were determined and the penetration of precipitation water into the ground was investigated. In addition, the surface flow map of the campus was created as a result of the analysis of the natural flow lines and the flow lines formed in the transportation network. In the third stage, suitable areas for sustainable stormwater management practices were determined and suggested practices were visualized. As a result of this research, bioswale, stormwater planter, tree pits, rain garden/bioretention area, green gutter, gabion walls, rain barrel and downspout planter applications were suggested in the area. In addition, using the stormwater yield calculation, it was concluded that a total of 33745 m³ of stormwater could be collected from the roof surfaces.

Keywords: Sustainable Stormwater Management, Surface Flow, Permeable and Impermeable Surfaces, Terzioğlu Campus

Giriş

Geçmiş zamanlarda yağış suları, yaşam alanlarından uzaklaştırılması gereken bir atık olarak görülmekteydi. Fakat günümüzde suyun önemi hakkında farkındalığın artmasıyla, yağış suları korunması gereken değerli bir kaynak olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bu farkındalık doğrultusunda, kentlerde yağış sularının sürdürülebilirliğinin sağlanması için çeşitli yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Yaklaşımlar temelde aynı soruna yönelik çözümler üretse de farklı isimlerle ifade edilmektedir. Dereli (2020), araştırmasında bu yaklaşımları ortaya çıkış tarihlerine göre En İyi Yönetim Uygulamaları, Düşük Etkili Gelişme, Entegre Kentsel Su Yönetimi, Yeşil Altyapı, Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri, Su Duyarlı Kentsel Tasarım, Düşük Etkili Kentsel Gelişme ve Tasarım ve Sünger Şehirler olarak sıralamıştır. Bu araştırma kapsamında bahsedilen tüm bu yaklaşımlar sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi (SYSY) başlığı altında incelenmiştir.

İklim koşullarında meydana gelen değişimler sıcaklık değişimleri ile birlikte yağış şeklini ve miktarını da etkilemektedir (Yiğit Avdan ve ark., 2015). Yağışlar sonucu oluşan yüzeysel akışın doğrudan alıcı sulara ulaşması sel ve taşkın olaylarının artmasına neden olmaktadır. Akış sırasında kirlenmeye maruz kalan suyun alıcı ortamlara ulaşması sonucunda içme suları da kirlenmektedir (Demir, 2012). Sürdürülebilir yağmur suyu yönetiminin bir parçası olan yeşil altyapı sistemleri ile alakalı olarak Coşkun Hepcan (2019), yeşil altyapı çözümlerinin hava kalitesini iyileştirme, iklim düzenleme, toprak kalitesini iyileştirme, tozlaşma-polenizasyon, taşkın ve sel önleme gibi ekosistem hizmetleri sağladığını belirtmiştir. Ayrıca kentleri, iklim değişikliği nedeniyle kaynaklanan ani hava olaylarına karşı dayanıklı hale getirmenin ve bu olayların olumsuz etkilerini azaltmanın, ekosistemlerin sağladığı yararlar ile mümkün olacağını ifade etmiştir. Etkili yağmur suyu yönetimi, yerel topluluklara çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlar. Yağmur suyu yönetimi iyi yapıldığında dereler, nehirler ve göller daha temiz olur, sel riskleri azalır, sel hasarından kaynaklanan maliyetler azalır ve toplum yaşam kalitesi yükselir (University of Nebraska Lincoln, 2014). Kent ve doğa dokusunu bir araya getiren sistemler ile yağmur suyu tutularak iklim değişikliğinin etkileri azaltılabilmektedir (Pala ve ark., 2021).

Yağmur suyu yönetimi odaklı planlamalarda, alanın mevcut fiziksel özellikleri, drenaj ağları, yer altı su kaynakları, toprak, kayalık ve yüzeylerin geçirimsizlik özelliklerinin ele alınması gerekmektedir. Peyzaj mimarlığı ile diğer meslek disiplinlerinin iş birliği sonucunda sürdürülebilir yaşam alanlarına ulaşabilmek mümkün olmaktadır (Shakouri, 2016). Su duyarlı kentsel uygulamalarda planlama, tasarım ve yönetim çalışmalarının doğa ölçeğinde yapılması gerekmektedir. Önerilen çözümlerin ilk kurulum maliyeti fazla olsa da uzun vadede kazanımlar elde edilebilmektedir (Pala ve ark., 2021).

Yağış özellikleri, toprak geçirgenliği, eğim, güneş ve gölge alma durumu, yüzeylerin geçirimsizliği, yeraltı suyu seviyesi, bitki örtüsü, erozyon riski, uygulamaların bakımı, uygulama yapılacak alanın boyutu gibi özellikler SYSY uygulamalarının verimliliğini etkilemektedir. Bu durum yağmur bahçeleri ve biyolojik/bitkilendirilmiş hendekler üzerinden örneklendirilecek olursa; yağmur bahçesi bir göllenme ortamı oluşturduğundan alandaki toprağın geçirgenlik oranının emilim hızı açısından fazla olması gerekmektedir (ÇŞB, 2018). Yağmur bahçelerinde yağışlı günlerde su birikeceğinden suyu seven ve aynı zamanda kuru olduğu dönemlerde de toprak kuruluşuna dayanıklı bitki türleri seçilmelidir. Yağmur bahçesi için en uygun eğim %10 civarlarındadır ve en fazla %12 eğime kadar uygulanabilmektedir (Doğangönül ve Doğangönül, 2009). Biyolojik/bitkilendirilmiş hendeklerde ise, hendeğin boyuna eğimi en fazla %1-2 arasında olmalıdır. %2-10'luk boyuna eğim söz konusu olduğunda ise eğimi azaltmak için teraslama yapılmalı ve erozyonu önlemek için ise her basamak veya setin altına kaldırım taşı büyüklüğünde taşlar ile sıçrama yastığı oluşturulmalıdır. Bakım gereksinimleri, bitki örtüsünün mevsimsel olarak budanmasını ve kirliliğe neden olabilecek enkaz ve çöplerin kaldırılmasını içerir. Zamanla biriken çöpler ve kurumuş bitkiler temizlenmelidir (City of Victoria, 2015). Hendek toplam yüzey alanı, yağmur suyunu aldığı alanın yüzde biri olmalıdır. Yeraltı suyunun hendek dibine ulaştığı yüksek su tablası olan alanlara bitkili hendek kurulmamalıdır (Clark ve Acomb, 2008).

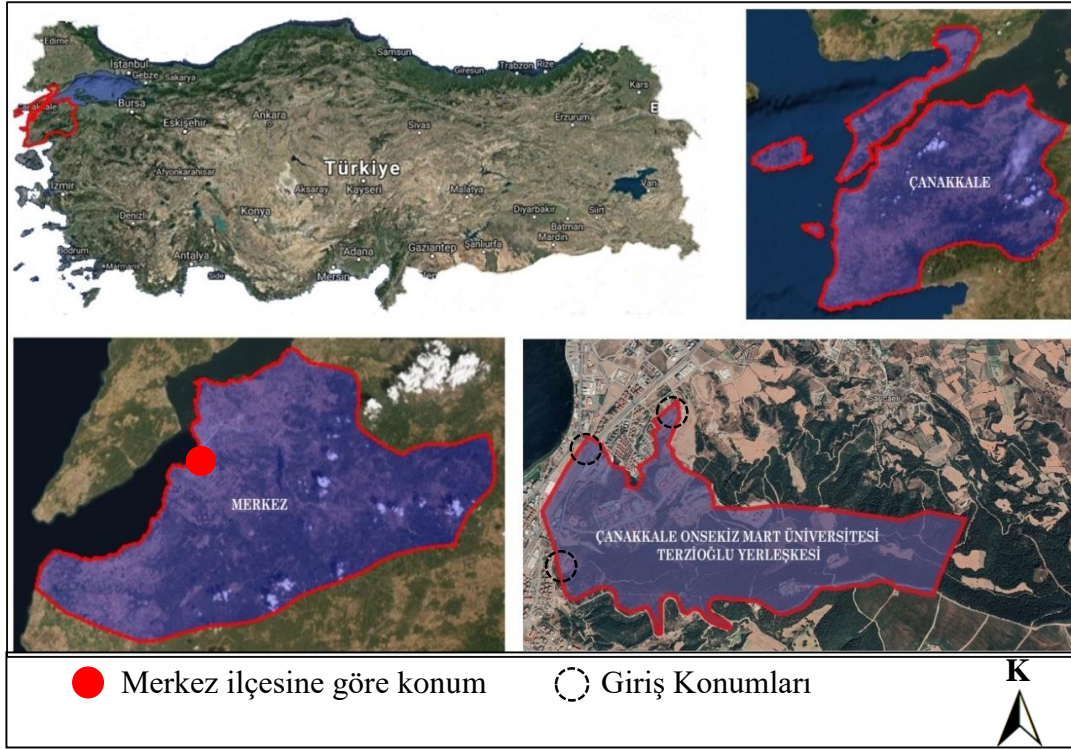
Her uygulamanın kendine özgü kaldırabileceği su kapasitesi bulunmaktadır. Bu nedenle yağış yoğunluğu, yağış süresi ve yağış hacmi de uygulamaların verimliliğini etkilemektedir. Axelsdóttir (2022) yapmış olduğu çalışmada, biyolojik tutma alanları, yağmur bahçesi, geçirgen kaplamalar, sızdırma hendekleri ve yeşil çatı uygulamalarının verimliliğini 3 farklı yağmur olayı (50 mm/sa, 100mm/sa ve 150 mm/sa) ile karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda; yeşil çatılar yüzeysel akışı azaltmada en iyi performansı gösterirken, biyolojik tutma alanlarının tüm yağış olaylarında açık ara en yüksek verime sahip olduğunu ortaya koymuştur. Joshi ve ark. (2021) ise yapmış olduğu çalışmada, birleşik kanalizasyon sistemlerinde meydana gelebilecek taşmaları azaltmada hangi uygulamaların daha verimli olabileceğini araştırmıştır. Biyolojik tutma alanlarının önemli ölçüde azalma sağladığını, geçirgen kaplamalar, yağmur tankı ve yeşil çatı uygulamalarının ise yüksek yoğunluklu yağış olaylarında sınırlı azalma gösterdiğini tespit etmiştir.

SYSY uygulamaları koruma, taşıma, depolama, sızdırma, filtreleme ve geciktirme işlevlerinden birine ya da daha fazlasına sahip olabilir (University of Arkansas Design Center, 2010; Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program, 2016; Biswas ve ark., 2020). Bu nedenle alanda yağmur suyu yönetimi açısından hangi işlevin sağlanması gerektiği de belirlenmelidir. Örneğin alanda yağmur suyunun taşınması isteniyorsa biyolojik/bitkilendirilmiş hendek ve yeşil oluklar uygun tercihler olacaktır. Böylece daha verimli bir sonuç elde edilecektir. Yukarıda bahsedilen verimliliği etkileyen özellikler dikkate alındığı takdirde sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi uygulamalarından verimli sonuçlar elde edilebilmektedir.

Üniversite yerleşkeleri, kentsel donatılara sahip olması, sosyo-kültürel ortam ve kullanıcı çeşitliliği sebebiyle küçük bir kent modeli sunmaktadır (Özdemir, 2019). Aynı zamanda üniversite yerleşkeleri kentsel açık alanlar içinde önemli bir yeşil alan varlığı oluşturmaktadır. Bu nedenle Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Terzioğlu Yerleşkesi, kentler için örnek teşkil edebilmesi ve sürdürülebilir yağmur suyu yönetiminin bütüncül bir yaklaşımla planlanması amacıyla araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Ayrıca alanın eğimli olması nedeniyle yüzeysel akış hızının sorun teşkil edebileceği düşünüldüğünden ve daha önce SYSY kapsamında yerleşkede çalışma yapılmamış olması da alanın seçilmesinde etkili olmuştur. Araştırmanın konusu olan SYSY uygulamalarının seçilmesi ve uygulanması açısından araştırma alanı detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu kapsamda ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi'nde doğal peyzaj özellikleri, yüzeysel akışın zemine sızma durumu ve yağışlar sırasında oluşan yüzeysel akış hatları belirlenerek alan konu kapsamında incelenmiştir. Böylelikle yerleşkede yağmur suyunun sürdürülebilir yönetimini sağlamak amacıyla uygun alanlar belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini, ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi oluşturmaktadır. Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale ilinin Merkez ilçesinde bulunmakta olup 3 km²'lik (300 ha) bir alan üzerine kurulmuştur (Şekil 1). Yerleşkeye 3 farklı kapıdan giriş yapılmaktadır. Google Earth Pro üzerinden yapılan ölçüm ile yerleşkenin şehir merkezine olan uzaklığı 4.1 km olarak ölçülmüştür.



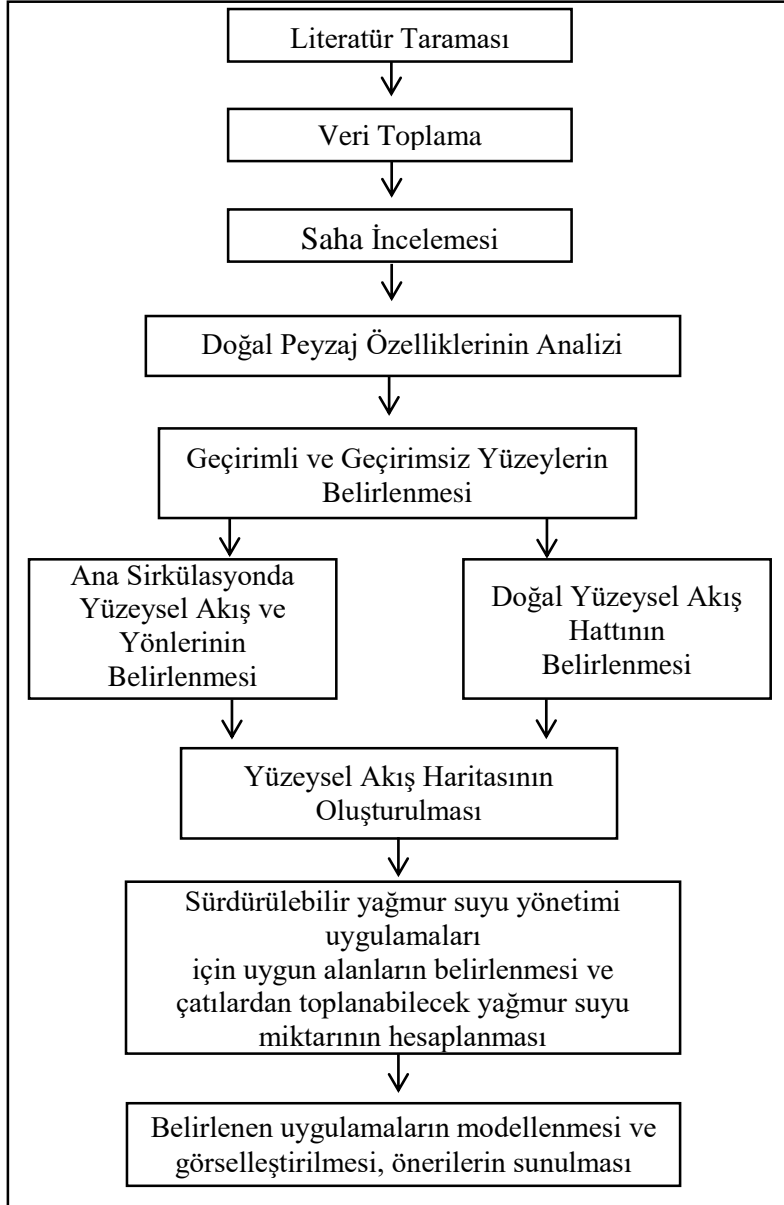
Şekil 1. Araştırma alanının konumu (Google Earth Pro, 2021)
Figure 1. Location of the research area (Google Earth Pro, 2021)

Çalışma konusu ile ilgili yapılan literatür araştırmasından elde edilen tez ve makaleler, ÇOMÜ Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan alınan vaziyet planı ve eşyükselti haritası, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Çanakkale İstasyonu'ndan alınan iklim verileri, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın (ÇŞB) Türkiye'nin Su Erozyonu Risk Haritası, Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'ndan (ABDJAK) temin edilen sayısal yükseklik modeli (SYM) (27x27 m yersel çözünürlüklü), Google Earth Pro programından temin edilen uydu görüntüleri ile araştırma alanını kapsayan planlar, projeler, haritalar, görsel ve yazılı veriler, saha incelemesi sırasında yapılan gözlemler, çekilen video ve fotoğraflar bu tez çalışmasında materyal olarak kullanılmıştır. ArcGIS 10.7 ve AutoCAD 2017 yazılımları elde edilen verilerin incelenmesinde ve veri üretilmesinde kullanılmıştır. Adobe Photoshop CC programı ile görselleştirmeler yapılmıştır.

Çalışmanın yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, konu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve veriler toplanmıştır. Yağışlı bir günde saha incelemesi yapılarak fotoğraf ve videolar çekilmiştir. İkinci aşamada, elde edilen hazır veriler incelenerek, çalışma konusuna yönelik veriler üretilmiştir. Yerleşkenin doğal peyzaj özelliklerini analiz eden haritalar hazırlanmıştır. Yerleşkenin geçirimli ve geçirimsiz alanları tespit edilmiştir. AutoCAD ortamında yerleşkenin vaziyet planından yararlanılarak ana sirkülasyon üzerinde oluşan akış hattı belirlenmiştir. Noktasal kot değerleri ve saha incelemeleri dikkate alınarak, aynı zamanda akışın yönü de belirtilmiştir. ArcGIS 10.7 yazılımında ise ArcHydro Tools eklentisi kullanılarak yerleşkede sağanak yağış sırasında oluşan doğal akış hattı ortaya konulmuştur. Böylece bu iki akış hattı birleştirilerek, yerleşkenin yüzeysel akış haritası oluşturulmuştur. Ayrıca çatılardan toplanabilecek yağmur suyu miktarının hesaplanması için aşağıda formül açılımı (1) verilen yağmur suyu verimi hesabı kullanılmıştır. Üçüncü aşamada ise sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi (SYSY) uygulamaları için uygun alanlar belirlenmiş ve önerilen uygulamalar görselleştirilmiştir (Şekil 2).

Yağmur Suyu Verimi Hesabı (TEMA, 2017):

$$\text{Yağmur suyu verimi (m}^3\text{)} = \text{Yağmur toplama alanı (m}^2\text{)} \times \text{Yağış miktarı (m)} \times \text{çatı katsayısı (0.8)} \times \text{Filtre etkinlik katsayısı (0.9)} \quad (1)$$



Şekil 2. Yöntem akış şeması

Figure 2. Flow chart

Bulgular ve Tartışma

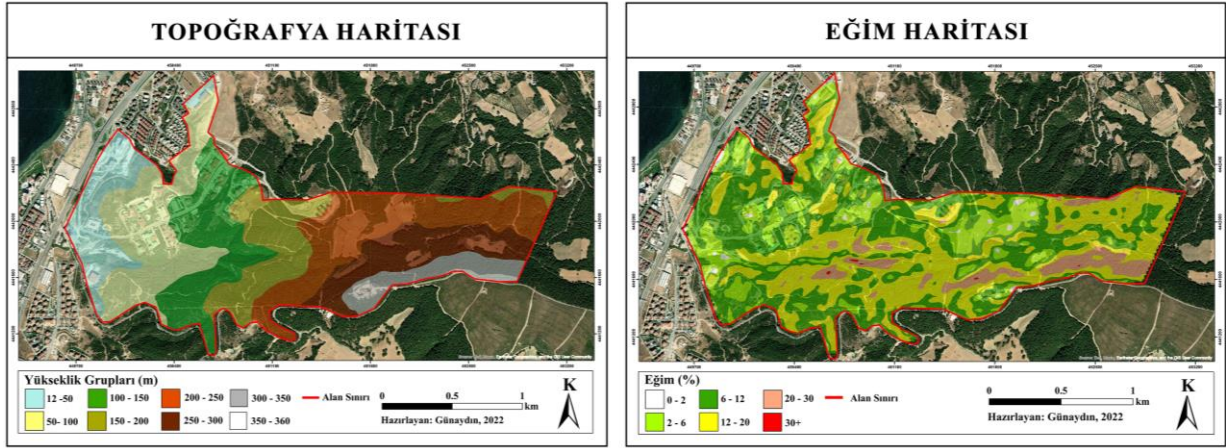
Doğal Peyzaj Özellikleri

İklim

Araştırma alanının bulunduğu Çanakkale ili Akdeniz ve Karadeniz iklim rejimi arasında geçiş göstermektedir (Çanakkale Belediyesi, 2022). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Çanakkale İstasyonu'ndan alınan 2007-2021 yılları arasındaki yağış verilerine göre; Çanakkale'de ortalama yıllık yağış miktarı 641.88 mm'dir. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 85.8 gün olup, yılın dörtte biri yağışlı geçmektedir. Yağışın mevsimsel dağılımına bakıldığında, en fazla yağış kış ve sonbahar mevsimlerinde görülmektedir.

Eğim

Terzioğlu Yerleşkesi eğimli bir araziye sahip olup, deniz seviyesine göre 12-360 m yükseklikleri arasında bulunmaktadır. Yerleşkenin eğim haritası incelendiğinde (Şekil 3); %6-12 ve %12-20 eğim grupları yerleşkede en fazla alana sahip eğim gruplarıdır.



Şekil 3. Terzioğlu Yerleşkesi topoğrafya ve eğim haritası
Figure 3. Topography and slope maps of Terzioğlu Campus

Jeoloji

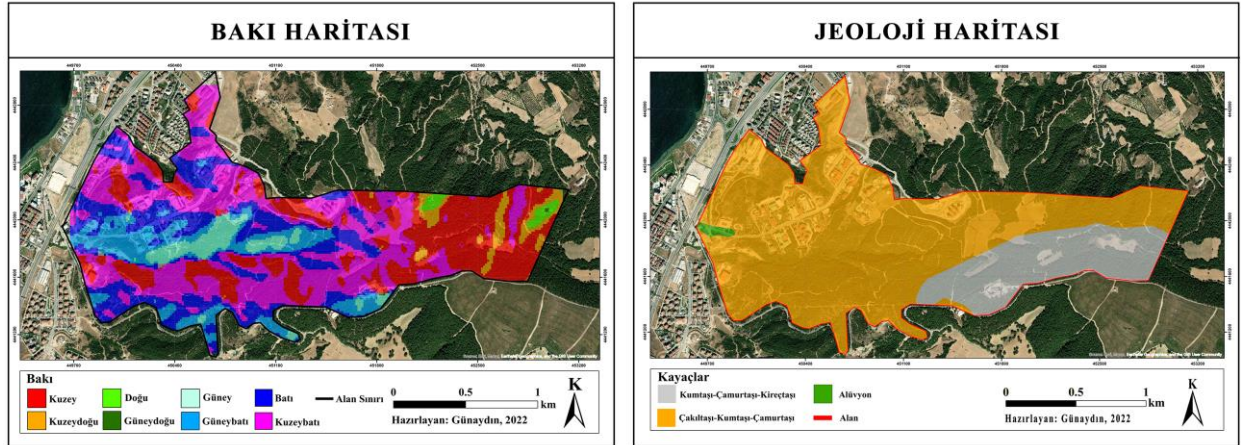
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) (2022) yerbilimleri harita görüntüleyicisinden elde edilen bilgilere göre; Terzioğlu Yerleşkesi Üst Miyosen (Karasal Kırıntılılar) ve Kuvaterner (Ayrılmamış Kuvaterner) birimlerden oluşmaktadır. Şekil 4'te Kargın (2022) kaynağından yararlanılarak, oluşturulan jeoloji haritasında araştırma alanında bulunan kayaç yapılarının mekânsal dağılımı gösterilmiştir. Berberler Çetinkaya (2005) ve Yıldızoğlu'nun (2006) çalışmalarından elde edilen bilgilere göre, yerleşkenin toprak altı zemininin genel olarak az geçirimli, dayanıksız ve erozyona meyilli bir özellik gösterdiği ve yağışlar sırasında suya doygun hale gelerek, akma riski oluşturduğu söylenebilmektedir.

Bakı

Güneş ışığından yararlanma ve korunma alanlarının belirlenmesi, bitkilendirme çalışmaları ve yapısal elemanların yer seçiminin yapılması konularında bakı analizlerinden yararlanılmaktadır (Yılmaz, 2009). Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerinin tasarımında ve yer seçiminde gölge ve güneş koşulları incelenmeli ve bitki türleri ile malzeme seçimi üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır (Dickie ve ark., 2010). Bu nedenle, SYSY uygulamalarının yer seçiminde ve kullanılacak bitki türlerinin önerilmesinde doğru kararlar verebilmek amacıyla araştırma alanının bakı haritası oluşturulmuştur.

Bakı sıcaklığı etkilediğinden, SYSY uygulamalarında bakı faktörü, suyun topraktan daha hızlı tahliye olmasında ve bitki seçiminde önemli bir kriterdir. Geçici göllenme oluşturan SYSY uygulamalarında suyun 1-2 gün içinde tahliye olması gerekmektedir. Bunun için güneş gören sıcak konumların seçilmesi önemlidir. Çünkü gölge ve soğuk bölgelerde su alandan hızlı bir şekilde tahliye olamayabilir. Bu durum uygulamanın verimliliğini etkileyebilir ve kötü görüntü oluşumuna sebebiyet verebilir. SYSY uygulamalarında kendi kendini idame ettirebilen bitkilerin kullanılması gerektiğinden uygulamanın konumlandığı alana göre gölgeye, güneşe veya rüzgara dayanıklı bitkiler seçilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu kuzey yarım kürede kuzeye bakan yamaçlar daha soğuk ve daha az güneş alırken güneye bakan yamaçlar ise daha sıcaktır. Doğu bakarlar sabahları güneş görürken batı bakarlar ise akşam saatlerine doğru güneş alır. Bu bilgiler doğrultusunda SYSY için tüm bakarlar arasında kuzey bakarların en az uygun olduğu, güney bakarların ise en uygun yüzeyler olduğu düşünülmektedir.

Yerleşkede kuzey bakarlar 0.77 km² ve kuzeybatı bakarlar 1.01 km² alan kaplamak üzere diğer bakarlar göre hakim durumdadır. Batı bakarlar 0.59 km² ve güneybatı bakarlar 0.33 km² alan kaplamaktadır. Güney bakarlar 0.13 km², kuzeydoğu bakarlar 0.1 km², doğu bakarlar 0.03 km² ve güneydoğu bakarlar ise 0.001 km² olmak üzere alanda yer kaplamaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Terzioğlu Yerleşkesi bakı ve jeoloji haritası
Figure 4. Aspect and geology maps of Terzioğlu Campus

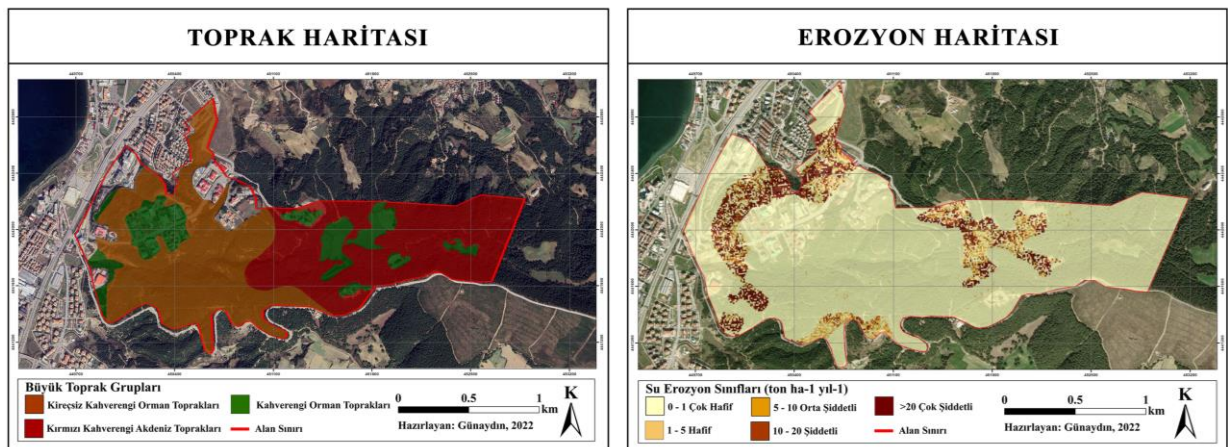
Toprak

Türkiye'nin büyük toprak grubu haritasına (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Atlas Uygulaması, 2022) göre yerleşkede üç büyük toprak grubu bulunmaktadır. Bu toprak grupları zonal toprak grubuna ait kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları ve kırmızı kahverengi akdeniz orman topraklarıdır. Alanda en geniş yayılım gösteren toprak grubu kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır (Şekil 5). Kireçsiz kahverengi orman toprakların doğal verimliliği fazla olmayıp, iyi drenaja sahiptir. Kahverengi orman toprakları yüksek kireç içeriğine sahip olup, drenajı iyi ve humusça zengin verimli topraklardır. Kireçsiz özellikte olan kırmızı-kahverengi akdeniz toprakları ise orta verime sahiptir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2012).

İyi geçirgenliğe sahip topraklar yüzey akış suyunun sızmasına olanak sağlar. Eğer toprağın geçirgenliği düşükse ıslah edilebilir veya bir alt drenaj sistemi kullanılarak da sürdürülebilir uygulamalar uygulanabilir. Fakat bazı durumlarda etraftaki yapılara zarar vermemek için sızma önlenmelidir. Bu durumda tasarıma geçirimsiz astar ve alt drenaj sistemi dahil edilirse sızdırma işlevine sahip uygulamalar uzman onayı ile birlikte kullanılabilir (City and Country Denver Public Works, 2016).

Erozyon

Türkiye'de yıllık meydana gelen toprak kaybını gösteren Türkiye'nin Su Erozyonu Risk Haritası'na (ÇŞB, 2020) göre yerleşke sınırları içerisinde meydana gelen su erozyonu şekil 5'te gösterilmiştir. Haritaya göre araştırma alanının büyük bir bölümü çok hafif şiddetli erozyon şartlarına sahiptir.



Şekil 5. Terzioğlu Yerleşkesi toprak ve su erozyonu haritası
Figure 5. Soil and water erosion maps of Terzioğlu Campus

Hidroloji

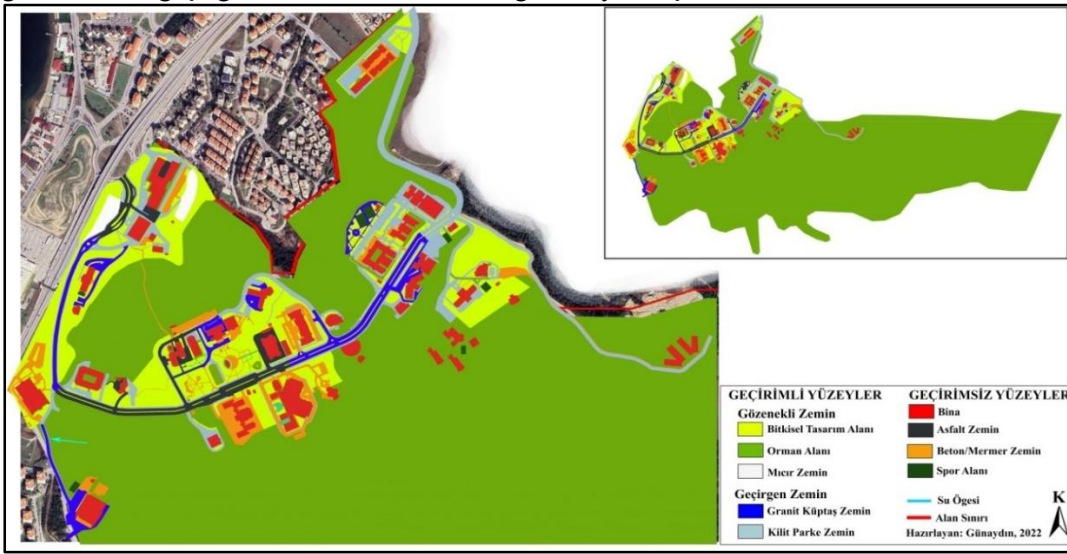
Hidroloji özelliklerine bakıldığında, yerleşkede Sarp Deresi dışında büyük bir su varlığı bulunmamaktadır. Sarp Deresi yerleşkenin güney bölgesinde bulunmakta olup, doğudan batıya doğru uzanmaktadır.

Bitki Örtüsü

Yerleşkenin büyük bir kısmını ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Geri kalan alanlarda ise, yapılan peyzaj çalışmalarındaki bitkisel tasarımlar ile oluşan bitki örtüsü bulunmaktadır. Yerleşkede bulunan bitki türleri araştırmanın konusu ile alakalı olarak su isteklerine göre incelenmiştir. Yerleşkede bulunan bitki türleri genel olarak orta derecede su talebine sahiptir.

Geçirimli ve Geçirimsiz Yüzeyle

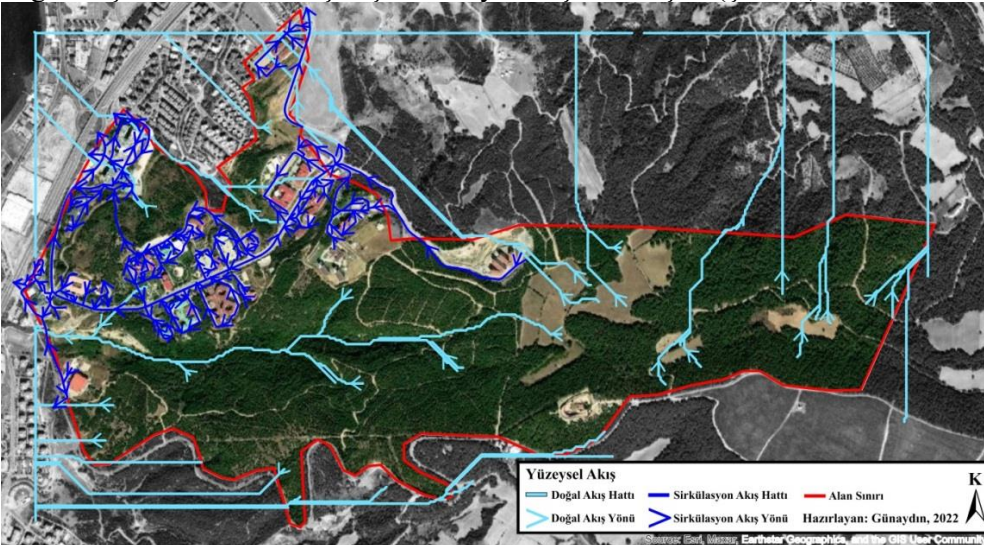
Vaziyet planı ve saha incelemesi ile araştırma alanının geçirimli ve geçirimsiz yüzeyleri belirlenmiştir (Şekil 6). Alanlar geçirimli ve geçirimsiz olarak gruplandırılıp, geçirimli alanlar gözenekli ve geçirgen zemin adı altında iki gruba ayrılmıştır.



Şekil 6. Terzioğlu Yerleşkesi geçirimli ve geçirimsiz yüzeyler
Figure 6. Permeable and impermeable surfaces of Terzioğlu Campus

Yüzeysel Akış Haritası

Terzioğlu Yerleşkesi'nin yüzeysel akış haritası ana sirkülasyonda oluşan yüzeysel akış hattı ile doğal akış hattının üst üste çakıştırılmasıyla oluşturulmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi yüzeysel akış haritası
Figure 7. Surface flow map of COMU Terzioğlu Campus

Çatılardan Toplanabilecek Yağmur Suyu Miktarı

Terzioğlu Yerleşkesi'nde bulunan binaların çatı yüzeylerinden toplanabilecek su miktarları yağmur suyu verimi hesabı ile hesaplanarak ortaya konulmuştur. Vaziyet planı üzerinden bütün binaların çatı alanları hesaplanmış ve formülde yer alan yağış miktarı için Çanakkale'nin 15 yıllık ortalama yağış miktarı olan 641.88 mm (0.64188 m) değeri kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda çatılardan 33745 m³ yağmur suyunun toplanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi SYSY kapsamında iklim, topoğrafya, jeoloji, toprak, su erozyonu, hidroloji, bitki örtüsü, geçirimli ve geçirimsiz yüzeyler ve yüzeysel akış özellikleri bakımından incelenmiştir. İncelemelerden elde edilen sonuçlar çizelge 1'de sıralanmıştır.

Table 1. The characteristics and current situation of Terzioğlu Campus examined within the scope of sustainable stormwater management (SSM)

Çizelge 1. Terzioğlu Yerleşkesi'nin SYSY kapsamında incelenen özellikleri ve mevcut durumu

| Özellik | Mevcut Durum |
|---|---|
| İklim | -Yılın ortalama 87.6 günü yağışlı, -Yıllık toplam yağış miktarı 641.9 mm, -Sıcaklığın son yıllarda arttığı görülmektedir. |
| Topoğrafya | -Genel olarak orta eğimlidir (%6-12 arası). |
| Jeoloji | -Az geçirimli, -Dayanaksız, -Erozyona meyilli, -Yağışlar sırasında suya doymuş hale gelmektedir. |
| Toprak | -Orta verimli, -Drenaj iyi, -Asitli, nötr ve alkali toprak reaksiyonuna sahiptir. |
| Su Erozyonu | -Genel olarak çok hafif şiddetli erozyon riski bulunmaktadır. |
| Hidroloji | -Sarp Deresi dışında büyük bir su varlığı bulunmamaktadır. |
| Bitki Örtüsü | -Orta derecede su isteğine sahip bitki türleri çoğunluktadır. |
| Geçirimli ve Geçirimsiz Yüzeyler | -Yaklaşık 17.7 ha alan geçirimsizdir. |
| Yüzeysel Akış Hattı | -Ulaşım ağının kesişim noktalarında göllenmeler mevcut, -Ağaçsız alanlardan doğal yüzeysel akış hattı geçmektedir. |

Bulgular kısmında yapılan analizler SYSY kapsamında yorumlandığında, iklim özellikleri bakımından Çanakkale'de iklim değişikliğinin olumsuz etkileri görülmektedir. Bu durumda SYSY uygulamaları ile su döngüsünün sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi sağlanarak iklim değişikliğinin etkileri azaltılmalıdır.

Topoğrafik özelliklerine bakıldığında, arazinin eğimli olması sağanak yağışlar sırasında yüzey sularının hızlı bir şekilde akışa geçmesine sebep olmaktadır. Özellikle geçirimsiz zeminlerde bu hız artmaktadır. Hızlı ve yoğun yüzeysel akış sel ve taşkın riski oluşturabilmektedir. Bu nedenle geçirgen yüzey miktarı artırılmalı ve yüzeysel akışın verimli bir şekilde yönetilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca alanda batı ve kuzeybatı bakırlarının hakim olması nedeniyle geçici göllenme oluşturan SYSY uygulamaları için suyun en kısa sürede tahliye edilebileceği güneş gören bir konum seçilmesi gerekmektedir.

Araştırma alanının jeolojik özelliklerine göre toprak yüzeyinde göllenme tespit edilen bölgelere dikkat edilmelidir. Bu alanlarda yüzeysel akış, mevcut yeşil alanlara ya da öneri SYSY uygulamalarına yönlendirilerek akış hacmi azaltılmalıdır.

Toprak özelliklerine bakıldığında ise, toprakların drenajları iyi olup asitliğin, alkaliliğin ve tuzluluğun artmaması için drenaj iyi sağlanmalıdır. Bu nedenle SYSY uygulamalarına karar verilirken, toprakta hızlı emilim sağlanıyorsa toprak ıslah edilmeli, alt drenaj sistemine sahip olan uygulamalar tercih edilmeli ve tuza dayanıklı bitkiler kullanılmalıdır.

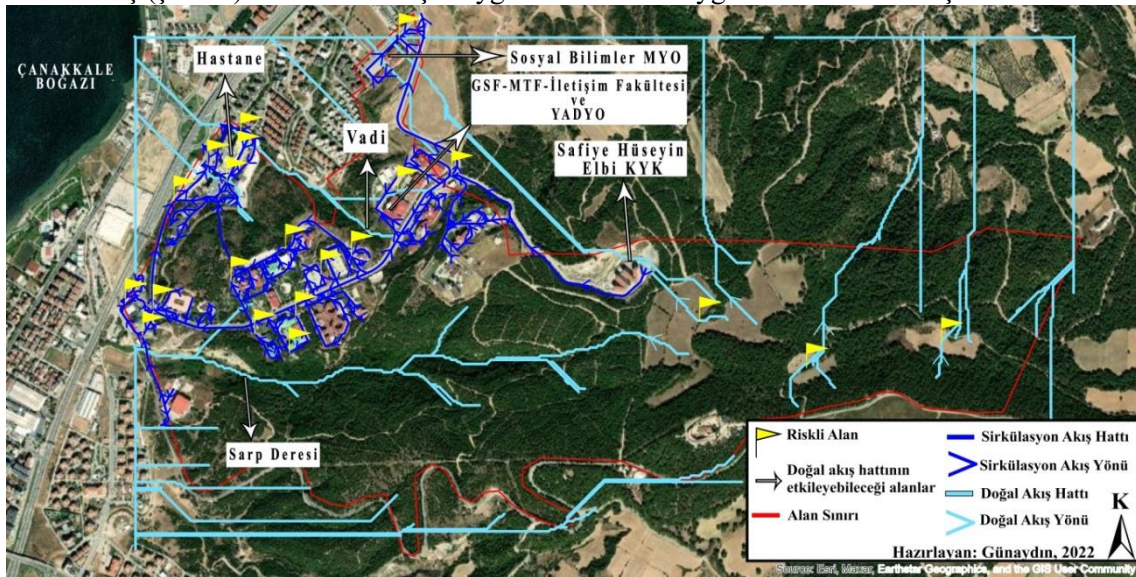
Su erozyonu haritası incelendiğinde, orman dışı açıklıklar ve bitki örtüsü az ya da yetersiz olan alanlar erozyonun oluşma riskini artırmaktadır. Bahsedilen bu riskli alanlarda SYSY uygulamaları önerilirken akıntıyı yavaşlatan uygulamalar tercih edilmeli ve sürdürülebilir sisteme ek olarak erozyon kontrol sistemleri uygulanmalıdır.

Yerleşkenin tek su varlığı olan Sarp deresinde yapılan ıslah çalışması sonucunda dere yatağı betonlaştırılarak doğal yapı bozulmuştur. Sel ve taşkın riskini önlemek adına bu tip beton sistemler yerine ekolojik çözümler tercih edilmelidir. SYSY uygulamaları ile dereye ulaşan yüzeysel akış azaltılmalı ve yavaşlatılmalıdır.

Bitki örtüsü özelliklerine bakıldığında toplam 131 bitki türünden 17 tür kuraklığa dayanıklıdır. 26 tür yüksek, 92 tür orta ve 42 tür ise az su isteklerine sahiptir. SYSY uygulamalarında genel olarak kendi kendini idame ettirebilen bitki türleri ve yerel türler tercih edilmelidir. Aynı zamanda uygulamanın çeşidine bağlı olarak hem kuraklığa hem de suya dayanıklı türler olmalıdır.

Terzioğlu Yerleşkesi'nde geçirimli ve geçirimsiz yüzeylerin kapladıkları alanlar hesaplandığında geçirimsiz yüzeyler yaklaşık olarak 176841 m² (17.7 ha) alan kaplamaktadır. Yaklaşık 2823157 m² (282.3 ha) alanı ise geçirimli yüzeyler oluşturmaktadır. Yerleşke bölgesinin büyük çoğunluğu ormanlık alandan oluştuğu için geçirimsiz zeminler geçirimli zeminlere oranla daha azdır. Fakat alanın eğimli olması nedeniyle yüzeysel akışın hız ve kalitesine olan olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir.

Analizlerden elde edilen bulgular neticesinde alanda SYSY açısından sorunlu ve riskli alanlar belirlenmiş (şekil 8) ve bu alanlar için uygun olan SYSY uygulamaları önerilmiştir.



Şekil 8. Terzioğlu Yerleşkesi'nde SYSY kapsamında belirlenen sorunlu ve riskli alanlar

Figure 8. Problematic and risky areas determined within the scope of SSM in Terzioğlu Campus

Sarı bayrak ile belirlenen alanlar ulaşım ağında yağış sularının yoğunluk oluşturabileceği ve orman dışı açıklıklarda ise yüzeysel akışın erozyona neden olabileceği riskli noktalar. Bununla birlikte haritada doğal akış hattının olumsuz etkileyebileceği bölgeler de gösterilmiştir. Sağanak bir yağışın olumsuz etkileyebileceği bu alanlarda yağmur suyunu uzaklaştırabilecek uygulamalar tercih edilerek akışın yoğunluğu ve hızı azaltılmalıdır.

Elde edilen haritalar ve yapılan gözlemler ile her üniversite birimi ayrı ayrı değerlendirilerek uygun görülen alanlarda SYSY uygulamaları önerilmiştir (Çizelge 1). Önerilen uygulamalardan

bazıları modellenerek fotoğraflar üzerinde gösterilmiştir. Aynı zamanda çatılardan yağmur sularının toplanabilmesini sağlayan yağmur tankları için de uygun alanlar belirlenmiştir (Şekil 9).

Table 2. Suggested SSM practices in Terzioğlu Campus
Çizelge 2. Terzioğlu Yerleşkesi öneri SYSY uygulamaları

| Mevcut Durum | Önerilen SYSY Uygulaması |
|---|---|
|  |  Yağmur Suyu Bitki Şeridi ve Geçirgen Kaplama |
|  |  Yağmur Suyu Bitki Şeridi ve Geçirgen Kaplama |
|  |  Bitkilendirilmiş Hendek |
|  |  Yağmur Bahçesi/Biyotutma Alanı |
|  |  Nehir Kenarı Tampon Uygulaması |
|  |  Gabion Duvar |

Çizelge 2. Devam

| | |
|---|--------------------------|
|  | Ağaç Çukuru |
|  | Yağmur Suyu Bitki Şeridi |
|  | Yeşil Oluk |



Şekil 9. Terzioğlu Yerleşkesi yağmur tankları için öneri alanlar
Figure 9 . Suggested areas for rain barrel in Terzioğlu Campus

Sonuç olarak, bu çalışmada sürdürülebilir yağmur suyu yönetim uygulamalarının Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nde uygulanabileceği alanlar belirlenmiştir. Alanın iklim, eğim, bakı, toprak, erozyon, jeoloji, bitki örtüsü ve hidrolojik özellikleri detaylı olarak analiz edilmiştir. Suyun toprağa sızabileceği alanları belirlemek açısından geçirimli ve geçirimsiz alanlar tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma alanında suyun hareketini anlayabilmek için yağış suyunun yüzeysel akışa geçtiği hatlar ve akış yönleri belirlenmiştir. Tüm bu elde edilen veriler ışığında yerleşkede yağmur suyunun sürdürülebilir yönetimini sağlayabilecek uygulamalar önerilmiştir. Alanda genel olarak bitkilendirilmiş hendek, yağmur suyu bitki şeridi, ağaç çukurları, yağmur bahçesi/biyotutma alanı, yeşil oluk, gabion duvarlar, yağmur tankı ve yağmur borusu bitki kutusu uygulamaları önerilmiştir. ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi'nde SYSY'nin sağlanması durumunda;

Yeşil alanların miktarını artırması nedeniyle rekreasyonel fayda sağlanması ve biyoçeşitliliğin artması,

Yağmur suyunun etkin yönetimi ve yeniden kullanımı sayesinde doğal kaynakların verimli kullanımı,

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin hafifletilmesi,

Geleneksel yağmur suyu altyapısı üzerindeki yükü azaltarak ekonomik bir zararın önüne geçilmesi,

Su kaynaklarındaki kirliliğin önlenmesi ile çevresel fayda sağlama, Sel ve taşkın riskini azaltarak toplum güvenliğini sağlama ve çevreye olan zararı engelleme, Yüzeysel akışın azaltılması ile erozyon riskinin azaltılması, Mevcut bitki örtüsünün kullanılması ile peyzajın devamlılığını sağlama (bütünlüğü koruma) gibi faydalar sağlaması öngörülmektedir.

Sürdürülebilir yağmur suyu yönetim uygulamalarına karar vermeden önce, detaylı bir planlama çalışması yapılması oldukça önemlidir. Uygulama yapılacak bölge çok iyi bir şekilde analiz edilmelidir. Yağış suyunun hareketi, doğal yüzeysel akış hatları, hidroloji, iklim, toprak, eğim, jeoloji, erozyon, bitki örtüsü ve geçirimsiz yüzeyler SYSY uygulamalarının seçilmesinde ve uygulanmasında etkin bir faktördür. Bununla birlikte uygulamaların bütüncül bir yaklaşımla kurgulanması, verimli bir sonuç elde edilebilmesi açısından önemlidir.

Teşekkür:

Bu araştırma, sorumlu yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürütülmüş olan 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

- Axelsdóttir, S., 2022. Efficiency of sustainable urban drainage systems during flash floods. KTH Royal Institute of Technology, Hydraulic Engineering, Environmental Engineering and Sustainable Infrastructure. Degree Project. 46 s.
- Berberler Çetinkaya, F., 2005. Eğimli alanlarda peyzaj onarım tekniğinin çanakkale onsekiz mart üniversitesi terzioğlu yerleşkesi örneğinde irdelenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 119 s.
- Biswas, S.K., Raj, P., R S, L., Balaganesan, B., KP, S., 2019. The Sponge Handbook: Chennai - Using the Landscape Approach to transform the South Buckingham Canal Area, Cities Fit for Climate Change (CFCC) of GIZ, 83 s. India.
- Coşkun Hepcan, Ç., 2019. Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri. İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi: 12, 40 s. Ankara.
- Çanakkale Belediyesi, (t.y). Coğrafi Yapı. <https://www.canakkale.bel.tr/tr/sayfa/1125-cografi-yapi> (Erişim tarihi: 12 Mayıs 2022).
- ÇŞB, 2020. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Su Erozyonu Haritası. <https://www.turkiye.gov.tr/csb-su-erozyonunun-izlenmesi-ve-degerlendirilmesi> (Erişim tarihi: 3 Mart 2020)
- ÇŞB, 2018. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yağmur Bahçesi Hazırlama Kılavuzu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/mpgm/haberler/yagmur-bahces-_230718-20180724082855.pdf (Erişim Tarihi: 17 Eylül 2021).
- City and County of Denver Public Works, 2016. Ultra-Urban Green Infrastructure Guidelines. Public Works. 101 s. Denver
- City of Victoria, 2015. Rainwater Management Standards. Professional Edition, City of Victoria Stormwater Utility. 84 s. Victoria.
- Clark, M. ve Acomb, G., 2008. University of Florida, Bioswales/Vegetated Swales. https://buildgreen.ifas.ufl.edu/Fact_sheet_Bioswales_Vegetated_Swales.pdf (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2021).
- Demir, D., 2012. Konvansiyonel yağmursuyu yönetim sistemleri ile sürdürülebilir yağmursuyu yönetim sistemlerinin karşılaştırılması itü ayazağa yerleşkesi örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 191 s.
- Dereli, K. C., 2020. Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı kapsamında sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi edirne kent örneği. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 167 s.
- Dickie, S., McKay, G., Ions, L., Shaffer, P., 2010. Planning for SuDS - making it happen. CIRIA. 102 s. London.
- Doğangönül ve Doğangönül, 2009. Küçük ve Orta Ölçekli Yağmursuyu Kullanımı. Teknik Yayınevi. 417 s. Ankara.
- University of Nebraska Lincoln, 2014. Stormwater management: what stormwater management is and why it is important. <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2238.pdf> (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2023).
- Joshi, P., Leitão, J. P., Maurer, M., Bach, P. M., 2021. Not all SuDS are created equal: Impact of different approaches on

- combined sewer overflows. *Water Research*.191(2021): 1-13.
- Kargın, A., (2022, 4 Şubat). Canlı Ders 5 [Jeoloji haritası]. Erişim adresi: <https://drive.google.com/drive/folders/1Z9G1OzPCGuMozLQCqGwL1Munt0rtgcuw>
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2006. Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri. Maden Tetkik ve Arama Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi:2. 83 s. Ankara.
- MTA, 2022. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Yerbilimleri Harita Görüntüleyici. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> (Erişim Tarihi: 28 Şubat 2022)
- Pala, B., Yaman, N. E., Yasdıkcıoğlu, M. S., Altun Turan, İ., 2021. Su Temelli Kentsel Çözümler Uygulama İlkeleri ve Çıkarılacak Dersler.
- Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program, 2016. Green Infrastructure Guidance Manual for New Jersey, The State University of New Jersey. 144 s. U.S.
- Shakouri, N., 2016. Kentlerde yağmursuyu yönetimi kapsamında yeşil altyapı peyzaj planlama ve tasarım yaklaşımı sakarya-hendek örneği. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 214 s.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2012. Toprak Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı. https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat_yeni.pdf (Erişim Tarihi: 8 Mayıs 2023)
- TEMA, 2017. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, Geleceğin suyu. <https://sutema.org/yagmur-hasadi> (Erişim Tarihi: 6 Şubat 2022).
- Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Atlas Uygulaması, 2022. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Büyük Toprak Grubu (BTG) Haritaları. <https://atlas.gov.tr> (Erişim Tarihi: 21 Ocak 2022)
- University of Arkansas Community Design Center, 2010. Low Impact Development A Design Manual For Urban Areas, Uninersity of Arkansas Press/Fayetteville. 29 s. Arkansas.
- Yıldızoğlu, Z.M., 2006. Üniversite Yerleşkeleri Fiziksel Gelişim Planlaması ve Tasarımı: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi Örneği. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 151 s.
- Yılmaz, T., 2009. Vadilerde fiziki yapıya bağlı bitkilendirme olanakları, Ankara Büyükesat vadisi örneği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Çevre Bilimleri Dergisi. 1(1):0-0.
- Yiğit Avdan, Z., Yıldız, D., Çabuk, A., 2015. Yağmur suyu yönetimi açısından yeşil altyapı sistemlerinin değerlendirilmesi. 2nd International Sustainable Buildings Symposium. 733-740. 28 -30 Mayıs, Ankara.

Araştırma Makalesi

Sakaryabaşı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi

Eray Harman¹ 

Belgin Çakmak^{2*} 

¹DSİ 31.Şube Müdürlüğü, Eskişehir, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar: bcakmak@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.06.2023

Kabul Tarihi: 04.08.2023

Öz

Sulama tesislerinin öngörülen hedeflere ulaşılabilmesi için, işletme faaliyetlerinin belli aralıklarla izlenip değerlendirilmesi gerekmektedir. Sulama performansının izlenmesi ve değerlendirilmesi, beklenen faydaların elde edilebilmesi ve sulama yönetiminin başarılı olabilmesi için en önemli hususlardan biridir. Bu çalışmada, Sakaryabaşı Sulama Birliği'nde 2018-2022 yılları için sulama performansı değerlendirilmiştir. Çalışmada şebekeye 2022 yılına kadar ihtiyacın üzerinde su verildiği ve su temin oranının 1'den büyük olduğu tespit edilmiştir. 2022 de ise yaşanan kuraklık nedeniyle su temin oranı 1'in altında elde edilmiştir. Araştırma alanında toplanan su ücretlerinin işletme-bakım-yönetim masraflarından daha az olduğu belirlenmiştir. Çalıştırılan personele düşen alan miktarının giderek arttığı saptanmıştır. Bu durum sulama birliğinde su dağıtımında görevli ilave personele ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Sulama alanında elde edilen gelire göre değerlendirilen üretim performansı göstergeleri yıllara göre farklı bulunmuştur. Bu sonuçlar, tüketilen birim sulama suyuna, bitki verimine ve satış fiyatına bağlı olarak elde edilen gelirin değişebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Sulama performansı, sulamada izleme ve değerlendirme, sulama yönetimi

Evaluation of Irrigation Performance in Sakaryabaşı Irrigation Association

Abstract

In order for irrigation facilities to achieve the envisaged targets, operation activities should be monitored and evaluated at certain intervals. Irrigation performance monitoring and evaluation are crucial for attaining desired outcomes and ensuring effective irrigation management. In this study, irrigation performance was evaluated in Sakaryabaşı Irrigation Association for the years 2018-2022. It was determined that water was supplied to the irrigation network above the need until 2022 and the water supply ratio was greater than 1 in the research. Due to the drought experienced in 2022, the water supply ratio fell below 1. It was determined that the water fees collected in the research area were less than the operation-maintenance-management costs. Furthermore, it was observed that the ratio of area per personnel employed increased gradually. This indicates a need for additional personnel responsible for water distribution within the irrigation union. Production performance indicators evaluated according to the income obtained in the irrigation area were found to be different according to years. These findings indicate that the income obtained can vary based on factors such as the unit irrigation water consumption, crop yield, and sales price.

Key words: Irrigation performance, monitoring and evaluation in irrigation, irrigation management

Giriş

Su, yaşamın devamı için elzem olan doğal bir kaynaktır. 2050 yılında dünya nüfusunun 9.8 milyara ulaşması ve buna bağlı olarak gıda ve su talebinin artması öngörülmektedir. Su kaynakları, artan taleplerle birlikte kirlilik, kuraklık, iklim değişikliği ve su kayıpları gibi tehditlerle karşı karşıyadır. Su ve gıda güvenliği, yeterli miktar ve kalitede suya erişimin sağlanmasıyla geleceğimizi güvence altına alabileceğimiz bir konudur.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), ülkemizin nüfusunun 2040 yılında 100 milyon kişiye ulaşacağını belirtmektedir. Mevcut toprak ve su kaynaklarımızı aynı seviyede koruyabilirsek, kişi

başına düşen su miktarı 2040 yılında 1120 m³/yıl'a düşecektir. Bu rakam, su kıtlığıyla mücadele eden ülkeler arasında yer almamıza neden olabilir. Ayrıca, kurak ve yarı kurak iklim kuşağına sahip olan ülkemiz, kuraklık tehdidiyle karşı karşıyadır. Gelecek nesillerin su güvenliğini sağlamak için su kaynakları korunmalı ve verimli bir şekilde kullanılmalıdır.

Tarımsal sulama, ülkemizde suyun en fazla kullanıldığı alandır. Tarımsal sulama, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının bitki kök bölgesindeki toprağa uygun yöntemlerle verilmesi olarak tanımlanır.

Kullanılabilir su kaynaklarının kısıtlı olması, suyu her geçen gün daha değerli hale getirmektedir. Ülkemizde de son yıllarda yaşanan kuraklıklar suyun verimli kullanımının gerekliliğini göstermektedir. Bu durum içme-kullanma, sanayi ve tarım sektörlerinde kullanılacak suyun verimli şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Su verimliliği kavramı olarak bir ürünün en az miktarda su ile üretimi ya da aynı miktar su ile daha fazla ürünün üretilmesini ifade etmektedir (SYGM, 2021). Su verimliliği, su tasarrufu sağlayan yöntemlerin uygulanmasını kapsayan geniş bir kavramdır. Başka bir ifadeyle tedbirler olarak suyun israfını önlemeyi hedeflemektedir.

Ülkemizde, Devlet Su İşleri'nin (DSİ) kuruluşundan itibaren sulama tesislerinin inşası ve kurulumu hız kazanmıştır. Bugüne kadar DSİ beton kaplamalı açık kanal, kanalet, düşük ve yüksek basınçlı borulu şebekeler hizmete sunmuştur (Anonim, 2019).

Türkiye'nin toplam yüzölçümünün yaklaşık olarak %30'unu oluşturan 24 milyon hektar alan ekilebilir tarım arazisidir. Bunun 8.5 milyon hektarı mevcut koşullarda ekonomik olarak sulanabilir belirlenmiştir. Ülkemizde halen, ekonomik olarak sulanabilecek tarım alanının yaklaşık %81.9'u sulanmaktadır. DSİ Genel Müdürlüğü; bugüne kadar 8.5 milyon hektar alanının yaklaşık 4.67 milyon hektarını (%54.9) sulamaya açmıştır. Ülkemizde 2022 yılı sonu itibarıyla DSİ ve diğer kurumlar tarafından sulamaya açılan toplam alan 6.96 milyon hektardır (Anonim, 2023a).

Tarım, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de suyun en yoğun kullanıldığı sektördür. Ülkemizde yıllık su tüketimi 57 milyar m³ olarak belirlenmiştir. Bu tüketimin %77'si tarımsal sulama, %23'ü ise evsel tüketim ve sanayi amaçlı kullanılmaktadır (Anonim, 2023a). Ülkemizde suyun %75'ten fazlası tarımsal sulamada kullanıldığından, tarımda su tasarrufu sağlayan teknolojilerin çiftçilere yönelik eğitimler ve teşvikler aracılığıyla yaygınlaştırılması önemlidir.

Ülkemizde sulama şebekeleri 1993 yılından itibaren sulama birliklerine, kooperatiflere, belediyelere ve köy tüzel kişiliklerine devredilmektedir. Devredilen sulama şebekeleri 31.12.2022 tarihi itibarıyla 2877441 hektara (net) ulaşmıştır. Bu alan içinde %84 ile sulama birlikleri ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2023a).

Sulama şebekelerinde performansın değerlendirme çalışmaları ile sulama yönetiminin mevcut başarı düzeyi tespit edilmekte, varsa sorunlar belirlenerek çözüme kavuşturulmaktadır. Sulama şebekelerinin uzun yıllar hedeflenen performansta hizmet verebilmeleri için performans değerlendirme çalışmaları, tüm sulama şebekelerinde periyodik olarak yapılmalıdır. Ülkemizde DSİ tarafından işletilen ve çiftçi organizasyonlarına devredilen sulama şebekelerinin performansı periyodik olarak izlenerek değerlendirilmektedir. Yıllık değerlendirmede her sulama şebekesinde su kullanımı, yetiştirilen bitkiler ve sulamadan elde edilen faydalar ile ilgili göstergeler kullanılmaktadır. Ancak performans değerlendirme çalışmalarında sahadan merkeze gönderilen bilgi yeterli değildir. Bu nedenle ülkemizde sulama sistemlerinin performansını belirleyebilecek bir gösterge seti oluşturulmalı ve uygun veriler sahadan talep edilmelidir.

Bu çalışmada, Eskişehir ilinde yüksek üretim potansiyeline sahip olan başta Çifteler olmak üzere, bir kısım Sivrihisar ve Mahmudiye tarım arazilerine hizmet eden Sakaryabaşı Sulama Birliğinin 2018-2022 yıllarına ilişkin sulama performansı değerlendirilmiştir

Materyal ve Yöntem

Eskişehir Çifteler sulama tesisi işletmeye açıldığı yıllardan itibaren işletme bakım hizmetleri DSİ tarafından yürütülmüş olup 1995'te Sakaryabaşı Sulama Birliğine devredilmiştir. DSİ tarafından 1969 yılında açık beton kaplamalı klasik kanal şeklinde inşa edilmiş olan Çifteler Sulaması; Eskişehir İli, Çifteler İlçesi, Mahmudiye İlçesi ve Sivrihisar İlçesi hudutlarında kalan bir kısım tarım arazilerinin sulanmasını sağlamaktadır. Proje alanı toplam 6200 ha olmakla beraber Sakarya Nehrinin doğduğu yerde yer alan bu tesisin alanı 5300 ha cazibe 900 ha'lık alanı ise pompaj sulaması şeklindedir (Şekil 1).

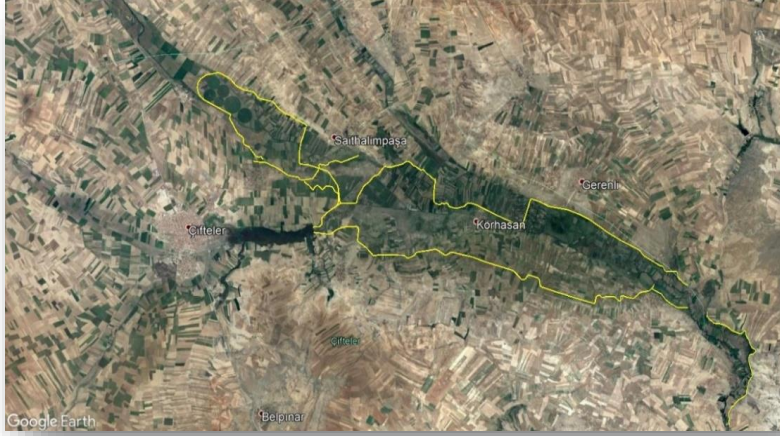


Figure 1. Location of the Sakaryabaşı Irrigation Association
Şekil 1. Sakaryabaşı Sulama Birliğinin yeri

Araştırma alanı Eskişehir il sınırları içerisinde bulunmakla birlikte, İç Anadolu, Batı Karadeniz ve Akdeniz iklimlerinin etkisi altında bulunmaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması, 10.9°C'dir. Eskişehir'in ortalama yağışı son on yıllık verilere göre 336.7 kg/m³'tür. Temmuz ve Ağustos aylarında, Akdeniz yaz kuraklığı görülür (Anonim, 2023b). Araştırma alanında sulamanın gelişimi Çizelge 1'de, bitki deseni ve bitki su tüketim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Table 1. Development of irrigation in Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 1. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde sulamanın gelişimi

| Yıllar | Sulama Alanı (ha) | Toplam Sulanan Alan (ha) | Toplam Sulama Oranı (%) |
|--------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 2018 | 6200.0 | 5588.3 | 90 |
| 2019 | 6200.0 | 5954.6 | 96 |
| 2020 | 6200.0 | 6071.0 | 98 |
| 2021 | 6200.0 | 6058.0 | 98 |
| 2022 | 6200.0 | 5774.0 | 93 |

Table 2. Plant pattern and plant water consumption in Sakaryabaşı Irrigation Association irrigation area
Çizelge 2. Sakaryabaşı Sulama Birliği sulama alanındaki bitki deseni ve bitki su tüketimi

| Bitkiler (%) | Yıllar | | | | | Bitki su tüketimi (mm) |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|---------------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| Hububat | 38 | 32.3 | 35.2 | 47.5 | 46.4 | 192.15 |
| Ş.Pancarı | 11.7 | 14.4 | 12.1 | 5 | 4.7 | 440.80 |
| Yem. Bit. | 7.7 | 8.7 | 7.9 | 8.2 | 8.0 | 484.98 |
| Soğan | 0.5 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0.0 | 354.22 |
| Bakliyat | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.0 | 316.15 |
| Bostan | 22.8 | 18.4 | 17.3 | 16.4 | 10.2 | 155.93 |
| Ayçiçeği | 5.0 | 8.5 | 8.6 | 6.7 | 9.4 | 257.22 |
| Patates | 1.5 | 2.4 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 320.82 |
| Mera | 3.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 413.64 |
| Mısır | 8.6 | 14.4 | 17.7 | 15.5 | 19.2 | 343.84 |
| Meyve-Kavak- Fidan | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 331.68 |
| Sebze | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 405.11 |

Araştırmada kullanılan performans göstergeleri ve hesaplama metodolojisi Çizelge 3'te verilmiştir. Performans göstergeleri için gerekli veriler Sakaryabaşı Sulama Birliği ve DSİ genel müdürlüğü kayıtlarından derlenmiştir. (Anonim, 2022a; Anonim, 2022b). Para birimi olarak Amerikan Doları alınmıştır (TCMB yıllık ortalama efektif döviz satış kuru değerlerinden alınmıştır).

Table 3. Calculation method of performance indicators in the study (Malano ve Burton, 2001)

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan performans göstergelerini hesaplama yöntemi (Malano ve Burton, 2001)

| Alan | Performans göstergesini hesaplama yöntemi | Gerekli veri |
|------------------------|---|---|
| Su Dağıtım Performansı | Yıllık su temini oranı= $\frac{\text{Sulama sistemine giren toplam su miktarı}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$ | Sulama sistemine giren toplam su miktarı Toplam sulama suyu ihtiyacı |
| | Yatırımın geri dönüşüm oranı = $\frac{\text{Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti}}{\text{Toplam işletme-bakım-yönetim masrafları}}$ Bakım masrafının gelire oranı = $\frac{\text{Toplam bakım masrafı}}{\text{Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti}}$ | Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti Toplam işletme-bakım-yönetim masrafları Toplam bakım masrafı Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti |
| Mali Performans | Birim alana düşen toplam işletme-bakım- yönetim masrafı (US\$ ha ⁻¹) = $\frac{\text{Toplam işletme- bakım-yönetim masrafları}}{\text{Sulama alanı}}$ | Toplam işletme-bakım-yönetim masrafları Sulama alanı |
| | Su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen toplam masraf(US\$ kişi ⁻¹) = $\frac{\text{İşletme-bakım personelinin toplam masrafı}}{\text{İşletme bakımında görevli eleman sayısı}}$ | İşletme-bakım personelinin toplam masrafı İşletme bakımında görevli eleman sayısı |
| | Su ücreti toplama performansı = $\frac{\text{Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti}}{\text{Alınması gereken toplam su ücreti}}$ Birim alana düşen çalıştırılan personel sayısı(kişi ha ⁻¹) = $\frac{\text{İşletme-bakım personeli sayısı}}{\text{Sulama alanı}}$ | Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti Alınması gereken toplam su ücreti İşletme-bakımda istihdam edilen toplam personel sayısı Sulama alanı |
| Üretim Performansı | Birim sulama alanına karşılık elde edilen gelir (US\$ ha ⁻¹) = $\frac{\text{Toplam üretim değeri}}{\text{Sulama alanı}}$ | Her bitkiden elde edilen toplam ürün miktarı Ürünün satış fiyatı Sulama alanı |
| | Sulanan birim alana karşılık elde edilen gelir (US\$ ha ⁻¹) = $\frac{\text{Toplam üretim değeri}}{\text{Sulanan alan}}$ | Her bitkiden elde edilen toplam ürün miktarı Ürünün satış fiyatı Sulanan alan |
| | Şebekeye alınan birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir (US\$ m ³⁻¹) = $\frac{\text{Toplam üretim değeri}}{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}$ | Her bitkiden elde edilen toplam ürün miktarı Ürünün satış fiyatı Şebekeye alınan toplam su miktarı |
| | Tüketilen birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir (US\$ m ³⁻¹) = $\frac{\text{Toplam üretim değeri}}{\text{Toplam bitki su tüketimi}}$ | Her bitkiden elde edilen toplam ürün miktarı Ürünün satış fiyatı Toplam bitki su tüketimi (ETC) |

Bulgular ve Tartışma

Performans göstergeleri, Sakaryabaşı Sulama Birliği için 2018-2022 yılları arasında analiz edilmiş ve bulgular tartışılmıştır.

Su Dağıtım Performansı: Araştırma alanında su dağıtım performansını ölçmek için su temini oranı kullanılmış ve değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Yıllık su temini oranı, 0.97 ile 1.49 arasında değişen değerler olarak belirlenmiştir. Örneğin, Değirmenci ve ark. (2003), GAP bölgesindeki 12 sulama şebekesinde 1997-2001 yılları arasında su temin oranını 1.00 ile 5.90 olarak tespit etmişlerdir. Beypazarı Başören Sulama Kooperatifinde ise su temin oranı 1.98 olarak saptanmıştır (Cin ve Çakmak 2017). Cengiz ve Uçar (2021) tarafından Acıpayam Sulama Birliğinde belirlenen su temin oranı ise 0.59 ile 1.19 arasında değişmektedir, ortalama olarak ise 0.95 olarak hesaplanmıştır.

Beyribey (1997) tarafından ifade edildiği gibi, su temin oranı, sulama şebekesine verilen su ile sulama suyu ihtiyacı arasındaki ilişkiyi gösterir. Toplam su temin oranı 1 ise ihtiyaç kadar su verildiği anlamına gelir. 1'den küçük bir değer ise ihtiyaçtan daha az suyun verildiğini, 1'den büyük bir değer ise ihtiyaçtan daha fazla suyun verildiğini gösterir. Araştırma alanında yapılan çalışmalar, 2022 yılına kadar sulama şebekesine ihtiyaçtan fazla su verildiğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni, ülkemiz genelinde yaşanan mevsimsel kuraklığın 2022 yılında ihtiyaç duyulan su miktarının altında bir su verilmesine yol açmasıdır.

Table 4. Annual water supply rate for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 4. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde su temini oranı

| Yıllar | Sulama sistemine giren toplam su miktarı (m ³) | Toplam sulama suyu ihtiyacı (m ³) | Yıllık su temini oranı |
|--------|--|---|------------------------|
| 2018 | 40464.116 | 27220.000 | 1.49 |
| 2019 | 33393.848 | 30730.000 | 1.09 |
| 2020 | 33814.451 | 30700.000 | 1.10 |
| 2021 | 33716.676 | 27520.000 | 1.23 |
| 2022 | 27365.830 | 28100.000 | 0.97 |

Mali Performans

Mali performans; yatırımın geri dönüşüm oranı, bakım masrafının gelire oranı, birim alana düşen işletme-bakım-yönetim masrafı, su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen toplam masraf, su ücreti toplama performansı, birim alana düşen çalışan personel sayısı olmak üzere altı performans göstergesi hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Yatırımın geri dönüşüm oranı: Yatırımın geri dönüşüm oranı, kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti ve işletme-bakım-yönetim masrafları temel alınarak hesaplanmıştır. Araştırma alanında yatırımın geri dönüşüm oranı %62 ile 125.08 arasında değişen değerler olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Cakmak ve ark. (2009) Asartepe sulama birliğinde 2001-2004 yılları için yaptıkları çalışmada yatırımın geri dönüşüm oranını %52-%170 arasında belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, Sakaryabaşı Sulama Birliği'nde işletme ve bakım masraflarının toplanan su ücretlerinden daha fazla olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle toplanan su ücretleri masrafları karşılamaya yeterli değildir. Diğer araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlar da dikkate alındığında, bu durumun bir örneği olduğu söylenebilir.

Table 5. Return on investment for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 5. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde yatırımın geri dönüşüm oranı

| Yıllar | Toplanan toplam su ücreti (\$) | İşletme-bakım-yönetim masrafları (\$) | Yatırımın geri dönüşüm oranı(%) |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 2018 | 212082.74 | 337564.66 | 62.83 |
| 2019 | 337528.04 | 435096.65 | 77.58 |
| 2020 | 390815.98 | 352260.49 | 110.95 |
| 2021 | 369173.06 | 311103.03 | 118.67 |
| 2022 | 379438.07 | 303349.24 | 125.08 |

Bakım masrafının gelire oranı: Sulama şebekesinde yıl içerisinde yapılan toplam bakım masrafının söz konusu yıl toplanan su ücretine bölünmesiyle hesaplanır. Araştırma alanında bu oranın en düşük değeri 2020 yılında %19.43, en yüksek değeri ise 2018 yılında %51.86 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Bu değerler, toplanan su ücretinin bakım masrafını karşılamaya yeterli düzeyde olduğunu ifade etmektedir. Örneğin, Tekiner ve Çakmak (2012) Bayramiç-Ezine, Pınar ve Truva Sulama Birlikleri üzerinde yaptıkları çalışmada, bakım masrafının gelire oranını %2 ile 354 arasında bulmuşlardır. Bu bulgular, araştırma alanındaki su ücretlerinin bakım masraflarını karşılamaya yeterli olduğunu destekleyen bir örnek olarak gösterilebilir.

Table 6. Values of the ratio of maintenance cost to income for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 6. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde bakım masrafının gelire oranı değerleri

| Yıllar | Bakım masrafı (\$) | Toplanan toplam su ücreti (\$) | Bakım masrafının gelire oranı (%) |
|--------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 2018 | 109981.29 | 212082.74 | 51.86 |
| 2019 | 77315.52 | 337528.04 | 22.91 |
| 2020 | 75937.52 | 390815.98 | 19.43 |
| 2021 | 77059.03 | 369173.06 | 20.87 |
| 2022 | 76932.63 | 379438.07 | 20.28 |

Birim alana düşen toplam işletme-bakım- yönetim masrafı: Sakaryabaşı sulama birliğinde, birim alana düşen toplam işletme-bakım-yönetim masrafı değişiklik göstermektedir. 2019 yılında en yüksek değer 73.07 \$ ha⁻¹ olarak belirlenirken, 2021 yılında en düşük değer ise 51.35 \$ ha⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Benzer şekilde, Nalbantoğlu ve Çakmak (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Akıncı Sulama Birliği'nde 1998-2005 yılları arasında birim alana düşen masrafın 22.53-108.61 \$ ha⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca, Çakmak ve ark. (2010) DSİ 5. Bölge'ye devredilen sulama şebekelerinde bu değeri 6.5-71.2 \$ ha⁻¹ olarak bulmuşlardır. Kepez Kooperatifinde ise Çakmak ve Tekiner (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, 2001-2008 yılları arasında birim alana düşen toplam işletme-bakım-yönetim masrafının 0.4-192.5 TL ha⁻¹ aralığında olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, araştırma alanında elde edilen birim alana düşen masraf değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Table 7. Total operating maintenance and management costs per unit area for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 7. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde birim alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafı

| Yıllar | Toplam işletme-bakım- yönetim masrafı (\$) | Sulanan alan (ha) | Birim alana düşen toplam işletme-bakım-yönetim masrafı (\$ ha ⁻¹) |
|--------|--|-------------------|---|
| 2018 | 337564.66 | 5588.30 | 60.41 |
| 2019 | 435096.65 | 5954.60 | 73.07 |
| 2020 | 352260.49 | 6071.00 | 58.02 |
| 2021 | 311103.03 | 6058.00 | 51.35 |
| 2022 | 303349.24 | 5774.00 | 52.54 |

Su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen toplam masraf: Su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen toplam masraf, işletme bakımında görevli eleman sayısına bağlı olarak hesaplanır. Çizelge 8'de belirtilen verilere göre, araştırma alanında en düşük değer 2021 yılında 9632.38 \$ kişi⁻¹ olarak kaydedilirken, en yüksek değer ise 2019 yılında 13589.57 \$ kişi⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşletme ve bakım personeli toplam masrafı, 2018'den 2022'ye doğru bir düşüş eğilimi göstermiştir. Örneğin, Çakmak ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, Asartepe sulama birliğinde su dağıtımında görevli her bir kişiye düşen masrafın 1523-5611 \$ kişi⁻¹ aralığında olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, araştırma alanında su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen masrafın farklılık gösterdiğini göstermektedir.

Table 8. Total cost per person employed in water distribution for Sakaryabaşı Irrigation Association

Çizelge 8. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen toplam masraf

| Yıllar | İşletme-bakım personeli toplam masrafı (\$) | İşletme bakımında görevli personel (kişi) | Su dağıtımında istihdam edilen her bir kişiye düşen toplam masraf (\$ kişi ⁻¹) |
|--------|---|---|--|
| 2018 | 115373.39 | 9 | 12819.27 |
| 2019 | 95126.98 | 7 | 13589.57 |
| 2020 | 76777.75 | 7 | 10968.25 |
| 2021 | 77059.03 | 8 | 9632.38 |
| 2022 | 69583.20 | 7 | 9940.46 |

Su ücreti toplama performansı: Sakaryabaşı sulama birliğinde su ücreti toplama performansı %75.08-96.40 arasında değişmektedir (Çizelge 9). Araştırma alanında su ücreti tahsilat oranı 2018-2019 yıllarında düşmüş, ancak 2019-2022 yılları arasında artış göstermiştir. 2022 yılında kaydedilen artış, sulama birliğinin başarılı bir yönetim sergilediğini göstermektedir. Beyribey (1997) tarafından devlet sulama şebekelerinde su ücreti toplama oranı ortalama %36 olarak saptanmıştır. Kullanıcılara devredilmeden önce tahsilat oranları %36-50 aralığında değişirken, devir sonrasında bu oranların %90'ın üzerine çıktığı belirtilmiştir. Tekirdağ Hayrabolu sulama şebekesinde ise su ücreti toplama performansı %5.1-61.1 olarak bulunmuştur (Şener ve ark. 2007). Bu bulgular, araştırma alanında elde edilen su ücreti toplama performansının benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Table 9. Water fee collection performance for Sakaryabaşı Irrigation Association

Çizelge 9. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde su ücreti toplama performansı

| Yıllar | Tahsil edilen toplam su ücreti (\$) | Alınması gereken toplam su ücreti (tahakkuk) (\$) | Su ücreti toplama performansı (%) |
|--------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|
| 2018 | 212082.74 | 226180.67 | 93.77 |
| 2019 | 337528.04 | 449545.86 | 75.08 |
| 2020 | 390815.98 | 479235.24 | 81.55 |
| 2021 | 369173.06 | 466897.76 | 79.07 |
| 2022 | 379438.07 | 393608.94 | 96.40 |

Birim alana düşen çalıştırılan personel sayısı: Sakaryabaşı sulama birliğinde birim alana düşen çalıştırılan personel sayısı 0.00115-0.00161 kişi ha⁻¹ aralığında değişmektedir (Çizelge 10). İncelenen verilere göre, en yüksek çalıştırılan personele düşen sulama alanı 2020 yılında 850.66 ha kişi⁻¹ olarak belirlenirken, en düşük değer ise 2018 yılında 620.92 ha kişi⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Bekisoğlu (1994) ideal koşullarda bir kişinin yaklaşık olarak 333 ha sulama alanına hizmet edebileceğini belirtmiştir. Ghazalli (2004) ise Malezya'da bir işletme bakımında görevli bir elemana 56-200 ha kişi⁻¹ alan düşüğünü saptamıştır. Bu bulgular, araştırma alanında birim alana düşen personel sayısının oldukça yetersiz olduğunu göstermektedir.

Table 10. Number of personnel employed per unit area for Sakaryabaşı Irrigation Association

Çizelge 10. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde birim alana düşen çalıştırılan personel sayısı

| Yıllar | İşletme-bakımda görevli personel sayısı (kişi) | Sulanan alan (ha) | Birim alana düşen çalıştırılan personel sayısı (kişi ha ⁻¹) | Çalıştırılan personele düşen alan miktarı (ha kişi ⁻¹) |
|--------|--|-------------------|---|--|
| 2018 | 9 | 5588.30 | 0.00161 | 620.92 |
| 2019 | 7 | 5954.60 | 0.00118 | 850.66 |
| 2020 | 7 | 6071.00 | 0.00115 | 867.29 |
| 2021 | 8 | 6058.00 | 0.00132 | 757.25 |
| 2022 | 7 | 5774.00 | 0.00121 | 824.86 |

Üretim Performansı

Birim sulama alanına karşılık elde edilen gelir: Birim sulama alanına karşılık elde edilen gelir, araştırma alanında bitki deseni ve satış fiyatına bağlı olarak yıllara göre değişmektedir. Çizelge 11'de en yüksek değer 2019 yılında 2179.49 \$ ha⁻¹ olarak kaydedilirken, en düşük değer ise 2022 yılında 1776.93 \$ ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Cakmak ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada ise Batman-Silvan, Devegeçidi, Derik-Kumluca, Nusaybin-Çağdaş ve Çınar-Göksu Sulama Birlikleri için 1996-2000 yılları arasında birim sulama alanına karşılık elde edilen gelirin 635-2.636 \$ ha⁻¹ aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu veriler, araştırma alanında elde edilen birim sulama alanında elde edilen gelirin yıllara göre değişkenlik gösterdiğini göstermektedir.

Table 11. Income obtained per unit irrigation area for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 11. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde birim sulama alanına karşılık elde edilen gelir

| Yıllar | Sulama alanında elde edilen gelir (\$) | Sulama alanı (ha) | Birim sulama alanına düşen gelir (\$ ha ⁻¹) |
|--------|--|-------------------|---|
| 2018 | 11209751.62 | 6200.00 | 1808.02 |
| 2019 | 13512829.55 | 6200.00 | 2179.49 |
| 2020 | 13204047.17 | 6200.00 | 2129.69 |
| 2021 | 11482992.08 | 6200.00 | 1852.10 |
| 2022 | 11016345.43 | 6200.00 | 1776.83 |

Sulanan birim alana karşılık elde edilen gelir: Sakaryabaşı sulama birliğinde sulanan birim alana karşılık elde edilen gelir, Çizelge 12'de sunulmaktadır. En yüksek değer 2019 yılında 2269.31 \$ ha⁻¹ olarak belirlenmişken, en düşük değer ise 2021 yılında 1895.51 \$ ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, sulanan alanın ve bitki deseninin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Çakmak (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, Kızılırmak Havzası'ndaki 8 sulama birliği için 1999-2000 yıllarında birim sulanan alana karşılık elde edilen gelirin 87-4678 \$ ha⁻¹ aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu veriler, elde edilen gelirin sulanan birim alana göre değiştiğini göstermektedir.

Table 12. Income obtained per unit area irrigated for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 12. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde sulanan birim alana karşılık elde edilen gelir

| Yıllar | Sulama alanında elde edilen gelir (\$) | Sulanan alan (ha) | Birim sulanan alana düşen gelir (\$ ha ⁻¹) |
|--------|--|-------------------|--|
| 2018 | 11209751.62 | 5588.30 | 2005.93 |
| 2019 | 13512829.55 | 5954.60 | 2269.31 |
| 2020 | 13204047.17 | 6071.00 | 2174.94 |
| 2021 | 11482992.08 | 6058.00 | 1895.51 |
| 2022 | 11016345.43 | 5774.00 | 1907.92 |

Şebekeye alınan birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir: Şebekeye alınan birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir değerleri, Çizelge 13'te bulunmaktadır. En yüksek gelir 2019 yılında 0.405 \$ m⁻³ olarak kaydedilirken, en düşük değer ise 2018 yılında 0.277 \$ m⁻³ olarak tespit edilmiştir. Merdun (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, DSI tarafından işletilen ve devredilen sulama şebekelerinde şebekeye alınan birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelirin 0.04-0.56 \$ m⁻³ aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu veriler, şebekeye alınan birim sulama suyuna ve yetiştirilen bitkilere bağlı olarak elde edilen gelirin değişebileceğini göstermektedir.

Table 13. Revenue for unit irrigation water taken into the network for Sakaryabaşı irrigation union
Çizelge 13. Sakaryabaşı sulama birliğinde şebekeye alınan birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir

| Yıllar | Sulama alanında elde edilen gelir (\$) | Sulama sistemine giren toplam su miktarı (m ³) | Birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir (\$ m ⁻³) |
|--------|--|--|--|
| 2018 | 11209751.62 | 40464116.00 | 0.277 |
| 2019 | 13512829.55 | 33393848.00 | 0.405 |
| 2020 | 13204047.17 | 33814451.00 | 0.390 |
| 2021 | 11482992.08 | 33716676.00 | 0.341 |
| 2022 | 11016345.43 | 27365830.00 | 0.403 |

Tüketilen birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir: Sulamada tüketilen birim suya karşılık elde edilen gelir değerleri, Sakaryabaşı Sulama Birliği sulama alanında Çizelge 14'te verilmiştir. En yüksek gelir 0.814 \$ m⁻³olarak tespit edilirken, en düşük gelir 0.276 \$ m⁻³olarak kaydedilmiştir. Nalbantoğlu ve Çakmak (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Akıncı Sulama Birliği'nde tüketilen birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelirin 1.348-2.887 \$ m⁻³aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu veriler, tüketilen birim sulama suyuna, bitki verimine ve satış fiyatına bağlı olarak elde edilen gelirin değişebileceğini göstermektedir.

Table 14. Income from unit irrigation water consumed for Sakaryabaşı Irrigation Association
Çizelge 14. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde tüketilen birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir

| Yıllar | Sulama alanında elde edilen gelir (\$) | Toplam tüketilen sulama suyu (m ³) | Tüketilen birim sulama suyuna karşılık elde edilen gelir (\$ m ⁻³) |
|--------|--|--|--|
| 2018 | 11209751.62 | 14698800.00 | 0.763 |
| 2019 | 13512829.55 | 16594200.00 | 0.814 |
| 2020 | 13204047.17 | 16578000.00 | 0.796 |
| 2021 | 11482992.08 | 14860800.00 | 0.773 |
| 2022 | 11016345.43 | 15174000.00 | 0.726 |

Sonuç ve Öneriler

Bir sulama yönetimin başarısının artırılması veya sürdürülebilirliğinin sağlanması, sulama sonuçlarının analiz edilerek sonuçların değerlendirilmesi ile sağlanabilir. Performans analizleri, sulama yönetimine mevcut durumun belirlenmesi, varsa problemlerin tespiti ve muhtemel çözümleri noktasında yol gösterir. Sulama, mali ve üretim performansı konularında analizlerde kullanılacak çok sayıda gösterge geliştirilmiştir. Bu çalışmada ülkemizde yaygın olarak kullanılan performans göstergeleri analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları ve devredilen tesislerin değerlendirmeleri, sulama tesislerinin kullanıcıların oluşturduğu teşkilatlara devredildikten sonra sulama şebekelerinin performansında önemli gelişmeler sağlandığını göstermektedir.

Devredilen sulama şebekelerinde, işletme, bakım ve yönetim sorumluluğunu üstlenen sulama birliğinin başarısı, sulama şebekesinin performans düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Sulama birliklerinde başarıya ulaşmanın temeli, sulama sistemlerinin mevcut performans düzeyinin ve performansın nasıl artırılacağına belirlenmesidir. Bulgular değerlendirildiğinde, Sakaryabaşı Sulama Birliğinin su yönetimi açısından yüksek performans sergilediği söylenebilir. Ancak birliğin karşılaştığı önemli sorunlardan biri, sulama sisteminin eski olması ve sulama sahasında bulunan büyük mera alanının su kullanımı için potansiyel tarım arazilerinin kısıtlanmasına neden olmasıdır. Sulama tesisinin onarımı ve bazı bölümlerinin yeniden inşa edilmesi ile sulama performansının daha da artması mümkün olabilecektir.

Teşekkür

Çalışmanın veri toplama aşamasında değerli yardımlarını gördüğümüz Sakaryabaşı Sulama Birliği Başkanı Murat TUZLACIOĞLU ve çalışma arkadaşlarına 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

- Anonim, 2019. Devlet Su İşleri, İşletme Bakım Mühendisleri Temel Eğitim Semineri. 08-12.04.2019, İstanbul.
- Anonim 2022a. 2021 yılı DSİ ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı. 755s. Ankara.
- Anonim 2022b. Sakaryabaşı Sulama Birliği kayıtları, Eskişehir.
- Anonim, 2023a. Devlet Su İşleri 2022 Yılı Faaliyet Raporu. 2023, Ankara.
- Anonim, 2023b. <https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Menu/34/Genel-Bilgiler#:~:text=%C4%B0KL%C4%B0M%20%20E2%80%8B%C3%96ZELL%C4%B0KLER%C4%B0&text=Y%C4%B1ll%C4%B1k%20s%C4%B1cakl%C4%B1k%20ortalamas%C4%B1%2C%2010.9%C2%B0,C%20aras%C4%B1nda%20de%C4%9Fi%C5%9Fen%20derecelere%20rastlanabilir>.
- Bekisoglu, M., 1994. Irrigation Development and Operation and Maintenance Problems in Turkey. Proceedings of the Conference on Development of Soil and Water Resources. General Directorate of State Hydraulic Works, Ankara, pp: 579-586.
- Beyribey, M., 1997. Devlet Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1480, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler. 813. Ankara
- Burton, M., Molden, D., Scutsch, J., 2000. Benchmarking Irrigation and Drainage System Performance. International Programme on Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID), 49p.
- Cengiz, A., Uçar, Y., 2021. Acıpayam Sulama Şebekesi Performansının Değerlendirilmesi. Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi. 3(1): 22-29.
- Çakmak, B., Polat, H. E., Kendirli, B., Gokalp, Z., 2009. Evaluation of Irrigation Performance of Asartepe Irrigation Association: A Case Study From Turkey. Journal of Akdeniz University Agricultural Faculty, Antalya. 22(1): 1-8.
- Cin, S., Çakmak, B., 2017. Assessment of Irrigation Performance in Başören Irrigation Cooperative Area of Beypazarı, Ankara. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. 34 (2): 10-19.
- Çakmak, B., Beyribey, M., Kodal, S., Erözel, A.Z., Aküzüm, T., 1995. Sulama Şebekelerinin Kullanıcıya Devri. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart- 2 Nisan 1995, s.95-109, Kemer, Antalya.
- Çakmak, B., 2002. Kızılırmak Havzası Sulama Birliklerinde Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:5, Sayı:2, s.130-141, K.Maraş.
- Çakmak, B., Beyribey, M., Yıldırım, Y.E., Kodal, S., 2004. Benchmarking Performance of Irrigation Schemes: A Case Study from Turkey. Irrigation and Drainage, The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage. 53(2): 155-164.
- Çakmak, B., Tekiner, M., 2010. Çanakkale Kepez Kooperatifinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. 1. Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu 27-29 Mayıs 2010. Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Cilt:1, s.279-290, K.Maraş.
- Çakmak, B., Kibaroglu, A., Kendirli, B., Gokalp, Z., 2010. Assessment of The Irrigation Performance of The Transferred Schemes in Turkey: A Case Study Analyses. Irrigation and Drainage, The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage. 59(2): 138-149.
- Değirmenci, H., Buyukcangaz, H., Kuşçu, H., 2003., Assessment of Irrigation Schemes with Comparative Indicators in the Southeastern Anatolia Project. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 27 (2003): 293-303.
- Ghazalli, M.A., 2004. Benchmarking of Irrigation Projects in Malaysia: Initial Implementation Stages and Preliminary Results. Irrigation and Drainage, The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage. 53(2): 195-212.
- Malano, H., Burton, M., 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID), FAO, 44p., Rome, Italy.
- Merdun, H., 2004. Comparison of Irrigation Performance Based on The Basin, Crop Pattern, and Scheme Sizes Using External Indicators. Turk J Agric For. 28: 321-331.
- Sener, M., Yuksel, A.N., Konukcu, F., 2007. Evaluation of Hayrabolu Irrigation Scheme in Turkey Using Comparative Performance Indicators. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 4(1) :43-54.
- Nalbantoğlu, G., Çakmak B., 2007. Akıncı sulama birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 13(3): 213- 223.
- SYGM, 2021. Tarım Sektöründe Su Verimliliğine İlişkin Metodolojik Rehber. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 91s. Ankara.

Tekiner, M., Çakmak, B., 2012. Aynı Kaynaktan Su Alan Üç Sulama Birliğinde Su Yönetim Performansının Değerlendirilmesi. 2. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu 24-25 Mayıs, s.1-8, İzmir.

Araştırma Makalesi

Çanakkale - Kaz Dağları'nda Yeni Bir Yıkıcı Zararlı: *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)

Şahin Kök^{1,2*}  İpek Yaşar²  İsmail Kasap³ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lâpseki M.Y.O., Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, 17800, Lâpseki, Çanakkale, Türkiye

^{2,3}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: sahinkok@comu.edu.tr; sahinkok@gmail.com

Geliş Tarihi: 27.07.2023

Kabul Tarihi: 01.11.2023

Öz

Asya kestane gal arısı olarak bilinen *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) dünyada kestane ağaçları üzerindeki en önemli ve yıkıcı zararlılardan biridir. Bu zararlı kestane üretiminde ciddi ekonomik kayıplara sebep olmasının yanı sıra tomurcuk ve yaprakları deforme ederek kestane ağaçlarının ölümüne sebep olabilmektedir. Bu çalışmada 2023 yılı Nisan ve Temmuz ayları arasında Çanakkale ili içerisinde yer alan Kaz Dağları'nda kestane ağaçları üzerinde *D. kuriphilus*'un varlığı ilk kez tespit edilmiştir. Ayrıca, *D. kuriphilus*'un zarar oranı ve biyolojisi üzerine önemli veriler ortaya çıkarılmıştır. Gözlemlerimize göre açık veya koyu yeşil renkteki galler Nisan başından itibaren kestane ağaçlarının yaprak ve tomurcukları üzerinde oluşmaya başlamış daha sonraki dönemde bu galler kırmızımsı renge dönmüştür. Nisan başından Haziran başına kadar toplanan gallerin içinden çoğunlukla *D. kuriphilus*'un larvaları elde edilirken Haziran ve Temmuz ayları arasında toplanan gallerden ise daha çok pupa ve ergin bireyler elde edilmiştir. *D. kuriphilus*'un zarar oranı göz önüne alındığında ağaç başına ortalama gal sayısı 61.7-82.3 olurken her ağaçtaki 50 cm'lik dal üzerindeki ortalama gal sayısı ise 6.17-8.23 olarak belirlenmiştir. Buna göre Kazdağları'nda kestane ağaçları üzerinde *D. kuriphilus*'un zarar oranının ekonomik zarar eşiğinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Dryocosmus kuriphilus*, Kestane ağacı, Kaz Dağları, Çanakkale

A New Destructive Pest in the Ida Mountains - Çanakkale: *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)

Abstract

The Asian chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) is one of the most important and destructive pests on chestnut trees worldwide. This pest causes severe economic yield losses in chestnut production and may cause the death of chestnut trees by deforming the leaf and bud of the trees. In this study, the infestation of *D. kuriphilus* on chestnut trees was determined for the first time in the Ida Mountains located in Çanakkale Province, Türkiye between April and July 2023. Also, some important data on the damage ratio and biology of *D. kuriphilus* were revealed. Based on our observations, the light or dark green galls started to emerge on the leaves and buds of chestnut trees from the beginning of April, and these galls turned red in the following periods. While larval instars of *D. kuriphilus* were mostly obtained from the galls collected from the beginning of April to the beginning of June, while the pupae or adults of insect were obtained from the galls collected between June and July. Considering the damage ratio of *D. kuriphilus*, the mean number of galls per tree was recorded as 61.7-82.3, while the mean number of galls per 50 cm twig in each tree was noted as 6.17-8.23. Accordingly, it was determined that the damage ratio of *D. kuriphilus* on chestnut trees in the Ida Mountains was above the economic damage threshold level.

Keywords: *Dryocosmus kuriphilus*, Chestnut tree, Ida Mountains, Çanakkale

Giriş

Kestane [*Castanea* spp. (Fagaceae)] meyve, kereste ve bal üretimi için yetiştirilmesinin yanı sıra orman ekosistemleri ve besin ağlarının önemli bileşenlerinden birisidir (Cooper ve Rieske, 2010;

Pezzi ve ark., 2011). Kestane dünyada Amerika, Avrupa, Kafkasya, Çin, Japonya ve Kore başta olmak üzere birçok bölgede yetişmektedir (Yaltırık, 1982). Türkiye’de ise Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinin nemli orman kısımlarında *Castanea sativa* Mill. (Fagaceae) türü olarak doğal bir şekilde yayılım göstermektedir (Subaşı, 2004). Dünya kestane üretimi 2021 yılında 568 bin ha alanda yaklaşık 2.23 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de ise 14 bin ha alanda yaklaşık 78 bin ton kestane üretimi yapılmıştır. Türkiye dünya kestane üretiminde Çin ve İspanya’nın ardından 3. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2021). Çanakkale ilinde ise 2021 yılında yaklaşık 1200 ton ürün ile Türkiye kestane üretiminin %1.5’i gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Ayrıca, Çanakkale’nin Bayramiç ilçesi sınırlarındaki Kaz Dağları’nın kuzey yamaçlarında doğal olarak yayılım gösteren kestane ağaçlarından toplanan meyveler yöre halkının geçim kaynakları arasında yer almaktadır (Anonim, 2023).

Asya Kestane Gal Arısı olarak bilinen *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) dünyada kestane ağaçları üzerindeki en önemli zararlılardan biri olup kestane üretiminde önemli oranda azalmaya sebep olmaktadır (EPPO, 2005; Battisti ve ark., 2014; Vollmeier ve ark., 2018). *Dryocosmus kuriphilus* Çin kökenli bir zararlı olup Avrupa kıtasında ilk olarak 2002 yılında İtalya’da tespit edilmiştir (Brussino ve ark., 2002). Bu zararlının varlığı Türkiye’de ise ilk olarak 2014 yılında Bursa ve Yalova illerinde kestane ağaçları üzerinde rapor edilmiştir (Çetin ve ark., 2014). *Dryocosmus kuriphilus* daha sonraki yıllarda oldukça hızlı bir yayılım göstererek Türkiye’nin Marmara (Balıkesir, Bilecik, İstanbul, Kocaeli, Sakarya), Karadeniz (Bartın, Düzce, Giresun, Samsun, Sinop, Zonguldak) ve Ege (İzmir) bölgelerinde kayıt edilmiştir (Şah, 2019; Azmaz ve Katılmış, 2020; Yıldız ve ark., 2020; Mıcık ve İpekdal, 2021; Mıcık ve ark., 2021; Akyüz ve ark., 2022).

Dryocosmus kuriphilus’un kestane ağaçlarında çiçek, sürgün ve yapraklarda oluşturduğu galler yaprak oluşumu ve fotosentezde önemli oranda azalmaya sebep olmaktadır. Bunun sonucunda kestane ağacının büyümesi, meyve ve odun üretimi olumsuz etkilenmektedir (Battisti ve ark., 2014; Marcolin ve ark., 2017). ABD ve İtalya’da yapılan çalışmalarda zararlının kestane ağaçları üzerindeki zarar oranı ve verim kaybının %50-80 arasında olduğu belirtilmektedir (Payne ve ark., 1983; Bosio ve ark., 2013; Battisti ve ark., 2014). Türkiye’de ise İpekdal ve ark. (2014)’nın Yalova ilinde yaptığı gözlemler kestane ağaçlarının birçok dalının yaklaşık %80 oranında gal içerdiği ve meyve veriminin ise durma noktasına geldiğini ortaya koymaktadır.

Yukarıda sunulan bilgiler ışığında bu çalışmada, 2023 yılı Nisan ve Temmuz ayları arasında kestane ağaçlarının en önemli zararlısı olan *D. kuriphilus*’un Kaz Dağları’nın Çanakkale ili sınırları içerisinde kalan kısımlarındaki varlığının belirlenmesi, biyolojisi ve zarar oranı üzerine bazı gözlemlerin yapılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Örnekleme Alanı

Yunan mitolojisinde “İda Dağları” olarak da bilinen Kaz Dağları, Türkiye’nin Marmara ve Ege Bölgeleri ile Çanakkale ve Balıkesir illeri arasında doğal bir sınır oluşturmaktadır (Uysal ve ark., 2011). Bölgedeki kuzey-güney doğrultusundaki derin vadiler ve kanyonlar, deniz etkilerinin bölgenin iç kesimlerine taşınmasına olanak sağladığı için zengin bir bitki örtüsüne sahiptir ve çok sayıda endemik bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Kaz Dağları Türkiye’nin en önemli biyolojik çeşitlilik noktalarından olup (Sevgili ve ark., 2011) endemik ve nadir bitki türlerine ev sahipliği yapan en önemli doğal alanlardan biridir (Gemici, 2001). Kaz Dağları’nda yaklaşık 800 bitki türü doğal olarak yetişmekte ve bunların 86’sı ülkemiz için endemik türler arasında yer almaktadır. Bölge flora ve fauna bakımından, Biga yarımadasının en zengin alanı durumundadır. Ormanlık alanların ağaç türleri başta Kazdağı göknarı (endemik) olmak üzere kayın, karaçam, kızılçam, bodur ardıç, meşe, kestane ve adi porsuk türlerinden oluşmaktadır. Kaz Dağları’nda kestane ağaçları daha çok bölgenin Çanakkale sınırlı içerisinde bulunan kuzey ve kuzeybatı kısımlarında 0.13 km² alanda saf yayılışlı kestane ormanları şeklinde bulunmaktadır. Bunun yanı sıra bölgenin farklı kısımlarında yaklaşık 12 km² alanda *Quercus* (Meşe) - *Castanea* (Kestane), *Fagus* (Kayın) - *Castanea* (Kestane) ve *Pinus* (Karaçam) - *Castanea* (Kestane) birliktelikleri görülmektedir (Hepbilgin, 2019). Bu çalışma kapsamında kestane ağaçları üzerinden örnekleme yapılan alanlar Şekil 1’de gösterilmiştir.

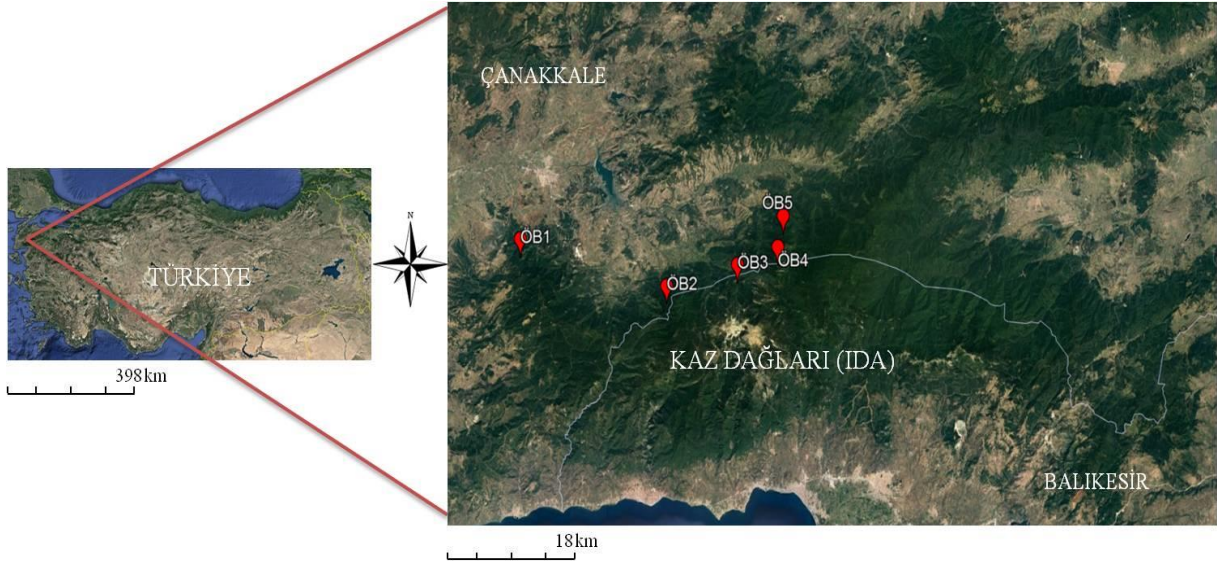


Figure 1. The map showing the sampling regions in the Ida Mountains.
Şekil 1. Kaz Dağları'ndaki örnekleme bölgelerini gösteren harita.

Arazi Çalışmaları

Dryocosmus kuriphilus'un Kaz Dağları'nın Çanakkale ili sınırları içerisinde yer alan kısımlarında kestane ağaçları üzerindeki varlığını belirlemek ve zarar yoğunluğu ile biyolojileri üzerine gözlemler yapmak amacıyla arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmalar 2023 yılı Nisan ve Temmuz ayları arasında Çanakkale ili Bayramiç ilçesi sınırlarında yer alan Kaz Dağları'nın eteklerinde on günde bir olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kestane ağaçlarının *D. kuriphilus* ile bulaşık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ağaçların tomurcuk, yaprak ve sürgün kısımları kontrol edilmiş ve bu kısımlarda zararlının oluşturduğu gal yapıları gözlemlenmiştir. *Dryocosmus kuriphilus* ile bulaşık olduğu tespit edilen kestane ağaçlarından yeterli sayıda üzerinde gal meydana gelen dal kısımları farklı dönemlerdeki bireylerin elde edilebilmesi amacıyla kesilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen galler dikkatli bir şekilde bistüri ile kesilerek zararlının larva ve pupa dönemleri ortaya çıkarılmış ve ayrıntılı fotoğrafları çekilmiştir. *Dryocosmus kuriphilus*'un ergin bireylerinin elde edilebilmesi amacıyla galler uç kısımlarında cam tüpler bulunan kültür kapları (Şekil 2a) içerisine alınmıştır. Ayrıca kültür kapları içerisinde nem oluşumu ve gallerin çürümesini engellemek amacıyla ön kısımlarına tül ile kapatılmış havalandırma delikleri açılmıştır. Kültür kapları günlük olarak kontrol edilerek ergin *D. kuriphilus* bireyleri elde edilmiştir (Şekil 2 b). Daha sonra ergin *D. kuriphilus* bireyleri içerisinde %70'lik etil alkol bulunan eppendorf tüpleri içerisine alınmıştır.

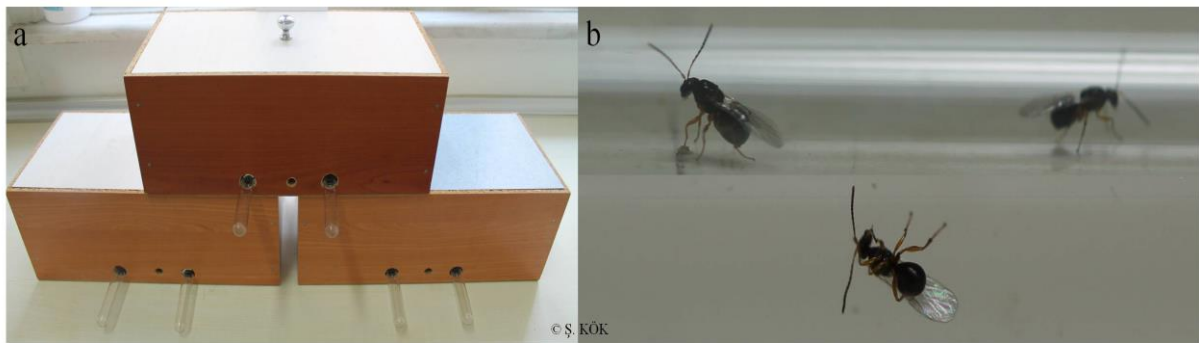


Figure 2. a- The boxes used to emerge adult individuals under laboratory conditions, b- Adult individuals of *Dryocosmus kuriphilus*.

Şekil 2. a- Laboratuvar koşullarında ergin bireylerin elde edilmesinde kullanılan kutular, b- *Dryocosmus kuriphilus*'un ergin bireyleri.

Ayrıca *D. kuriphilus*'un zarar oranı ve ekonomik zarar seviyesi ile ilgili ön veriler elde edebilmek amacıyla Battisti ve ark. (2014)'ün yöntemi bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Buna göre her örnekleme bölgesinden rastgele üç kestane ağacı seçilmiştir. Seçilen her ağacın farklı bölgelerinden toplam 10 dalın uç sürgünden itibaren 50 cm'lik kısımlarındaki galler sayılmıştır. Dallardaki sayılan galler kayıt edilerek ağaç başına ortalama gal sayısı ve her ağaç için 50 cm'lik dal başına ortalama gal sayısı hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma ile Kaz Dağları'nın Çanakkale ili sınırlarında yer alan bölgelerde 2023 yılı Nisan ve Temmuz ayları arasında yapılan örneklemler sonucunda kestane ağaçları üzerinde *D. kuriphilus*'un varlığı ilk kez tespit edilmiştir. Örneklemler sırasında yapılan gözlemlerde Nisan ayı başından itibaren yapraklarda ve tomurcuklardaki gallerin ilk olarak açık veya koyu yeşil renklerde oluşmaya başladığı, daha sonraki dönemlerde ise gallerin kırmızıya dönmeye başladığı tespit edilmiştir. Yapraklarda meydana gelen gallerin yaprak ana damarının sap kısmına yakın yerlerde veya ana damarın yaprak ucuna ulaştığı kısımlarda oluştuğu ve kalın olduğu yerde şekil bozukluğu veya kıvrılmalar meydana geldiği gözlenmiştir. Tomurcuklarda veya yaprakların dip kısımlarında meydana gelen gallerin ise bir veya birden çok kalın birleşmesiyle oluştuğu ve düzensiz şekillerde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Figure 3. Galls caused by *Dryocosmus kuriphilus* on the leaves and buds of chestnut trees in the Ida Mountains.
Şekil 3. Kaz Dağları'nda kestane ağaçlarının yaprak ve tomurcuklarında *Dryocosmus kuriphilus*'un meydana getirdiği galler.

Örnekleme döneminde kestane ağaçları üzerinden toplanan ve üzerinde galler bulunan dallar laboratuara getirildikten sonra galler yaprak ve dallarından ayıklanmış ve bir bistüri yardımıyla dikkatli bir şekilde kesilerek içerisindeki farklı dönemlerdeki *D. kuriphilus* bireyleri ortaya

çıkarılmıştır. Galler kesildiğinde elde edilen *D. kuriphilus*'un larva dönemlerinin vücut uzunluğu yaklaşık 2-3 mm olup, vücut mat beyaz - krem renğinde, gözleri ve bacakları bulunmamaktadır (Şekil 4a). *Dryocosmus kuriphilus*'un pupası yaklaşık 3 mm boyunda olup vücudu siyah - kahverengimsi renktedir (Şekil 4b). Ergin bireylerin ise 3-3.5 mm boyda olduğu anten ve bacakların ise koyu sarı - kahverengi renkte olduğu gözlenmiştir (Şekil 4c).



Figure 4. a- larva, b- pupa, c- adult stages of *Dryocosmus kuriphilus*.

Şekil 4. *Dryocosmus kuriphilus* 'un a- larva, b- pupa, c- ergin dönemleri.

Dryocosmus kuriphilus'un biyolojisi üzerine ön bilgiler elde edebilmek için yapılan gözlemler sonucunda, Nisan başından Haziran başına kadar olan dönemde laboratuvara getirilerek kesilen gallerden zararlının daha çok larva dönemleri elde edilirken Haziran - Temmuz ayları arasında kesilen gallerden ise çoğunlukla zararlının pupa veya gal içerisinden çıkmaya hazır hareketli ergin bireyleri elde edilmiştir. Ayrıca *D. kuriphilus*'un Kaz Dağları'nda kestane ağaçları üzerindeki zarar oranına yönelik veriler elde edebilmek amacıyla da örnekleme yapılan bölgelerdeki ağaçların dallardaki gal sayıları kayıt edilmiş ve ağaç başına gal ortalamaları hesaplanmıştır. Kaz Dağları'nda örnekleme yapılan bölgelerdeki ağaç başına ortalama gal sayıları ($G_o/ağaç$) göz önüne alındığında, bölgedeki kestane ağaçlarındaki ortalama gal sayılarının 61.7 - 82.3 arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük ağaç başına ortalama gal sayısı 61.7 ile Örenli - Çaldağ bölgesinde tespit edilirken, en yüksek ortalama gal sayısı ise Sazak Gözetleme Kulesi bölgesinde belirlenmiştir. Diğer taraftan örnekleme yapılan bölgelerdeki her ağaçtaki 50 cm'lik dal başına ortalama gal sayıları (G_o/dal) da 6.17 - 8.23 olarak tespit edilmiştir. Kestane ağaçlarında *D. kuriphilus* için ekonomik zarar eşiğinin her ağaç için 50 cm'lik dal başına ortalama gal sayısının (G_o/dal) 6 olduğu göz önüne alındığında, Kaz Dağları'ndaki kestane ağaçlarının gal sayısı bakımından zararlının ekonomik zarar eşiğinin üstünde bir değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Table 1. The mean number of galls per tree and twig for *Dryocosmus kuriphilus* determined in the sampling regions in the Ida Mountains.

Çizelge 1. Kaz Dağları'ndaki örnekleme bölgelerinde (ÖB) belirlenen *Dryocosmus kuriphilus* için ağaç ve dal başına ortalama gal sayıları.

| | ÖB1 (Örenli- Çaldağ) | ÖB2 (Mekkare Tepe) | ÖB3 (Ayazma Üstü) | ÖB4 (Sazak Gözetleme Kulesi) | ÖB5 (Çırpılar Üstü) |
|------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1. Ağaç | 56 | 79 | 77 | 84 | 52 |
| 2. Ağaç | 63 | 54 | 68 | 92 | 71 |
| 3. Ağaç | 66 | 60 | 88 | 71 | 65 |
| $G_o/ağaç$ | 61.7 | 64.3 | 77.7 | 82.3 | 62.7 |
| G_o/dal | 6.17 | 6.43 | 7.77 | 8.23 | 6.27 |

Kestane Türkiye'nin Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde doğal veya kültüre alınmış alanlarda yerel halkın ve üreticilerin önemli bir gelir kaynağı olmasının yanı sıra orman alanlarında odun hammaddesi veya bal üretiminde kullanılması gibi sebeplerden dolayı oldukça önemlidir. Dolayısıyla kestane üzerinde önemli zararlara ve verim kayıplarına sebep olabilen ve son yılların en önemli istilacı zararlı türlerinden olan *D. kuriphilus*'un hem dünyada hem de Türkiye'de bu kadar hızlı yayılması ve yoğun zararlar meydana getirmesi önemli bir tehlike oluşturmaktadır. Zararlıının Türkiye'de 2014 yılında Yalova'da tespit edilmesinden (Çetin ve ark., 2014) günümüze kadar geçen sürede Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinin birçok ilinde yoğun bir şekilde tespit edilmesi dikkatle takip edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de kestane ağaçlarında *D. kuriphilus*'un zarar yoğunluğu üzerine yürütülen çalışmalar da zararlıının ekonomik zarar eşiğinin oldukça üzerinde olduğunu kanıtlanmaktadır. Samsun'da Akyüz ve ark. (2022) tarafından farklı kestane genotipleri üzerinde yürütülen çalışmada Marigoule genotipi üzerinde 50 cm'lik dal başına ortalama 10.82 gal tespit edilmiştir. Diğer taraftan Şah (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada Bursa, İstanbul ve Yalova illerinin farklı bölgelerinde kestane ağaçlarında *D. kuriphilus*'un 50 cm'lik dal başına sırasıyla ortalama 30.00, 28.70 ve 28.20 gal meydana getirdiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ortaya çıkardığımız örnekleme yapılan bölgelerdeki ağaçlarda 50 cm'lik dal başına ortalama gal sayılarının 6.17 - 8.23 arasında değişmesi de yukarıdaki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Hem bu çalışmada sunduğumuz sonuçlar hem de Türkiye'nin farklı bölgelerinde yürütülen yukarıdaki çalışmaların sonuçları *D. kuriphilus*'un kestane ağaçları üzerinde ekonomik zarar eşiğinin oldukça üzerinde bir zarar yoğunluğuna ulaştığını ortaya koymaktadır. Buna paralel olarak Battisti ve ark. (2014) kestane ağaçlarında 50 cm'lik dal başına yılda ortalama 4 - 6 gal sayısı yaklaşık %50 oranında verim kaybına sebep olurken dal başına ortalama gal sayısı 6'yı aştığında verim kayıplarının %80'e kadar çıkabileceğini bildirmiştir. Türkiye'de özellikle kültür alanlarında yetiştirilen kestane ağaçlarında *D. kuriphilus*'dan kaynaklı verim kayıplarına yönelik henüz ayrıntılı veriler ortaya çıkarılmamış olsa da yukarıda sunulan çalışmalar ülkemizde bu zararlıının önemli verim kayıplarına sebep olabilme ihtimalini gün geçtikçe güçlendirmektedir.

Diğer taraftan, Türkiye'de hem tarım alanlarında kültürel olarak yetiştirilen hem de ormanlık alanlarda doğal olarak yayılım gösteren kestane ağaçları üzerindeki bu zararlıının baskılanmasında kullanılan en önemli yöntemlerin başında bir parazitoit tür olan *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae)'in salınması gelmektedir. *Torymus sinensis*'in *D. kuriphilus*'un biyolojik mücadelesinde kullanılması ümitvar sonuçlar ortaya koymaktadır (İpekdal ve ark. 2017). Ayrıca bazı kestane çeşitlerinin *D. kuriphilus*'a dayanıklılık göstermesi (Akyüz ve ark., 2022; Müftüoğlu ve ark., 2023) zararlı ile biyolojik mücadelenin yanı sıra yeni üretim alanlarının kurulmasında dayanıklı çeşit kullanımının da önemli bir başarı sağladığını ortaya koymaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile Kaz Dağları'nın Çanakkale ili sınırları içerisinde kalan alanlarda kestane ağaçları üzerinde *D. kuriphilus*'un varlığı ilk kez ortaya çıkarılmış olup, zarar oranı ve biyolojisi üzerine önemli veriler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar *D. kuriphilus*'un Türkiye'deki yayılım alanını gün geçtikte hızlı bir şekilde genişlettiğini göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada belirlenen *D. kuriphilus*'un kestane ağaçları üzerindeki zarar oranının ekonomik zarar eşiğinin üzerinde olması Kaz Dağları'nın Çanakkale sınırları içerisinde yer alan bölgelerindeki kestanelerin yerel halk için önemli bir gelir kaynağı olmasına da önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Zararlı ile biyolojik mücadele çalışmalarının ümitvar sonuçlar ortaya koyması, gelecekte bölgede yürütülecek biyolojik mücadele çalışmalarında parazitoit tür *T. sinensis*'in varlığı, yoğunluğu, yaygınlığının belirlenmesi ve salım çalışmalarının yapılması zararlıının baskılanmasında önem arz etmektedir. Ayrıca yeni üretim alanlarının kurulmasında zararlıya karşı dayanıklı olduğu bilinen kestane çeşitlerinin kullanımının da yaygınlaştırılması zararlıının mücadelesine önemli katkılar sağlayacaktır. Sonuç olarak Kaz Dağları başta olmak üzere Türkiye'nin farklı bölgelerindeki hem orman hem de kültür alanlarındaki kestaneler üzerinde zararlı *D. kuriphilus*'un biyolojisi, zarar oranı, biyolojik mücadele imkânları ve dayanıklı kestane çeşitleri üzerine ayrıntılı çalışmalar yapılmasının bu zararlıının bir an önce kontrol altına alınmasına önemli katkı 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

- Anonim, 2023. Kaz Dağı kestanesi, bölge halkının gelir kaynağı. <https://www.dha.com.tr/gundem/kaz-dagi-kestanesi-bolge-halkinin-gelir-kaynagi-1729492>, (Erişim tarihi: 09.10.2023).
- Akyüz, B., Saruhan, İ., Serdar, Ü., 2022. Damage ratio of the Asian chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hemiptera: Cynipidae) in Samsun Province of Türkiye: First Report. TURJFAS 4: 57–59.
- Azmaç, M., Katılmış, Y., 2020. New infestation of Asian chestnut gall wasp in eastern Black Sea Region, Turkey: a potential threat to natural regional chestnut population. Acta Bio. Turc. 33: 205–210.
- Battisti, A., Benvegnu, I., Colombari, F., Haack, R.A., 2014. Invasion by the chestnut gall wasp in Italy causes significant yield loss in *Castanea sativa* nut production. Agric. For. Entomol. 16: 75–79.
- Bosio, G., Armando, M., Moriya, S., 2013. Toward biological control of the chestnut gall wasp. L'Informatore Agrario, 14: 60–64.
- Brussino, G., Bosio, G., Baudino, M., Giordano, R., Ramello, F., Melika, G., 2002. Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. Inf. Agrar. 58: 59–61.
- Cooper, W. D., Rieske, L. K., 2007. Community associates of an exotic gallmaker, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), in Eastern North America. Ann. Entomol. Soc. Am. 100: 236–244.
- Çetin, G., Orman, E., Polat, Z., 2014. First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey. Bit. Kor. Bül 54: 303–309.
- EPPO, 2005. *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bulletin, 35: 422–424.
- FAOSTAT, 2021. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, (Erişim tarihi: 25.07.2023).
- Gemici, Y., 2001. Kazdağları'nda flora ve vegetasyon. TMMOB Orman Mühendisleri Odası Kaz Dağları 1. Ulusal Sempozyumu, Altınoluk, Edremit 26 s.
- Hepbilgin, B., 2019. Kazdağı ormanlarında birliklere göre eğim ve bakı analizi. J. Int. Soc. Res. 12: 229–246.
- İpekdal, K., Coşkuncu, K. S., Aytar, F., Doğanlar, M., 2014. Kestane Gal Arısı *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): geçmişten günümüze dünyada ve Türkiye'deki son durumu ve mücadelesi. Türk. Entomol. Bül. 4: 241–257.
- İpekdal, K., Emin, A., Kuzucu, A. Ş., Karadağ, M., Koçluk, M., Açııcı, Ö., Şah, S., Aksu, Y., Colombari, F., (2017). Kestane Gal Arısı, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin larva parazitoiti *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) ve biyolojik mücadelede kullanım olanakları. Türk. Entomol. Bül. 7: 173–189.
- Marcolin, E., Pividori, M., Anchel Arribas, A., Manetti, M. C., Conedera, M., Colombari, F., 2017. Effetti del cinipide galligeno *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu sugli accrescimenti legnosi di *Castanea sativa* Miller. In: La foresta che cambia: ricerca, qualità della vita e opportunità (Eds: Fares, S., Alivernini, A., Chianucci, F., Ferrara, C., Marchi, M., Sallustio, L., Bucci, G.). XI SISEF National Congress, Rome (Italy) 10- 13 September 2017, 33: 122–134.
- Mıcık, M., İpekdal, K., 2021. Asian Chestnut Gall Wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hemiptera: Cynipidae), first record and damage ratio in Sinop Province, Black Sea Region of Turkey. KUZFAD 1: 31–35.
- Mıcık, M., Özçankaya, İ. M., Öçal, F., İpekdal, K., 2021. The chestnut growing hotspot of Turkey in danger: introduction of the Asian chestnut gall wasp into Aegean region. Turk. J. For. 22: 62–64.
- Müftüoğlu, B., Cevriye, M., Gençer, N. S., (2023). Assessing the susceptibility levels of chestnut cultivars/genotypes to Asian chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu). Not. Bot. Horti. Agrobot. 51: 13056–13056.
- Payne, J. A., Jaynes, R. A., Kays, S. J., 1983. Chinese chestnut production in the United States - Practice, problems, and possible solutions. Econ. Bot. 37: 187–200.
- Pezzi, G., Maresi, G., Conedera, M., Ferrari, C., 2011. Woody species composition of chestnut stands in the Northern Apennines: the result of 200 years of changes in land use. Landsc. Ecol. 26: 1463–1476.
- Sevgili, H., Demirsoy, A. I., Durmuş, Y., 2011. Orthoptera and Mantodea fauna of Kazdağı (İda) National Park with data on the calling songs of some bush-crickets. Turk. J. Zool. 35: 631–652.
- Subaşı, B., 2004. Kestane Sektör Profili. İstanbul: Ticaret Odası Etüt Araştırma Şubesi Yayınları.
- Şah, S., 2019. Türkiye'de Kestane Gal Arısının [*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)] yayılışı ve zarar oranının belirlenmesi. Isparta Uyg. Bil. Üniv. Lis. Eği. Enst., Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Doktora Tezi, 52 s.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (09.10.2023).

- Uysal, İ., Karabacak, E., Öner, S., Kurt, F., 2011. A Syntaxonomical study of the pseudo-alpine vegetation of Kazdagi (Turkey) and two new endemic associations. *Ekoloji*. 20: 88–96.
- Vollmeier R., Osterc G., Luthar Z., 2018. Preservation of sweet chestnut genetic resources (*Castanea sativa* Mill.) against attack by chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951). *Acta Agric. Slov.* 111: 209–217.
- Yaltırık, F., 1982. *Castanea* Mill. In: Davis PH (ed.) *Flora Of Turkey And the East Aegean Islands*, Vol.7, pp. 659. Edinburgh; Edinburgh University Press.
- Yıldız, Y., Yıldırım, İ., Albas, E., Bostancı, C., Aydoğan, O., 2020. İstilacı tür kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin yeni yayılış alanları. *BAROFD* 22: 1014–1022.

Araştırma Makalesi

Çanakkale İlinin Uzun Yıllar İklim Verilerine Bağlı Kuraklık Analizi

Umut Mucan^{1*}  Murat Yıldırım¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 17100 Çanakkale
*Sorumlu yazar: umut.mucan@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.11.2023

Kabul Tarihi: 01.12.2023

Öz

Bu çalışmada, meteoroloji genel müdürlüğünden elde edilen uzun yıllar iklim verileri kullanılarak, yağış analizi yapılmış ve Çanakkale ili için kuraklık durumu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada elde edilen veriler kullanılarak, Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait 1970-2022 zaman diliminde R programında HydroTSM paketi kullanılarak yağış analizi yapılmış ve standart yağış indisi yöntemine göre kuraklık analizi yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda elde edilen zaman serileriyle uzun yıllara yayılan yağış ve kuraklık verileri incelenmiştir. Yağışların günlük, aylık, yıllık ve mevsimsel zaman serileri oluşturulmuş, elde edilen verilere göre yağışların düzensiz bir dalgalanma meydana getirdiği tespit edilmiştir. Kuraklık analizi ise 3, 6, 12, 24, 36 aylık zaman aralıklarıyla hesaplanmıştır. Çanakkale ili için 1970-2022 yılları arasında önemli kurak dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir. Sonuçlara göre kurak ve hafif kurak şeklindeki dağılım daha ağır basarken, nemli ve yarı nemli dönemlerinde yaşandığı belirlenmiştir. Kuraklığın şiddetinin en fazla olduğu yıllar 1997, 2009 ve 2020 yıllarıdır. Ayrıca analizlerin zaman periyodu arttıkça kuraklık şiddeti ve toplam kuraklık süreleri hemen hemen benzerlik göstermektedir. Çanakkale ili için tespit edilen yağış rejimindeki dalgalanmalar ve kuraklık durumu tarımsal su yönetimi ve su kaynaklarının planlanması çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağış analizi, kuraklık analizi, Standart yağış indisi, HydroTSM, Çanakkale

Drought Analysis of Çanakkale Province Based on Long-Term Climate Data Abstract

The aim of this research is to analyze precipitation and investigate drought conditions by using long-term climate data obtained from the General Directorate of Meteorology. Using the data obtained in the study, precipitation analysis was performed using the HydroTSM package in the R program for the 1970-2022 time period of the Çanakkale central meteorological station, and drought analysis was performed according to the standard precipitation index method. With the time series obtained because of these analyses, precipitation and drought data for many years were examined. Daily, monthly, annual, and seasonal time series of precipitation were generated, and it was determined that precipitation fluctuates irregularly according to the data obtained. Drought analyses were calculated at 3, 6, 12, 24, 36-month time intervals. It was determined that Çanakkale province experienced significant dry periods between 1970 and 2022. According to the results, it was determined that arid and mild arid distribution was more predominant, while humid and semi-humid periods were experienced. The years with the highest severity of drought are 1997, 2009, and 2020. In addition, as the time period of the analyses increases, drought severity and total drought periods are almost similar. Fluctuations in the precipitation regime and drought conditions determined for Çanakkale province were evaluated within the framework of agricultural water management and water resources planning.

Keywords: Precipitation analysis, drought analysis, Standard precipitation index, HydroTSM, Çanakkale

Giriş

Yağmur, su kaynakları ve hidroloji, tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, hidroelektrik enerji üretimi ve iklim sistemleri açısından önemli bir unsurdur (Diliner ve ark 2021). Ayrıca, küresel iklim değişikliklerinden dolayı yağışlar ciddi şekilde etkilenmektedir (Kumar ve ark 2017). Yağışlardaki değişim bölgelerde ya da dünya genelinde hissedilmektedir ve bu değişimin çevre ve insan sistemleri üzerindeki etkileri oldukça açıktır (Kotir, 2011). Yağışın daha düşük veya daha yüksek olması ya da bunun mekansal ve mevsimsel dağılımındaki değişiklikler, yüzey akışı, toprak nemi ve yeraltı suyu

rezervlerini, kuraklık ve taşkınların sıklığını etkileyecektir. Ayrıca, yağış dağılımındaki zamansal değişim, bitki desenini ve üretimi etkilemektedir (Kumar ve ark. 2010).

Her iklim tipinde sıklıkla görülebilen kuraklık; belirli zaman dilimlerinde ölçülen yağış miktarının yağış ortalamasının altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır (Uçar ve ark.,2019). Kuraklık genellikle üç sınıf şeklinde değerlendirmektedir. Bunlar; meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve hidrolojik kuraklıktır. Meteorolojik kuraklık, yağışların uzun yıllar ortalamasındaki azalma şeklinde ifade edilir. Tarımsal kuraklık ise, toprakta bitkinin kök bölgesi çevresinde faydalanabileceği su miktarı olarak tanımlanır. Tarımsal kuraklık için ana faktörler yağış, bitki su tüketimi ve toprak özellikleri şeklinde sıralanabilir. Hidrolojik kuraklık ise, uzun süre yağış yoksunluğundan yer altı ve yer üstü su kaynaklarının azalmasıdır (Şimşek ve ark., 2011).

Türkiye, coğrafi konumu ve iklim çeşitliliği nedeniyle hem kuraklık hem de aşırı yağış olaylarının sıklıkla yaşandığı bir bölge olarak bilinir, ayrıca kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı bakımından zengin su kaynaklarına sahip ülkeler arasında değildir. Değişen iklim şartları ve hızla artan nüfus neticesinde su kullanımında meydana gelen artıştan kaynaklı su sıkıntısı yaşanmaması için su kaynaklarının planlı yönetimi, su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi önemli hale gelmiştir.

Özellikle karalar üzerine düşen yağış miktarındaki zamansal ve mekânsal değişim tarım faaliyetlerini önemli derecede etkilemektedir. Bu durum bazen kuraklık şeklinde ortaya çıkacağı gibi bazen de sel felaketi şeklinde ortaya çıkmakta ve tarım alanlarında drenaj problemi oluşturmaktadır. (Uçar ve ark.,2019).

Son yıllarda, kuraklıkla ilgili çalışmalarda çeşitli indislerin kullanımı büyük bir yaygınlık kazanmıştır. Bu indisler arasında, özellikle Standart Yağış İndisi (SPI) (McKee ve ark., 1993), Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (PDSI) (Palmer, 1965), Çin-Z İndisi (CZI) (Wu ve ark., 2001) ve Etkili Kuraklık İndisi (EDI) (Morid ve ark., 2010) gibi yöntemler dikkat çekmektedir. SPI'nin, değişik coğrafi bölgelerde ve zaman dilimlerindeki kuraklık durumlarını etkili bir şekilde kıyaslayıp analiz edebilme özelliği, bu indisin yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır (Angelidis ve ark., 2012; Yusof ve ark., 2013). Ayrıca, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından da SPI'nin kullanımı tavsiye edilmektedir (Hayes ve ark., 2011; Hao ve AghaKouchak, 2013). SPI'nin hesaplanması oldukça basittir ve gerekli verilerin temini kolaydır. Bu indis, uzun vadeli yağış verilerine dayanarak, bu verilerin bir olasılık dağılımına uyarlanması mantığına dayanır (McKee ve ark., 1993; Ajaz ve ark., 2019). Bu çalışmada, kuraklık analizi için temel olarak yağış verileri kullanılmaktadır. Bu sebeple, araştırmamızda kuraklığın analizi için SPI indisi tercih edilmiştir.

Oğuztürk ve Yıldız (2014), Kırıkkale İlinde gerçekleştirdikleri çalışmada, değişik zaman dilimleri (1, 3, 6, 9, 12 ve 24 ay) boyunca kuraklık durumunu analiz etmişlerdir. Bu çalışma için, Kırıkkale'deki meteoroloji istasyonunun 1950'den 2007'ye kadar olan 58 yıllık dönemine ait aylık yağış verileri kullanılmıştır. SPI yöntemi bu verilere uygulanarak, seçilen zaman dilimlerine göre kuraklık özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar vasıtasıyla kuraklığın şiddeti ve süresi hesaplanarak su kaynaklarına etkisi incelenmiştir.

Farklı coğrafi bölgelerdeki kuraklık durumlarının analiz sonuçlarına bakıldığında (Hezarani, 2018), 1970-2014 yılları arasında Türkiye'deki Yeşilirmak Havzası'nda kuraklık durumunu incelemek için kullanılan SPI ve PNI gibi kuraklık indisleri, yağış verilerine uygulanarak bölgesel kuraklık haritalarının oluşturulmasına imkân tanımıştır. Bu çalışma, havzanın iç kesimlerinde kıyı bölgelerine göre daha yoğun kuraklık yaşandığını ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, Polonya'da Osuch ve ark (2016) iklim değişikliklerini tahmin etmek için SPI yöntemini kullanmışlar ve altı farklı iklim projeksiyonu üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada, 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık yağış verileri kullanılmış ve SPI değerleri Mann-Kendall ve Şen'in eğilim analizi yöntemleriyle değerlendirilerek haritalandırılmıştır. Araştırmalarında, özellikle yaz aylarında önemli iklimsel değişikliklerin olduğunu vurgulamışlardır.

Çin'in kuzeybatı bölgesinde Wang ve ark (2017) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışma, 1960-2010 yılları arasındaki günlük sıcaklık ve yağış verilerini incelemiş ve sıcaklık indislerinde istatistiksel olarak önemli bir artış tespit edilmiş, bu da bölgedeki iklim değişikliklerinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.

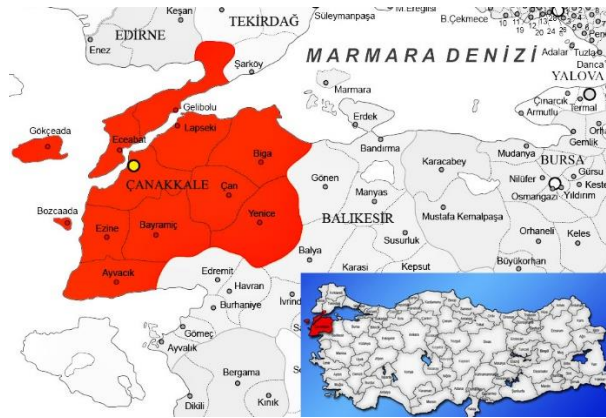
Genel olarak, Uluslararası İklim Değişikliği Paneli raporları (Kaczmarek, 1996) kuraklık olaylarının iklim değişikliğinin bir sonucu olduğunu ve özellikle 20. yüzyılın sonlarında bazı bölgelerde sıklık ve yoğunluklarında artış olacağını belirtmektedir.

Yıldırım ve Mucan (2022) tarafından Çanakkale ili meteoroloji istasyonları verileri kullanılarak elde edilen güvenilir yağış değerleri incelenmiştir. Bu çalışmada kurak, normal ve yağışlı olma olasılıkları belirlenmiş, bitki su tüketimleri bu koşullarda hesaplanmış ve hesaplanan değerler dikkate alınarak optimum bitki desenleri oluşturulmuştur. Bu sayede farklı hava koşullarındaki bitki desenlerinin sulama suyu ihtiyaçları belirlenmiştir. Bu çalışmalar, iklim değişikliğinin karmaşık doğasını ve farklı coğrafi alanlarda kuraklık gibi farklı etkilere yol açabileceğini gözler önüne sermektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale ili meteoroloji istasyonunun 1970-2022 yılları arası aylık toplam yağış verileri R Programında hydroTSM modülü kullanılarak yağış analizi ve Standart Yağış indeksi (SPI) yöntemiyle kuraklık analizi yapılmıştır. Elde edilen verilere göre Çanakkale ilinin yağış potansiyeli incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çanakkale, Türkiye'nin kuzey batısında yaklaşık olarak 40°07' Kuzey enlemi ve 26°24' Doğu boylamı koordinatları arasında yer almaktadır. İlin toplam yüzölçümü 9933 km²'dir ve rakımı yaklaşık 3 metre civarındadır. Rakımın düşük olması, bölgenin deniz seviyesine çok yakın olduğunu gösterir, aynı zamanda geniş kıyı şeridine sahip olduğunu göstergesidir, bu da coğrafi yapıyı ve iklimi doğrudan etkiler (Tarım ve Orman Bakanlığı, Çanakkale İl Müdürlüğü, 2019) (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale ili lokasyon haritası
Figure 1. Location map of Çanakkale province

Çanakkale ilinin iklimi, Akdeniz iklimi özelliklerini taşır; ılıman kışlar ve sıcak yaz aylarıyla kendini gösterir. İklimin bu özelliği tarım faaliyetleri açısından faydalı bir ortam sağlar, ancak bölgedeki su kaynaklarının yönetimini daha kritik bir hale getirir. (Atalay 2011) Bu nedenle, Çanakkale'nin sürdürülebilir gelişimi için su kaynaklarının etkin yönetimi ve korunması, mevcut durumun analizi oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışma, Çanakkale Merkez istasyonuna ait 1970-2022 yılları arasında ölçülmüş olan 42 yıllık günlük toplam yağış miktarları kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada Çanakkale ilinin kuraklık analizi yapılarak SPI (Standardized Precipitation Index) (McKee, 1993) kullanılmış ve aynı zamanda yağış analizleri için hydroTSM (Time Series Management, Analysis and Interpolation for Hydrological Modelling) (Zambrano-Bigiarini, 2017) modeli kullanılmıştır. Bu modellerin analizleri ve elde edilen grafikler RStudio ve R versiyon 4.0.0 kullanılarak analizi yapılmıştır.

Veri Toplama ve Hazırlama

Çalışma kapsamında kullanılan veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından temin edilmiş Çanakkale merkez istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Veri seti, belirli bir zaman aralığını kapsayan günlük yağış miktarlarını içermektedir. Verilerin analize hazır hale getirilmesi için öncelikle RStudio 'da gerekli veri temizleme ve düzenleme işlemleri yapılmıştır. Eksik verilerin kontrolü ve istatistiksel anormalliklerin düzeltilmesi bu aşamanın temel unsurlarıdır.

Yağış Analizi (HydroTSM Modülü Kullanımı)

Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerinin analizleri için Zambrano-Bigiarini (2017) tarafından R programlama dili içerisinde geliştirilen HydroTSM (Hydrological Time Series Management) model paketi kullanılmıştır. Bu model zaman serisi verilerini işlemek ve analiz

etmek üzere tasarlanmıştır. HydroTSM özellikle büyük hidrolojik veri setlerini işlemek için oluşturulmuştur. Model, hidrolojik verilerin görselleştirilmesi için bir dizi fonksiyon içermektedir. Bu fonksiyonlar sayesinde tüm veriler grafikler ve haritalar üzerinde kolaylıkla gösterilebilmektedir. Ayrıca hidrolojik verilerin üzerinde zaman serisi analizlerini kolaylıkla yapma imkânı sunar.

Kuraklık Analizi

Yağış, suyun varlığını etkileyen en temel faktördür. Bu yüzden, yağış verilerini kullanmak herhangi bir bölgede ve belirli zaman aralığında kuraklık durumunu takip etmeyi mümkün kılar (Dinç ve ark., 2016). Bu çalışmada, kuraklık analizi için Standart Yağış İndeksi (SPI) tercih edilmiştir. SPI, uzun süreli yağış trendlerinin standartlaştırılmasına dayanır ve kuraklık şartlarını belirlemek için en yaygın kullanılan kuraklık analizi yöntemidir. SPI kuraklık indeksi, bir i istasyonunda seçilmiş bir zaman aralığında yağış miktarının (X_i) ortalama yağış miktarından (\bar{X}) olan farkının standart sapmaya (σ) bölünmesiyle elde edilir (Eşitlik1).

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (1)$$

SPI'nin negatif olduğu dönemler kurak dönem olarak değerlendirilmekte, buna karşın pozitif olduğu dönemler ise yağışlı dönem olarak değerlendirilmektedir. SPI indis değerleri çizelge 1.'de verilmiştir (McKee 1993).

Çizelge 1. SPI Kuraklık Sınıfları (McKee,1993)
Table 1. SPI Drought Classes (McKee,1993)

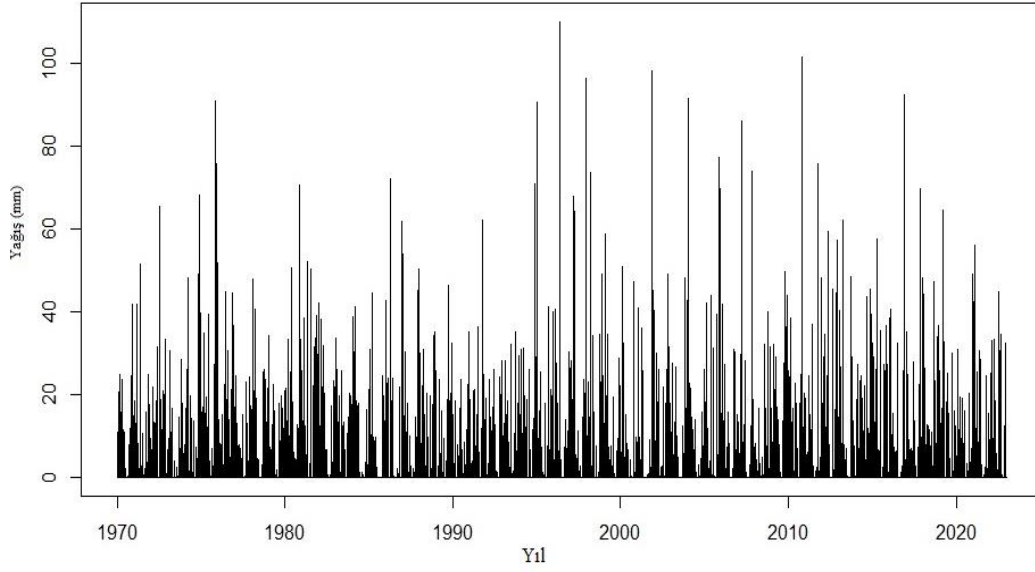
| SPI değerleri | Sınıflandırma |
|---------------|------------------------|
| >2 | Çok şiddetli yağış |
| 1.50 ~ 1.99 | Çok yağış |
| 1.00 ~ 1.49 | Orta şiddetli yağış |
| 0.99 ~ 0 | Normal |
| 0 ~ -0.99 | Normale yakın kuraklık |
| -1.00 ~ -1.49 | Orta şiddetli kuraklık |
| -1.50 ~ -1.99 | Şiddetli kuraklık |
| <-2 | Çok şiddetli kuraklık |

Çalışmadaki, SPI kuraklık indeksi değerleri R programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Hesaplama uzun vadeli yağış kayıtlarını kullanarak yapılmış ve böylece kuraklık durumlarını gösteren sonuçlar elde edilerek zaman içindeki değişim analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

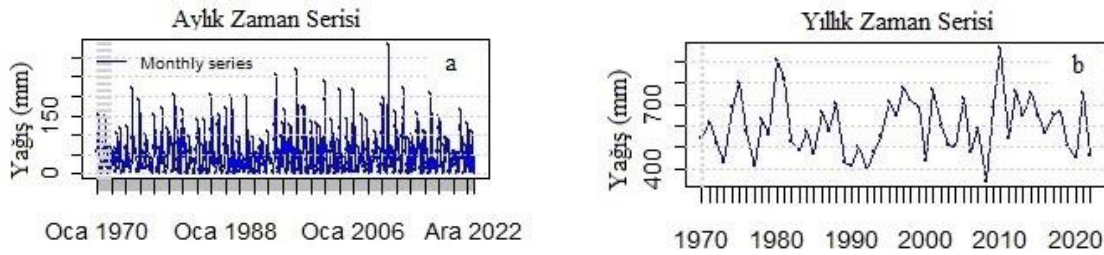
Yağış Analizi (HydroTSM Modülü Kullanımı)

Çanakkale merkez meteoroloji istasyonu verilerini kullanılarak yağış analizi yapılmıştır. 1970-2022 yıllarına ait yağış veri günlük olarak R programı ortamında HydroTSM Modülü kullanılarak yağış analizleri yapılmıştır. Şekil 2.'te Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait günlük yağış zaman serisi oluşturulmuştur. Şekil 2 incelendiğinde yağış desenlerinde aylık ve mevsimsel bir dalgalanma görülmektedir. Yağışların belirli bir yıl ve yıllar içindeki değişimi su kaynaklarının yönetimini zorlaştırarak tarımsal bitki desenini değiştirebilir. İncelenen yıllar içerisinde özellikle bazı yıllarda aşırı yağışlar gözlemlenmiştir ve bu tarz yağışlar sel gibi doğal afetlere ve oluşabilecek iklim değişikliği senaryolarına dair potansiyel ipuçları verebilir.



Şekil 2. Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait günlük yağış zaman serisi
Figure 2. Daily precipitation time series for the Çanakkale central meteorological station

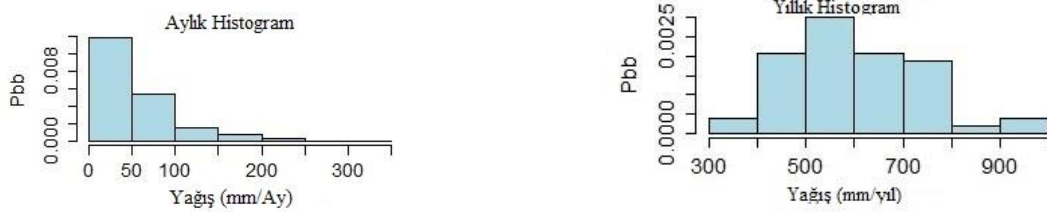
Çanakkale merkez meteoroloji istasyonunun 1970-2022 yıllarına ait yağışların günlük zaman serisi Şekil 3.'te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde yağışların düzensiz bir dağılımı olduğu çok belirgin bir şekilde görülmektedir. Bu durumda barajlar, göletler ve su depolama tesisleri için dengeli bir su arzı sağlamanın zor olduğu yorumu yapılabilmektedir. Bu durum özellikle tarımsal faaliyetler açısından tarımsal sulama planlamasında belirsizliğe ve karışıklığa neden olur. Yağışların yıllık zaman serisi incelendiğinde yıllık toplam yağış miktarlarının zaman içinde dalgalanma gösterdiği, ancak genel olarak belirgin bir azalma veya artış trendinin olmadığı görülmüştür. Bu dalgalanmalar yıllar boyunca farklı tarımsal kuraklık risk seviyelerine işaret edebilir. Sürekli bir azalış trendi yoksa da özellikle 2008, 2009, 2019, 2020 yıllarına baktığımızda yağışlarda önemli bir düşüş meydana geldiği görülmektedir. Bu yıllarda yıllık toplam yağış 2008 ve 2009 da 400 mm altına düştüğü, 2019 ve 2020 yıllarında ise 500 mm altına düştüğü görülmektedir.



Şekil 3. Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait aylık (a) ve yıllık yağış (b) zaman serisi
Figure 3. Monthly (a) and annual (b) precipitation time series for the Çanakkale central meteorological station

Çanakkale merkez meteoroloji istasyonunun 1970-2022 yıllarına ait yağışlar aylık ve yıllık olarak bir histogram oluşturularak incelenmiştir. Bu histogramlar, belirli bir yağış miktarının ne sıklıkta olduğunu göstermektedir. Bu histogramlarda y eksenini, yağış miktarının gözlem sayısının toplam gözlem sayısına bölünmesiyle hesaplanan olasılık yoğunluğunu temsil etmektedir (Şekil 4.). Aylık histogramdaki yağış miktarlarının çoğunlukla düşük olduğu görülmektedir. Bu şekilde, en sık görülen yağış miktarları 0-50 mm aralığındadır. Bu bulgu, belirli aylarda yüksek yağış beklenmese de mevcut su kaynaklarının yönetilmesinde ve özellikle tarımsal sulama gibi suya bağımlı faaliyetlerde dikkatli bir planlama yapılması gerektiğini gösterir. Su kaynaklarının yönetimi açısından, düşük

yağışlı aylarda su stoklarının korunması, su tasarrufu önlemlerinin alınması ve alternatif su kaynaklarına yatırım yapılması önem kazanır. Aylık yağışların düşük olduğu dönemlerde, su kısıtlaması yaşanabileceğinden, suyun verimli kullanımı teşvik edilmeli ve halka su tasarrufu konusunda bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Yıllık histogram ise, yağış miktarlarının genellikle 500-700 mm aralığında olduğunu gösteriyor. Bu dağılım, bir yıl içinde ortalama yağış miktarının bu aralıkta olduğunu ve daha yüksek yağış alınan yılların daha seyrek olduğunu gösterir. Her iki histogram da su kaynaklarının yönetimi ve kuraklıkla mücadele stratejilerinin, yağış miktarlarının doğal değişkenliğini göz önünde bulundurarak geliştirilmesi gerektiğini açıkça göstermektedir. Ayrıca, bu verilerin iklim değişikliği senaryoları altında gelecekteki yağış modellerinin tahmin edilmesinde kullanılması, daha sağlam ve dayanıklı su yönetimi planları oluşturulmasına yardımcı olabilir.



Şekil4. 1970-2022 yılları Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait aylık ve yıllık histogram

Figure 4. Monthly and annual histograms for the Çanakkale central meteorological station from 1970 to 2022

Çanakkale merkez meteoroloji istasyonunun 1970-2022 yıllarına ait yağışları gösteren kutu grafikler Şekil 5.'de görülmektedir. Bu kutu grafiği ve aylık yağış miktarlarının istatistiksel dağılımını göstermekte ve veri setinin merkezi eğilimini, yayılımını ve çeyrek değerlerini (yani, veri setinin medyanını ve alt/üst çeyreklerini) özetleyen beş sayı özetleriyle çarpıklık/aykırılık değerleri göstermek için kullanılır.

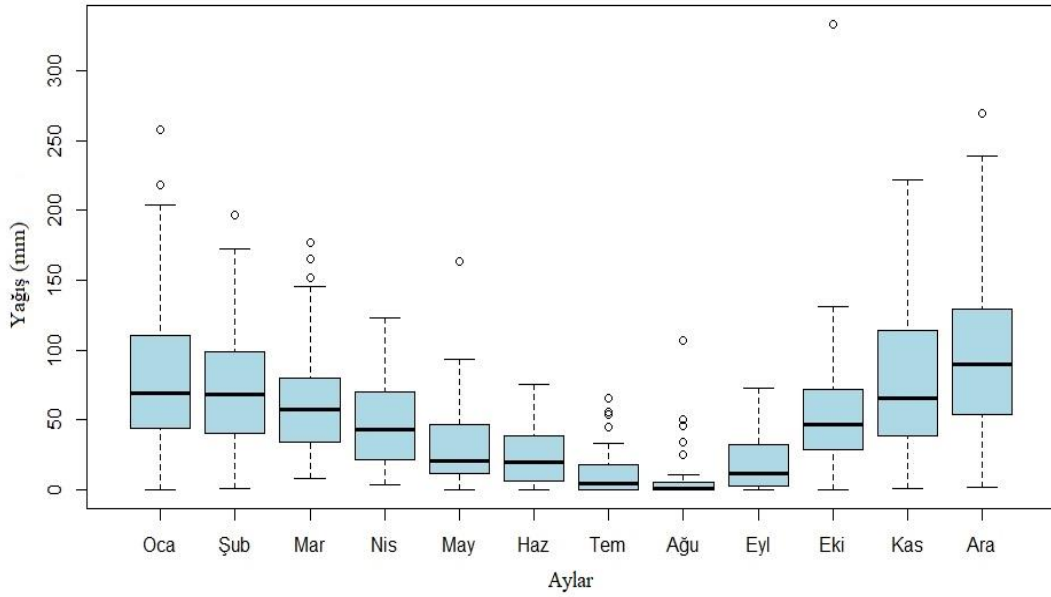
Bu çizgilerin dışında kalan noktalar ekstrem değerlerdir ve bunlar genellikle olağandışı durumlar veya ölçüm hataları olarak kabul edilir. Bu tür grafikler, iklim bilimciler, meteorologlar ve çevre mühendisleri gibi uzmanlar tarafından hava durumu ve iklim modellerini analiz etmek için sık kullanılır ve aynı zamanda, tarım, su kaynakları yönetimi ve afet planlaması gibi bilim dallarına önemli bilgiler sağlar.

Tarımsal sulama genellikle ilkbahar ve yaz aylarında yoğunlaşır, bu nedenle özellikle Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki yağış miktarları ülke için kritik öneme sahiptir. Bu grafiklere göre;

Mart ve Nisan (İlkbahar Başlangıcı): Yağış miktarlarının nispeten daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum fide ekimi ve büyümenin başladığı dönemlere denk gelmekte ve tarımsal alanların doğal yağışlardan yararlanabileceği anlamına gelir. Ancak, kutu grafiklerin üst kısımlarında yer alan ekstrem değerler o yıllarda beklenenden daha fazla yağış alındığını göstermektedir. Mart ayı için veri setinde üç ekstrem yağış değeri gözlemlenmiş ve bunlar 1998 yılında 177 mm, 1999 yılında 165mm, 2007 yılında 152 mm şeklindedir. Bu durum, toprak erozyonu veya sel riskini arttırabilir.

Mayıs ve Haziran (İlkbahar Sonu ve Yaz Başlangıcı): Bu aylarda sadece bir ekstrem değer Mayıs için 165 mm yağış şeklindedir ve yağış miktarları önceki aylara göre azalmakta ve bu nedenle sulama suyu ihtiyacının arttığı gözlemlenmektedir.

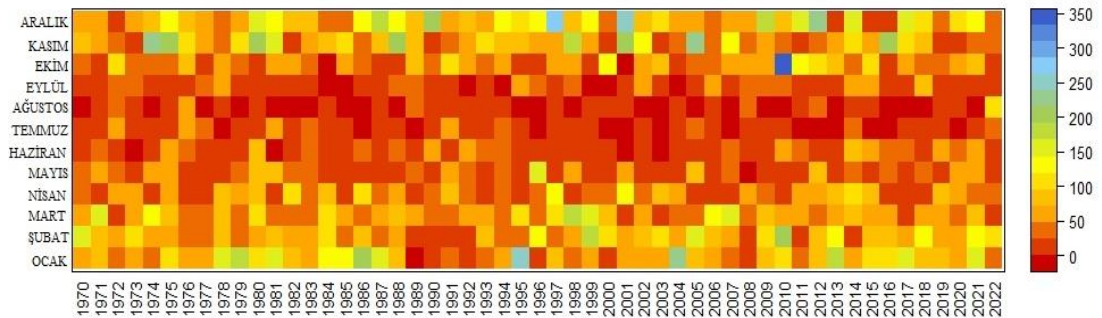
Temmuz ve Ağustos (Yazın En Sıcak Ayları): Bu aylarda ise yağışın daha da azaldığı görülmektedir. Yağışın az olduğu bu aylarda Temmuz ayı için dört ekstrem değer mevcuttur. Bu değerler 1972 yılında 66 mm, 1976 yılında 56 mm, 1981 yılında 54 mm, 1991 yılında 54 mm ve 2022 yılında 45mm şeklinde tespit edilmiştir. Aynı durum Ağustos ayı için de geçerlidir ve 5 ekstrem değeri mevcuttur. Bu değerler 1975 yılında 65.4 mm, 1980 yılında 76mm, 2010 yılında 61.5 mm ve 2021 yılında 56 mm'dir. Bitkilerin yaz aylarında sulama suyuna ihtiyacı daha fazla olduğundan, bu dönemde sulama sistemlerine daha fazla bağımlılık söz konusudur ve su kaynaklarına olan talep artar. Bu durum, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için planlama ve stratejik kullanımını daha önemli hale getirir.



Şekil 5. 1970-2022 yılları Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait aylık kutu grafikler
Figure 5. Monthly box plots for the Çanakkale central meteorological station from 1970 to 2022

Çanakkale merkez meteoroloji istasyonunun 1970-2022 yıllarına ait yağışları gösteren renkli ısı haritasında zaman içindeki aylık yağış miktarlarındaki değişimini Şekil 6 göstermektedir. Haritada yatay ekseninde yıllar, dikey ekseninde ise aylar yer almaktadır. Renkler, yağış miktarını temsil etmektedir; mavi en yüksek yağışı (350 mm/Ay'a kadar), sarı ve turuncu daha düşük yağışları, kırmızı ise en düşük yağışı (0 mm/ay) ifade etmektedir. Özellikle 1980'lerin sonu ve 1990'ların başı gibi dönemlerde kırmızı ve turuncu tonların hâkim olduğu görülmektedir ve bu yılların daha az yağış aldığı sonucuna varılmaktadır. Buna karşın 2000'lerin başında ve 2010'ların ortasında mavi tonların daha baskın olduğu görülmektedir ve bu durum o yıllarda yağış miktarının arttığına işaret eder.

Aylık değişimlere bakıldığında, kış aylarının (Aralık, Ocak, Şubat) genel olarak diğer aylara kıyasla daha fazla yağış aldığı görülmektedir. Ocak ve şubat aylarında mavi tonlar daha baskınken, yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) 0-50 mm arası değişen sarı ve turuncu tonlar ağırlık kazanmıştır ve bu bulgulara göre yaz aylarının daha kurak geçtiği sonucu ortaya çıkmıştır.



Şekil6. 1970-2022 yılları Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait aylık ısı haritası
Figure 6. Monthly heat map for the Çanakkale central meteorological station from 1970 to 2022

Çanakkale merkez meteoroloji istasyonunun 1970-2022 yıllarına ait mevsimlere göre zaman içindeki yağış değişkenliğini gösteren zaman serisi ve kutu grafikleri Şekil 7'de görülmektedir. Kısa vadede tarımsal ürünlerin su ihtiyacını karşılama ve uzun vadede su kaynakları planlamasının

yapılması konusunda bu veriler oldukça önemlidir. Grafikler, 1970'ten 2022'ye kadar kış (AOŞ), ilkbahar (MNM), yaz (HTA) ve sonbahar (EEK) mevsimlerine ait yağış miktarlarının değişkenliğini yıllık ve mevsimsel olarak göstermektedir.

Kış Mevsimi (AOŞ): Kış ayları boyunca yağış miktarlarının zaman içinde nispeten benzer bir yağış eğilimine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, kışın sulama ihtiyacının daha az olduğu ve yağışın su kaynakları için yenileme dönemi olduğunu gösteriyor. Kış yağışları, yeraltı su seviyelerinin korunması ve ilkbahar ekim dönemi için toprak nemi seviyesinin artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

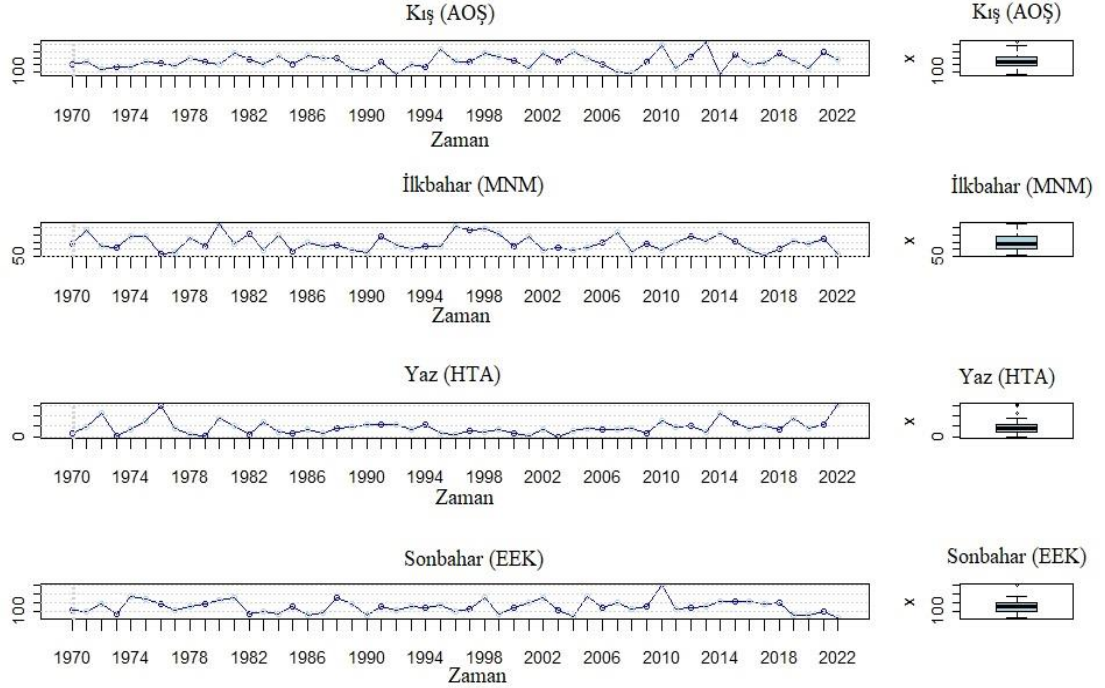
İlkbahar Mevsimi (MNM): İlkbahar yağışlarında da benzer şekilde, zaman içinde büyük dalgalanmalar olmadan, nispeten düzenli bir dağılım gözlenmektedir. İlkbahar yağışları, özellikle yağışa bağımlı tarım alanlarında kritik öneme sahiptir çünkü bitkilerin büyüme mevsimi başlangıcında su ihtiyaçları artmaktadır.

Yaz Mevsimi (HTA): Yaz aylarında yağış miktarlarının genel olarak düşük olduğu ve büyük dalgalanmaların olmadığı görülmektedir. Bu dönemde yağışın az olması, sulama ihtiyacının artması nedeniyle su kaynaklarının yönetilmesinde dikkatli olunması gerektiğinin bir göstergesidir. Kurak dönemlerde su kaynaklarının verimli kullanımı ve su stresinin yönetimi, verimli bir tarım için hayati öneme sahiptir. 2017 ve 2022 yılında mevsimsel yağış seviyesi 50 mm civarındadır ve kritik bir seviyededir.

Sonbahar Mevsimi (EEK): Sonbahar aylarında, özellikle geçmiş yıllara kıyasla, yağış miktarlarında biraz daha fazla dalgalanma olduğu ancak genel bir artış ya da azalış trendinin belirgin olmadığı görülüyor. Sonbahar yağışları, kış öncesi toprak nemi seviyelerini yeniden doldurmak ve kışlık ekinler için önemlidir.

Her mevsim için kutu grafikleri, mevsimlik yağışların medyanını, çeyreklerini ve aykırı değerlerini gösterir. Bu grafikler, su kaynakları yönetimi ve tarım planlamasında, özellikle de sulama ve kuraklık risk yönetimi stratejileri oluşturulurken, karar vericilere değerli bilgiler sağlamaktadır. Kış ayları için yağış miktarı 200-300mm arası değişirken yaz ayları 0-50 mm arası değişiklik göstermektedir.

Uzun vadeli tarımsal planlama açısından bu veriler, belirli ürünlerin ekim dönemlerini ve çeşitlerini optimize etmek, sulama sistemlerini ve su tahsisatını planlamak ve kuraklık yönetim stratejilerini geliştirmek için kullanılabilir. Ayrıca, bu tür analizler, tarım sigortası ve hükümet destek programları gibi finansal risk yönetimi araçlarının tasarımında da önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle iklim değişikliğinin etkilerinin giderek daha belirgin hale geldiği bir dönemde, bu tür zaman serisi analizleri, sürdürülebilir tarım ve su kaynakları yönetimi için hayati öneme sahiptir.



Şekil7. 1970-2022 yıllarına ait yıllık ve mevsimsel yağış miktarlarının değişkenliği
Figure 7. Variability of annual and seasonal precipitation amounts for the years 1970 to 2022

Kuraklık Analizi (SPI İndeksi (Standardized Precipitation Index))

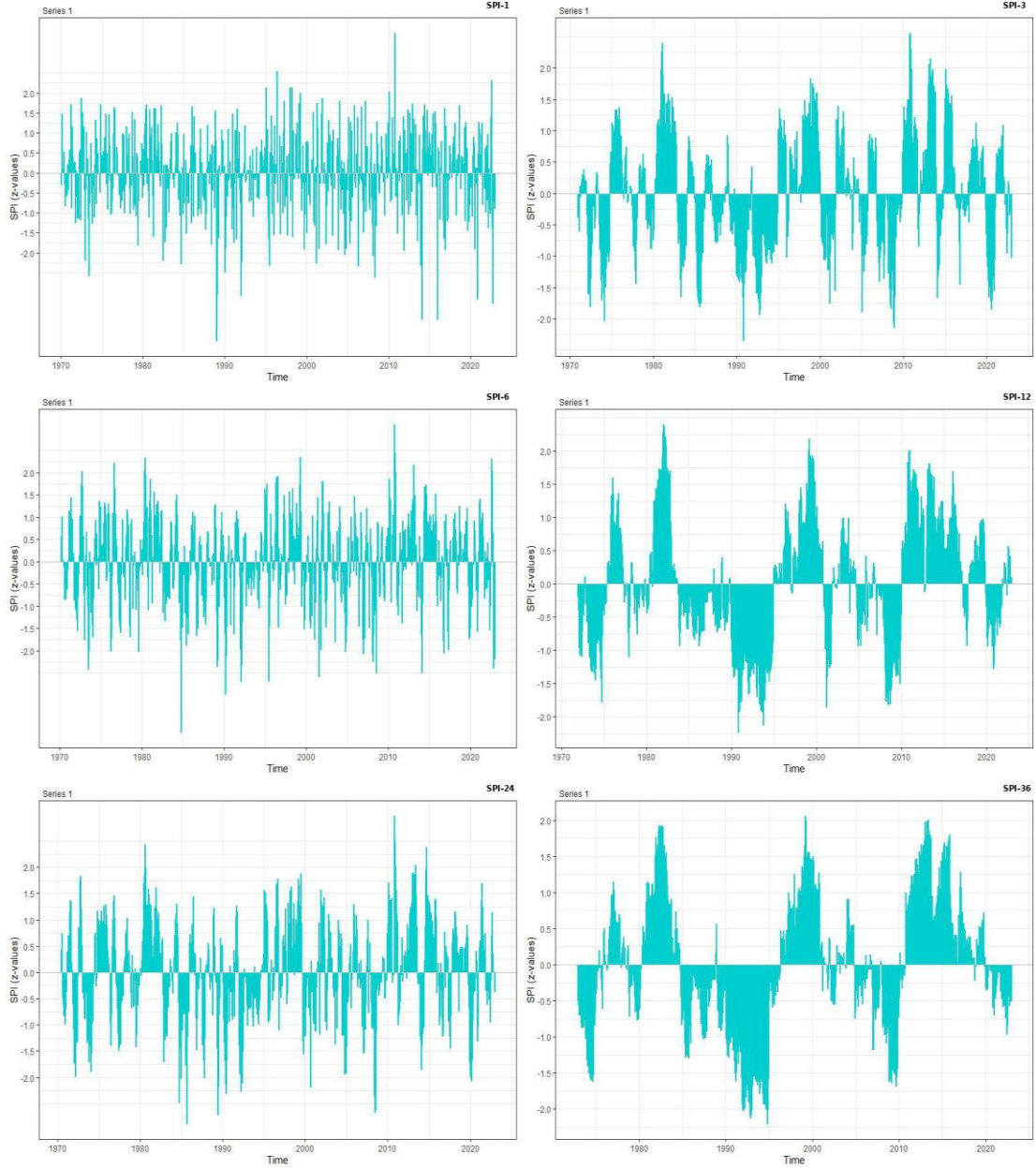
Kuraklık analizi için, yağış analizinde olduğu gibi Çanakkale merkez meteoroloji istasyonuna ait 1970-2022 yıllık yağış verileri kullanılmıştır. R programında hazırlanmış bir yazılım kullanılarak SPI değerleri hesaplanmıştır. 3, 6, 12, 24, 36 aylık zaman aralıklarıyla hesaplanmış SPI değerleri Şekil 8. da verilmiştir. Şekil 8. incelendiğinde 1 aylık zaman dilimindeki SPI değerleri Mevsimsel yağış değişimlerini ve kısa vadeli kuraklık olaylarına işaret eder. Bu durum tarımsal faaliyetler için önemlidir, çünkü ekim ve hasat zamanlaması kısa vadeli yağış değişimlerine bağlıdır. 3 Aylık SPI değeri ise mevsimsel değişimleri ve bir mevsim içindeki kuraklık durumunu yansıtır. Özellikle tarımsal ürünlerin büyüme dönemlerinde önemlidir. 6-12 Aylık SPI değerleri daha uzun süreli kuraklık eğilimlerini yansıtır. Yağış değişimlerini ve genel su kaynakları yönetiminde bilgi verici nitelikte kullanılabilir.

24-36 Aylık SPI değerleri ise çok daha uzun vadeli kuraklık eğilimlerini ve potansiyel iklim değişikliklerine işaret edebilir. Sürdürülebilir su kaynakları planlaması ve büyük ölçekli tarımsal su yönetimi planlaması için kritik öneme sahiptir.

Şekil 8. incelendiğinde 1970 ve 2022 yılları arasında önemli kuraklık dönemleri olarak kabul edilen yıllar şunlardır:

- 1970, 1972, 1973, 1974, 1977, 1979
- 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1989
- 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1997, 1999
- 2000, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009
- 2014, 2016, 2020

Bu yıllar, en az bir aylık SPI değerinin -1.5 Z indeks değeri altına düştüğü yıllardır, bu da ciddi kuraklık koşullarının var olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. 1970-2022 yılları arasındaki 1, 3, 6, 12, 24, 36 aylık zaman dilimine ait SPI (Standardized Precipitation Index) kuraklık analizi sonuçları

Figure 8. Results of SPI (Standardized Precipitation Index) drought analysis for 1, 3, 6, 12, 24, 36-month periods between 1970 and 2022

Sonuç ve Öneriler

Çanakkale iline ait 1970-2022 yılları arasındaki yağış verileri kullanılarak R programında zaman serileri yardımıyla yağış analizi ve standart yağış indisi yöntemiyle 1, 3, 6, 12, 24 ve 36 aylık zaman dilimlerinde kurak analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmek üzere;

Çanakkale ilinin Yağış Değişimleri ve Su Kaynakları Yönetimi

Çanakkale iline ait 1970-2022 yılları arasındaki yağış verileri incelendiğinde bölgedeki yağış desenlerinde mevsimsel ve yıllık dalgalanmaların belirgin olduğu görülmüş ve son yıllarda gözlemlenen yağış miktarlarında belirgin azalmalar tespit edilmiştir. Bu yıllar 2008 yılından itibaren dönemsel olarak 2015, 2020 ve 2022 şeklindedir. Bu bağlamda bölgede su kaynaklarının yönetiminin önemini artırmaktadır. Ayrıca, temmuz ve ağustos aylarının toplamı olarak 0-100 mm arasında değişen 9 ekstrem yağış meydana mevsim normallerinin dışında gelmiştir. Bunun sonucu olarak meydana gelebilecek sel gibi doğal afetler, bölge için ekolojik ve ekonomik riskleri beraberinde getirebilme olasılığı söz konusudur.

Tarımsal Bitki Desenlerinin Değişimi

Çanakkale ilinin yağış rejimindeki dalgalanmalar tarımsal bitki desenlerini de etkilemektedir. Tarımsal üretim açısından değerlendirilirse ekim rotasyonları, su tasarrufu sağlayan sulama teknikleri ve kuraklığa dayanıklı bitki çeşitlerinin kullanımını zorunlu kılar. İlkbahar ve yaz aylarında yağış miktarlarının azalması, sulama ihtiyacının artmasına ve dolayısıyla su kaynaklarına olan ihtiyacın şiddetli bir biçimde artmasına yol açmaktadır. Bu durum, tarımsal ürünlerin çeşitliliği ve ekim zamanlamalarının yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir. Özellikle kuru ve sıcak geçen yaz aylarında, su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı hayati önem taşımaktadır. Bu durumda su kaynakların etkin kullanılması açısından özellikle kurak geçen dönemlerde bölgesel olarak optimum bitki deseni oluşturulması ekonomik olarak büyük önem arz etmektedir. Uzun vadeli tarımsal planlama, sulama sistemlerinin geliştirilmesi ve kuraklık yönetim stratejileri gibi eylem planları bu tür analizlerle desteklenmelidir. Özellikle su tasarrufu önlemleri, alternatif su kaynaklarının geliştirilmesi ve tarımsal işletme sahiplerinin su kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi, bu süreçte önemli rol oynayacaktır.

Sonuç olarak bu tür analizler, tarım sigortası ve hükümet destek programları gibi finansal risk yönetimi araçlarının tasarımında da önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle iklim değişikliği senaryolarının giderek daha belirgin hale geldiği bir dönemde, bu tür zaman serisi analizleri sürdürülebilir tarım ve su kaynakları yönetimi için hayati öneme sahiptir.

Araştırmacıların Katkı Beyanı Oranı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Kaynaklar

- Ajaz, A., Taghvaeian, S., Khand, K., Gowda, P. H., Moorhead, J. E., 2019. Development and evaluation of an agricultural drought index by harnessing soil moisture and weather data. *Water*. 11(7): 1375.
- Angelidis, P., Maris, F., Kotsovinos, N., Hrisanthou, V., 2012. Computation of drought index SPI with alternative distribution functions. *Water resources management*. 26:2453-2473.
- Atalay, İ. 2011. Türkiye coğrafyası ve jeopolitiği. İzmir: Meta Basımevi.
- Dinç, N., Aydinşakir, K., Işık, M., Büyüktaş, D., 2016. Drought analysis of Antalya province by standardized precipitation index (SPI). *Derim*. 33(2): 279-298.
- Dilinuer, T., Yao, J., Chen, J., Zhao, Y., Mao, W., Li, J., Yang, L., 2021. Systematical evaluation of three gridded daily precipitation products against rain gauge observations over central Asia. *Frontiers in Earth Science*. 9: 699628.
- Hayes, M., Svoboda, M., Wall, N., Widhalm, M., 2011. The Lincoln declaration on drought indices: universal meteorological drought index recommended. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 92(4):485-488.
- Hao, Z., AghaKouchak, A., 2013. Multivariate standardized drought index: a parametric multi-index model. *Advances in Water Resources*. 57:12-18.
- Hezarani, A., B., 2018. Farklı Kuraklık Analiz Yöntemlerinin Yeşilirmak Havzasında İrdelenmesi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 184 s.
- Kaczmarek, V., Strzepek Z., Somlyody, K. M., Priazhinskaya, L., 1996. *Water Resources Management in the Face of Climatic*. Dordrecht, The Netherlands, Hydrologic Uncertainties, Water science and technology library, Kluwer Academic Publisher. 397s.
- Kotir, J. H., 2011. Climate change and variability in Sub-Saharan Africa: a review of current and future trends and impacts on agriculture and food security. *Environment, Development and Sustainability*. 13:587-605.
- Kumar, S., Machiwal, D., Dayal, D., 2017. Spatial modelling of rainfall trends using satellite datasets and geographic information system. *Hydrological Sciences Journal*. 62(10): 1636-1653.
- Kumar, V., Jain, S. K., Singh, Y., 2010. Analysis of long-term rainfall trends in India. *Hydrological Sciences Journal des Sciences Hydrologiques*. 55(4): 484-496.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. 17(22):179-183.
- Morid, S., Smakhtin, V., Moghaddasi, M., 2006. Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*. 26(7):971-985.
- Şimşek, O., Gördebil, N., Yildirim, M., 2011 Tarım Yilinin Kuraklık Analizi.

- Oğuztürk, G., Yıldız, O., 2014. Drought Analysis for Different Time periods in the city of Kırıkkale. *International Journal of Engineering Research and Development*. 6(2):19-25.
- Osuch, M., Romanowicz, R. J., Lawrence, D., Wong, W. K., 2016. Trends in projections of standardized precipitation indices in a future climate in Poland, *Hydrol. Earth Syst.* 20(5): 1947–1969.
- T.C. Tarım ve Orman II. Bölge Müdürlüğü Çanakkale Şube Müdürlüğü, 2019. Çanakkale İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/canakkale_-cdr2018-20200123080146.pdf, (20.11.2023).
- Yusof, F., Hui-Mean, F., Suhaila, J., Yusof, Z., 2013. Characterisation of drought properties with bivariate copula analysis. *Water resources management*. 27:4183-4207.
- Palmer, W. C., Drought, M., 1965. US Department of Commerce. Weather Bureau, Washington, DC, USA.
- Yıldırım, M., Mucan, U., 2022. Estimating Spatial Distribution of Dependable Rainfall for Improved Water Management. *Climate Challenge on Agriculture*. 17-41.
- Uçar, Y., Topçu, E., 2019. Standart Yağış İndeksi Yöntemi ile Isparta İli Kuraklık Analizi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*. 1(1):5-16.
- Zambrano-Bigiarini, M., 2017. HydroTSM: Time series management, analysis and interpolation for hydrological modelling. R Package version 0.5-1.
- Wang, H., Pan, Y., Chen, Y., Ye, Z. 2017. Linear trend and abrupt changes of climate indices in the arid region of northwestern China. *Atmospheric research*. 196: 108-118.
- Wu, H., Hayes, M. J., Weiss, A., Hu, Q. I. 2001. An evaluation of the Standardized Precipitation Index, the China-Z Index, and the statistical Z-Score. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*. 21(6):745-758.

Research Article

Determining Salt Tolerance of Zinnia Flower

Hakan Nar^{1,4}  Kürşad Demirel^{2,4}  Gökhan Çamoğlu^{1,4*}  Arda Akçal^{3,4} 

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

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, 17020, Çanakkale

³ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 17020, Çanakkale

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Crop Stress Monitoring and Thermography Laboratory, 17020, Çanakkale

*Corresponding author: camoglu@comu.edu.tr

Received Date: 22.09.2023

Accepted Date: 05.12.2023

Abstract

In this study, it was aimed to determine the effects of irrigation water containing different salt levels on the morphological characteristics of zinnia (*Zinnia elegans*). For this purpose, five different salt levels (control (tap water), 2 dS m⁻¹, 4 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹ and 8 dS m⁻¹) were established. As morphological characteristics, plant height, plant diameter, number of flowers, flower diameter, flower stem length, flower stem diameter, petal number, petal length, petal width, leaf thickness, leaf length and leaf width were measured. Irrigation was carried out at 7-day intervals. Soil moisture was monitored with pot weights. The research was carried out in Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Crop Stress Monitoring and Thermography Laboratory (COSMOTLAB) in 2020.

As a result of the study, while the number of flowers, flower diameter, number of petals, leaf thickness, leaf length and leaf width values of morphological features were found to be statistically different according to salt levels; plant height, plant diameter, peduncle length, peduncle diameter, petal length and petal width were found to be insignificant. When evaluated in terms of visual appearance, it can be said that there are significant differences between the treatments depending on the level of salt stress. According to the results of the research, it was revealed that the salt tolerance of the zinnia flower was partially low.

Keywords: Zinnia, salt stress, ornamental plant, morphological features

Zinya Çiçeğinin Tuz Toleransının Belirlenmesi

Öz

Bu çalışmada, farklı tuz düzeyleri içeren sulama sularının zinya çiçeğinin (*Zinnia elegans*) morfolojik özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla beş farklı tuz düzeyi (kontrol (şebeke suyu), 2 dS m⁻¹, 4 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹ ve 8 dS m⁻¹) oluşturulmuştur. Morfolojik özellikler olarak bitki boyu, bitki çapı, çiçek sayısı, çiçek çapı, çiçek sap uzunluğu, çiçek sap çapı, petal sayısı, petal uzunluğu, petal eni, yaprak kalınlığı, yaprak uzunluğu ve yaprak eni ölçülmüştür. Sulamalar 7 gün aralıklarla yapılmış ve toprak nemi saksı ağırlıklarıyla izlenmiştir. Araştırma, 2020 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Stresi İzleme ve Termografi Laboratuvarında (BİSİTLAB) yürütülmüştür.

Çalışma sonucunda, morfolojik özelliklerden çiçek sayısı, çiçek çapı, petal sayısı, yaprak kalınlığı, yaprak uzunluğu ve yaprak eni değerleri tuz düzeylerine göre istatistiksel olarak farklı bulunurken; bitki boyu, bitki çapı, çiçek sap uzunluğu, çiçek sap çapı, petal uzunluğu ve petal eni ise önemsiz bulunmuştur. Görsel görünüm açısından değerlendirildiğinde ise tuz stresi düzeyine bağlı olarak konular arasında farkların belirgin biçimde ortaya çıktığı söylenebilir. Araştırma sonucuna göre zinya çiçeğinin tuz toleransının kısmen düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zinya, tuz stresi, süs bitkisi, morfolojik özellikler

Introduction

In the past, water quality problems have generally been neglected because of the sufficient availability of quality water resources and the fact that they were obtained without difficulty. However, as a result of global warming and the increasing world population, the demand for water has increased the pressure on existing resources and the water supply has been insufficient to meet this demand. As a result of the intensive use of almost all quality water resources, irrigation with low quality irrigation water has become mandatory (Malakar et al., 2019).

Irrigation water contains more or less dissolved solids, namely salts, depending on the source it comes from. Salinity is one of the most important stress factors threatening crop production today (Akçal and Kaynaş, 2021). The use of irrigation water for many years without taking precautions causes the salinity to increase in the root zone of the plant, causing toxic effects on the grown plants and adversely affecting the physical properties of the soil (Richards, 1954; Rhoades et al., 1973; Maas and Hoffman, 1977; Karakoç and Kale, 2016). Along with the increase in the salt concentration in the soil, deterioration in the soil structure creates problems in the water uptake in the root zone of the plants and accordingly the plant growth slows down (Kanber and Ünlü, 2010; Akçaman et al., 2017). Salt stress limits crop productivity by affecting the growth of plants, especially in arid and semi-arid climates. 10 million hectares of land are lost every year in the world due to salinity (Akgül, 2003; Özkorkmaz and Yılmaz, 2017). Salt tolerance of plants varies. Salt sensitive plants make an uncontrolled ion uptake in salty environments. Since these plants do not have parts to store the high amount of salt taken, they cause damage to the plant (Deliboran and Savran, 2015).

In recent years, plant species with high resistance to drought and salinity are preferred in landscaping where outdoor ornamental plants are used (Akçal and Kaynaş, 2021). Zinnia is an annual species naturally found in Central America and Mexico, belonging to the Asteraceae family. There are some varieties as well as layered and small flowers in different colors. It is easy to cultivate, requires effortless cultural care and is disease resistant; For these reasons, it is widely used in landscaping (Dole, 1999; Demirel et al., 2021).

Although there are many international studies on zinnia, studies on the effects of different salt applications on the morphological characteristics of zinnia have been limited as only a few features have been examined. In this study, the effects of different salt levels on morphological features were investigated in order to determine the salt tolerance of zinnia.

Material and Method

Study Area

The study, Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Crop Stress Monitoring and Thermography Laboratory (COSMOTLAB) in 2020, zinnia (*Zinnia elegans*) was used as plant material (Figure 1).



Figure 1. *Zinnia elegans*

The research was carried out under control conditions (25 °C±2 temperature, 40±3% humidity and 16/8 photoperiod). Planting was carried out with 1 zinnia flower in each pot with a 1:1 mixture of peat and perlite. In the study, a control treatment and a total of five irrigation treatments with four different salt levels were formed (Table 1).

Before setting up the experiment, the pot capacity (field capacity) and the usable water holding capacity (UWHC) of each pot were determined (Camoglu, 2013; Demirel et al., 2020). In the first irrigation together with planting, all treatments were carried out equally with the tap water to be completed to the pot capacity. Afterwards, all treatments were irrigated with reference to the control treatment, at 7 days intervals, in such a way that the reduced moisture in the pot was completed to 100% of the usable water holding capacity. With the second irrigation, the implementation of the treatments started. All treatments consisted of 4 replicates and a total of 20 pots were used, 1 plant in 1 pot in each replicate. Irrigation of the control treatment was made from tap water and its electrical conductivity (EC) was measured 0.7 dS m⁻¹.

Table 1. Salt levels treatments

| Treatments | Salt Levels |
|------------|----------------------|
| S-0 | Control (tap water) |
| S-2 | 2 dS m ⁻¹ |
| S-4 | 4 dS m ⁻¹ |
| S-6 | 6 dS m ⁻¹ |
| S-8 | 8 dS m ⁻¹ |

Morphological Measurements

Throughout the experiment, measurements were made at seven-day intervals and before irrigations. The measurements started on the day of planting and continued until the 42nd day after planting (DAP₄₂). Within the scope of the study, morphological measurements were made 7 times in total. These measurements were evaluated in 4 main sections (plant, flower, petal, leaf).

Plant properties;

Plant height (cm): It was measured with the help of a ruler from the growing medium to the top of the plants.

Plant diameter (cm): It was measured as the distance between the extreme points of the plants when viewed from the top.

Flower properties;

Number of flowers (pieces plant⁻¹): It was obtained by counting the open flowers on the plant after the dried flowers were removed.

Flower stem length (cm): It was measured as the distance of the flower stalk from the soil level to the flower tray.

Flower stem diameter (mm): It was measured from the thickest part of the flower stalk with the help of callipers.

Flower diameter (mm): It was measured from the outermost part of the opened flowers with callipers.

Petal properties;

Petal number (pieces/plant): It was obtained by counting the petals of the opened flowers.

Petal length (mm): Petal length of opened flowers was measured with callipers.

Petal width (mm): Petal leaf width of opened flowers was measured with callipers.

Leaf properties;

Leaf length (cm): The leaves of the plant were measured with the help of a ruler from the outlet to the tip.

Leaf width (mm): It was measured with callipers from the widest part of the leaf width.

Leaf thickness (mm): It was measured with callipers from the place where the leaf thickness was the greatest.

Statistical Analysis

One-way analysis of variance (One-Way ANOVA) was used to determine whether the difference between the data obtained as a result of the treatments in the experiment was significant

($p=0.05$). If the difference was significant, Duncan test was performed to determine the difference between the treatments. All statistical evaluations were made with the help of SPSS 20.0 package program.

Results and Discussion

Morphological measurements

The results obtained within each main group are discussed below under separate headings.

Plant Properties

When plant height was analysed, the highest plant height was observed in S-8 and the lowest plant height was observed in S-0 in DAP42 (Figure 2a). After DAP35, plant height decreased in all treatments except S-0 and S-2 treatments until the end of the experiment. Markovic et al. (2022) reported a decrease in plant height against increasing salt levels in zinnias at four different salt levels (control, 3 dS m⁻¹, 4.5 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹). Niu et al. (2012) reported that plant height decreased with increasing salt level in *Zinnia* (*Zinnia marylandica*) flower at 5 different salt levels (control, 3 dS m⁻¹, 4.2 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹ and 8 dS m⁻¹). Bizhani et al. (2013) applied seven different salt levels (0 dS m⁻¹, 2.5 dS m⁻¹, 5 dS m⁻¹, 7 dS m⁻¹, 7.5 dS m⁻¹, 10 dS m⁻¹ and 15 dS m⁻¹) on zinnias. As a result, these researchers also reported an inverse relationship between increasing salt level and plant height. These findings are different from the results of our study. It can be said that the difference between the above-mentioned studies and this study is due to the difference in growing medium and zinnia flower varieties.

Plant diameter values were highest in S-0 and lowest in S-8 (Figure 2b). All treatments showed close values until DAP₂₈. However, after DAP₄₂, the effect of salt level on plant diameter became quite significant.

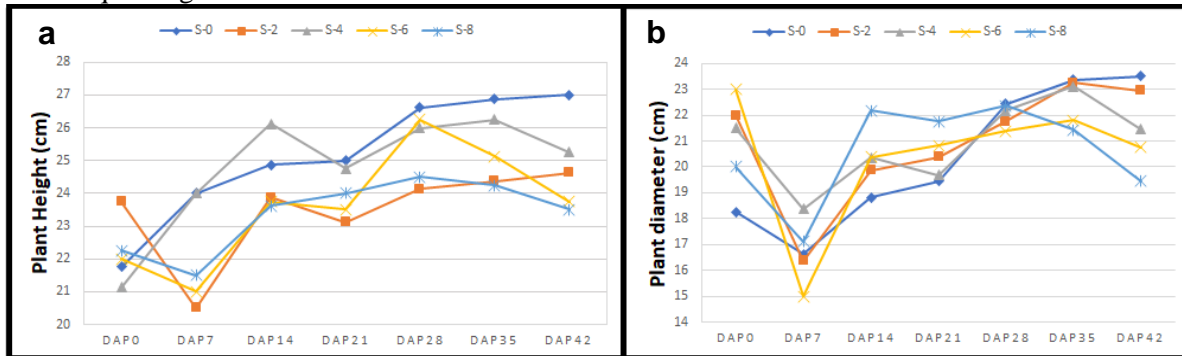


Figure 2. Plant height(a), plant diameter(b)

The results of statistical analysis of the averages of the measurements of plant traits within the scope of the study are given in Table 2. When plant height and plant diameter were analysed according to salt levels, the differences between all treatments were found statistically insignificant.

Table 2. Plant height, plant diameter in irrigation treatments with salt levels

| Treatments | Plant Height (cm) | Plant Diameter (cm) |
|------------|-------------------|---------------------|
| S-0 | 25.2±0.4NS | 20.3±0.3NS |
| S-2 | 23.5±0.8NS | 20.8±0.5NS |
| S-4 | 24.8±1.1NS | 21.4±0.1NS |
| S-6 | 23.6±1.1NS | 20.1±0.5NS |
| S-8 | 23.4±1.1NS | 20.7±0.5NS |

Flower Properties

When flower number values were analyzed, the values of all treatments were similar until DAP₁₄ (Figure 3a). The highest values were measured in S-0 and S-2. The other treatments differed from each other in terms of flower number and had lower values. Markovic et al. (2022) also reported a linear decrease in the number of flowers in response to increasing salt levels in zinnias at four different salt levels (control, 3 dS m⁻¹, 4.5 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹). The results obtained in this study are similar to those of the aforementioned study.

When flower diameter values were analyzed, all treatments showed a decreasing trend in DAP₄₂ (Figure 3b). However, a greater decrease in flower diameter value occurred in S-8 (Figure 3b). There was a noticeable difference between the treatments due to the increase in salt level. Bizhani et al. (2013) reported that flower diameter decreased by 75% at 10 dS m⁻¹ salt level compared to 0 dS m⁻¹. This study is similar to the aforementioned study.

When flower stem length was analysed, S-2 differed from the other treatments and had the highest values in all measurements (Figure 3c). It can be said that flower stem length decreased as the salt level increased. When flower stem diameter values were analysed, it was observed that all subjects showed a similar trend (Figure 3d). The highest value was observed in S-4 and the lowest value was observed in S-6. It can be said that salt level has no direct effect on flower stem diameter.

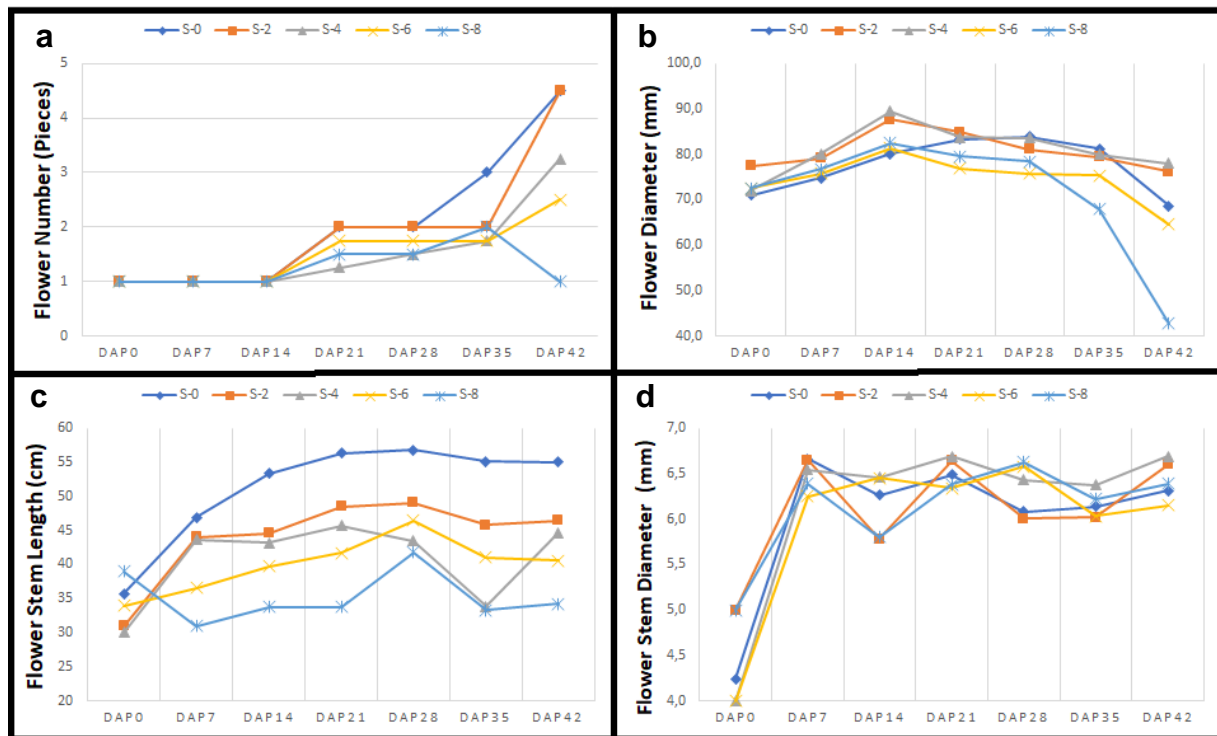


Figure 3. Number of flowers(a), flower diameter(b), flower stem length(c), flower stem diameter(d)

The results of the statistical analysis of the measurements of flower characteristics are given in Table 3. When the number of flowers was analyzed, no statistically significant difference was found

between S-0 and S-2 treatments and S-4 and S-6 treatments. However, a statistically significant difference was found between S-0 and S-2 treatments and S-8 treatment. When flower diameter was analyzed, S-2 and S-4 treatments had the highest values, while S-8 treatment had the lowest value. Statistically, S-0 was similar to S-2, S-4 and S-6, but different from S-8.

Table 3. Flower number, flower diameter, flower stem length, flower stem diameter in irrigation treatments with salt levels

| Treatments | Flower Number (pieces) | Flower Diameter (mm) | Flower Stem Length (mm) | Flower Stem Diameter (mm) |
|------------|------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| S-0 | 2±1A | 78±09AB | 51.3±3.4NS | 6.0±0.2NS |
| S-2 | 2±3A | 81±1A | 46.4±5.8NS | 6.2±0.01NS |
| S-4 | 2±2AB | 82±1.3A | 42.1±6.6NS | 6.4±1NS |
| S-6 | 2±2AB | 75±1.5BC | 40.8±5.8NS | 6.2±4NS |
| S-8 | 1±1 B | 71±2.2C | 34.4±3.9 NS | 6.3±2NS |

When flower stem length and flower stem diameter were analyzed, no statistical difference was found between all treatments.

Petal Properties

When the number of petals was analysed, all treatments showed a similar trend until DAP21, after this date, S-6 and S-8 treatments started to decrease (Figure 4a).

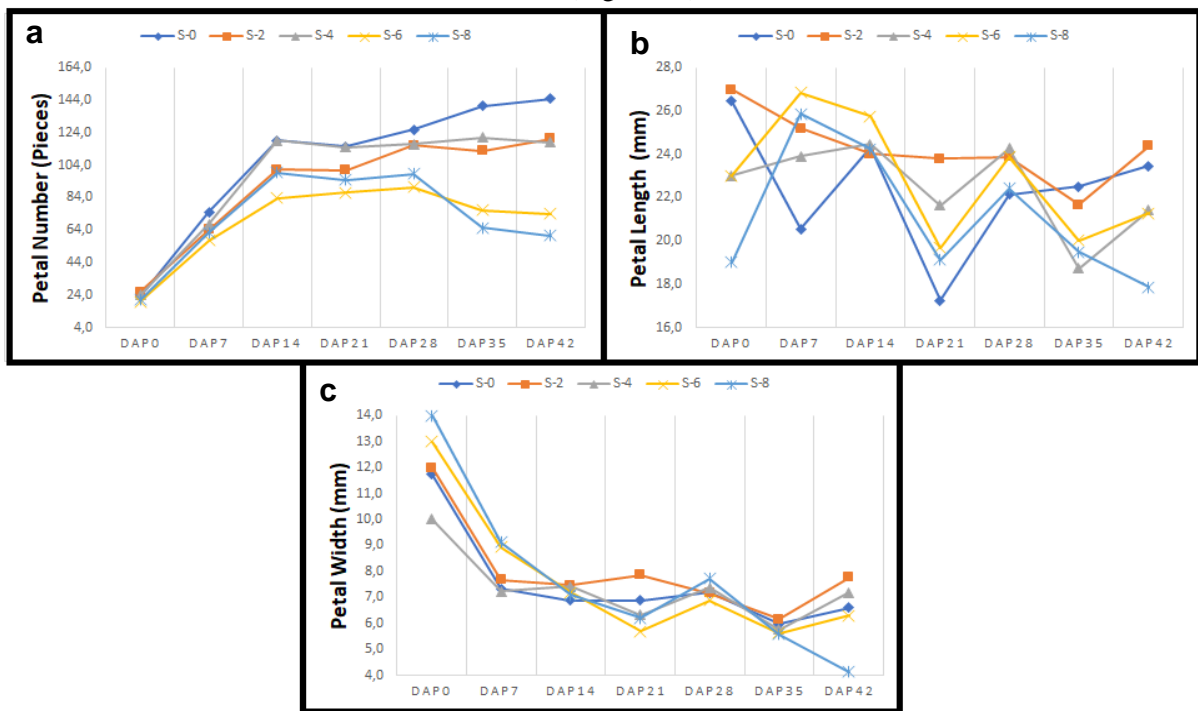


Figure 4. Petal number(a), petal length(b), petal width(c)

When the petal length values were analyzed, the highest value was measured in S-2 and the lowest in S-8 (Figure 4b). In the last measurement, while the values of all treatments increased compared to the previous week, there was a decrease in treatment S-8. It can be said that this situation is due to the termination of vegetative activities in S-8 due to salt. When petal width was analyzed, all treatments generally showed the same trend throughout the whole measurement period (Figure 4c). In the second measurement, DAP₇, a decrease occurred in all values in all treatments and continued close to these values until the end of the experiment.

The results of statistical analysis of the averages of the measurements of petal properties within the scope of the study are given in Table 2.

Table 4. Petal number, petal length, petal width in irrigation treatments with salt levels

| Treatments | Petal Number (pieces) | Petal Length (mm) | Petal Width (mm) |
|------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| S-0 | 100±5.4AB | 22.4±0.8NS | 7.5±0.3NS |
| S-2 | 95±8AB | 23.9±1.3NS | 7.5±0.2NS |
| S-4 | 104±4.3A | 22.4±0.5NS | 7±0.2NS |
| S-6 | 77±6.7C | 22.9±0.5NS | 7±0.4NS |
| S-8 | 82±7.4BC | 21.4±0.5NS | 6.9±0.4NS |

When the petal number change was analyzed according to the treatments, it was found to be statistically significant. petal number and petal width values were found to be statistically insignificant among the treatments.

Leaf Properties

When leaf thickness was analyzed, a decrease was observed in DAP₇ at the same level in all treatments (Figure 5a). In DAP₄₂, all treatments showed an increasing trend, while a decrease was observed in S-8. When leaf length was analyzed, all treatments showed a similar trend in general (Figure 5b). While all treatments decreased in DAP₄₂, S-2 treatment remained constant. When leaf width values were analyzed, the lowest value was found in S-8 and the highest value was found in S-0 (Figure 5c).

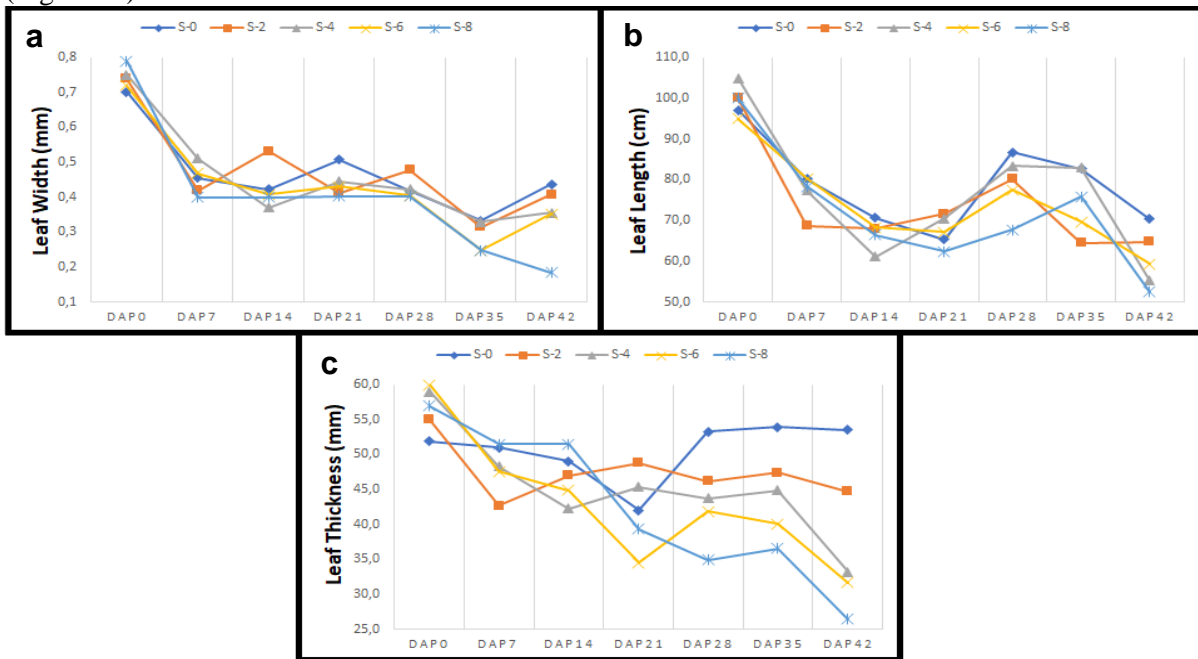


Figure 5. Leaf width(a), leaf length(b), leaf thickness(c)

The results of statistical analysis of leaf characteristics are given in Table 5. When leaf thickness values were analyzed, it was determined that there were statistically significant differences among the treatments. While there was no statistical difference between S-0 and S-4 in leaf length values, there was no statistical difference between S-2, S-4, S-6 and S-8. When leaf width was analyzed, S-0 was found to be statistically different from all treatments except S-2.

Yasemin and Koksal (2023) found statistically insignificant effect on leaf length and leaf width in 2 different zinnia flowers at 5 different salt levels. However, it can be said that the difference between the mentioned study and this study is due to the variety.

Table 5. Leaf width, leaf length, leaf thickness in irrigation treatments with salt levels

| Treatments | Leaf Width (mm) | Leaf Length (mm) | Leaf Thickness (mm) |
|------------|-----------------|------------------|---------------------|
| S-0 | 0.47±0.02A | 79±1.8A | 50.7±0.9A |
| S-2 | 0.44±0.02AB | 70.7±1.4B | 46.4±2.2AB |
| S-4 | 0.42±0.02AB | 72.8±3.5AB | 43.3±3.1B |
| S-6 | 0.40±0.02BC | 71.3±1.1B | 40.8±1.3B |
| S-8 | 0.36±0.02C | 68.5±3.2B | 40.7±1.2B |

As a result of the experiment, the effect of different salt levels on zinnia flower is shown respectively (Figure 6). While S-0 and S-2 treatments maintained their visual vigor, S-4, S-6 and S-8 treatments lost their visual vigor and dried up due to the increase in salt level. In the study, there was no statistical difference between the treatments in morphological measurements (plant height, plant diameter), but the differences were clearly seen visually (Figure 6). Yasemin and Koksall (2023) in their study, decreases in visual appearance occurred due to the increase in salt level. It was reported that the growth of the plants stopped and drying occurred with the effect of salt and a similar process was observed in the present study. This study is similar to the aforementioned study.



Figure 6. Final visual status of the treatments according to salt levels

Conclusions

In the study conducted to determine the salt tolerance of zinnia flower (*Zinnia elegans*), it was concluded that different salt levels affected the morphological characteristics of zinnia flower. Since flower number, flower diameter, petal number, petal length, leaf length, leaf width and leaf thickness traits were affected by increasing salt level, statistical differences were found among the subjects. It can be said that these traits responded more quickly to salt stress. The S-8 treatment with the highest salt level was found to have the lowest values in all parameters except flower stem diameter. Since visibility is at the forefront in ornamental plants, it was determined that the lowest salt level of 2 dS m⁻¹ affected the visibility to a small extent and this effect started to be seen after DAP₃₅.

As a result of the study, it was determined that zinnia flower, which is frequently used in landscaping applications, is not tolerant to salt stress and this causes a decrease or termination of vegetative activities.

Authors' Contributions

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

Conflicts of Interest Statement

The authors declare no competing interests.

References

- Akçal, A., Kaynaş, K., 2021. Tuz stresi altında siklamenin (*cyclamen hederifolium aiton.*) bitki gelişim performansı ve çiçeklenme özelliklerinin belirlenmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi.* 2 (4): 109-116.
- Akçaman, N., Taş, İ., Coşkun, Y., 2017. Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin sakız fasulyesi (*Cyamopsis tetraganobola*)'nin çimlenmesi üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi.* 4(2): 130-137.
- Akgül, H., 2003. Tuzluluk Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı 340. Ankara.
- Bizhani, S., Jowkar, A., Abdolmaleki, M., 2013. Growth and antioxidant response of *Zinnia elegans* under salt stress conditions. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences.* 3(13): 1285-1292.
- Camoglu, G., 2013. The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive (*Olea Europaea L.*) cultivars, *Zemdirbyste-Agriculture.* 100: 91-98.
- Deliboran, A., Savran, Ş., 2015. Toprak tuzluluğu ve tuzluluğa bitkilerin dayanım mekanizmaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi.* (1): 57-61.
- Demirel, K., Yıldırım, D., Ayanoğlu, Z., Albayrak, F., Kuşak, İ., Ersoy, Ç., Budak, N., Nar, H., Çamoğlu, G., Akçal, A., Çatıkkaş, G., 2020. Çuha çiçeğinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine su stresinin etkilerinin araştırılması. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.* 8(2): 347- 358.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., Akçal, A., Nar, H., Kahriman, F., Genç, L. 2021. Effect of water deficit on flowering and growth characteristics of *Zinnia elegans*. *Journal of Ornamental Plants.* 11(2): 77-88.
- Dole, H.C., 1999. *Zinnias: colorful, butterfly-approved. butterfly dardeners quarterly.* BQG, PO Box 30931, Seattle. WA 98103.
- Kanber, R., Ünlü, M., 2010. Tarımda su ve toprak tuzluluğu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 281. Adana.
- Karakoç, B., Kale, S., 2016. Farklı erirlikteki tuz cinslerine sahip sulama suyu tuz düzeylerinin, marul (*lactuca sativa*) verimi üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 11(1): 1-7.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance- current assessment. *J. Irrigation and Drainage Division, Proceeding Paper 12993. ASCE 103 (IRI): 115-134.*
- Malakar, A., Snow, D. D., Ray, C., 2019. Irrigation water quality a contemporary perspective. *water,* 11(7): 1482.
- Marković, M., Šoštarić, J., Kojić, A., Popović, B., Bubalo, A., Bošnjak, D., Stanisavljević, A., 2022. *Zinnia (Zinnia elegans L.) and periwinkle (Catharanthus roseus (L.) G. Don) responses to salinity stress. Water,* 14(7): 1066.
- Niu, G., Wang, M., Rodriguez, D., Zhang, D., 2012. Response of zinnia plants to saline water irrigation. *HortScience.* 47(6): 793-797.
- Özkorkmaz, F., Yılmaz, N., 2017. Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*phaseolus vulgaris l.*) ve börülçede (*vigna unguiculata l.*) çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 7(2): 196-200.
- Rhoades, J.D., Ingvalson, R.D., Tucker, J.M., Clark, M., 1973. Salts in irrigation drainage waters. I. effects of irrigation water composition, leaching fraction, and time of year on the salt compositions of irrigation drainage waters. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37: 770-774.
- Richards, S.D., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkalis. *USDA. Handbook 60:22- 26.*
- Yasemin, S., Koksall, N., 2023. comparative analysis of morphological, physiological, anatomic and biochemical responses in relatively sensitive zinnia elegans 'zinnita scarlet' and relatively tolerant zinnia marylandica 'double zahara fire improved' under saline conditions. *Horticulturae.* 9(2): 247.

Research Article

Prediction of Ear Weight, Kernel Weight and Viability in Maize Using Image Analysis

Onurcan Nesrin^{1*} 

Fatih Kahrıman² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 17100 Çanakkale, Türkiye

*Corresponding author: onurcannesrin22@gmail.com

Received Date: 23.04.2023

Accepted Date: 29.09.2023

Abstract

In maize breeding studies, it is becoming common to determine the ear and kernel characteristics by image analysis. While current methods focus on measurements that can be obtained directly by image analysis, it has not been adequately addressed whether different parameters such as weight and viability can be estimated using these measurements. This study aimed to determine whether it is possible to estimate the ear weight (g), kernel weight (g), single kernel weight (g) and viability (1/0) status of maize with the help of features (area, perimeter, width, length) extracted from images of the ear and kernel samples. In this study, 233 ear and 1242 grain samples belonging to 13 maize genotypes were used as material. Digital images of the ear samples were taken with a 5 MP camera and from the kernel samples with a desktop scanner. The ear weight reference data (DV1) and the kernel weight reference data (DV2) were obtained by weighing each sample on a precision balance. Single kernel reference data (DV3) was obtained with the measurements of single kernel weights. Kernel samples underwent paper germination test and reference data (DV4) related to viability was created. Regression models were developed by using the features obtained from image analysis (area, perimeter, width, height) for each reference data set as the predictor variable. As a result of the study, it was seen that the ear weight and kernel weight can be estimated with the help of the parameters extracted from the image analysis. While moderate success was achieved in the determination of single seed weight, it was difficult to determine the viability status based on the morphometric measurements of a single kernel in maize.

Keywords: *Zea mays*, Regression, Morphometric measurements

Görüntü Analizi Kullanılarak Mısırdaki Koçan Ağırlığı, Tane Ağırlığı ve Canlılığın Tahmini

Öz

Mısır ıslah çalışmalarında, görüntü analizleri ile koçan ve tane özelliklerinin belirlenmesi yaygınlaşmaktadır. Mevcut yöntemler, doğrudan görüntü analizi ile elde edilebilecek ölçümlere odaklanırken, ağırlık ve canlılık gibi farklı parametrelerin bu ölçümler kullanılarak tahmin edilip edilemeyeceği yeterince ele alınmamıştır. Bu çalışmanın amacı, görüntü analizlerinden çıkarılan özellikler (alan, çevre, çevre, genişlik, uzunluk) kullanılarak mısırdaki koçan ağırlığı (g), tane ağırlığı (g), tek tane ağırlığı (g) ve canlılık (1/0) durumunun tahminlenip tahminlenemeyeceğinin belirlenmesidir. Çalışmada 13 mısır genotipine ait 233 koçan ve 1242 tane örneği materyal olarak kullanılmıştır. Dijital görüntüler koçan örneklerinden 5 MP kamera ile, tane örneklerinden ise masaüstü tarayıcı ile alınmıştır. Koçan ağırlığı referans verileri (DV1) ve tane ağırlığı referans verileri (DV2), her numunenin hassas terazide tartılmasıyla elde edilmiştir. Tek tane ağırlıklarının ölçümleri ile tek tohum referans verileri (DV3) elde edilmiştir. Tane örnekleri kağıt çimlenme testine tabi tutulmuş ve canlılığa ilişkin referans verileri (DV4) oluşturulmuştur. Her bir referans veri seti için görüntü analizinden elde edilen özellikler (alan, çevre, genişlik, yükseklik) tahminleyici değişken olarak kullanılarak regresyon modelleri geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda, görüntü analizinden çıkarılan parametreler yardımıyla koçan ağırlığı ve tane ağırlığı tahmin edilebildiği görülmüştür. Tek tane ağırlığının belirlenmesinde orta düzeyde başarı elde edilirken, mısırdaki tane alınan morfolometrik ölçümlere dayalı canlılık durumunun belirlenmesinin mümkün olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Zea mays*, Regresyon, morfolometrik ölçümler

Introduction

Maize (*Zea mays*) is a herbaceous and highly cross-pollinated plant from the Poaceae family. The homeland of the maize plant is South America. This crop is an important grain that is used as a raw material for industry, as well as for human and animal nutrition (Prasanna et al., 2012). As a result, maize breeding studies are becoming widespread in our country. In maize breeding studies, kernel and ear characteristics are important phenotypic traits for maize breeding (Hallauer et al., 1988). The measurement of these traits requires time and labor. With developing technology, studies were carried out about the use of different techniques in order to shorten the duration of these measurements. Image analysis is considered to be a modern and alternative method among these techniques. Traditional image analysis methods are more suitable than other methods because they are cheap and practical (Wu et al., 2018). Image analysis has many uses in agriculture (Doğan et al., 2018). The main areas for use of image analysis in kernel measurements are; characterization and identification, classification and grading, physiological tests, detection of mechanical or disease damage, determination of color and morphological features (Kiratiratanapruk and Sinthupinyo, 2011; Kapadia et al., 2017; Yafie et al., 2020; Beyaz and Gerdan, 2021). Among these purposes, the use of image analysis in morphometric measurements has become quite widespread.

When morphometric measurements are made by humans, they require high labor and time. In addition, the human error rate in these measurements is quite high. In order to eliminate these negative methods, new approaches have been developed. Among these approaches, analysis based on image processing is used in many different fields today. These techniques are also actively used in seed analysis. Tanabata et al. (2012) developed a software called SmartGrain for image analysis of seeds of different plant species. With this software, measurements such as length, width and depth of the seed can be made in a much shorter time and with less labor compared to manual measurements, but this software cannot extract seed color information (Tanabata et al., 2012). With the plug-in called SeedAnalyser developed on the ImageJ platform, a tool was developed that can group seeds by image classification by extracting morphological, structural and color features from seed images (Loddo et al., 2022). With this tool, seeds with different characteristics can be separated with high success by using image analysis and machine learning technique. In the MATLAB environment, Zhu et al. (2021), extracted seed area, perimeter, width, length, circularity and central point as well as color characteristics in a short time.

This software was designed to perform measurements for direct ear or grain morphometry. Different studies were conducted to compare the reference results for morphometric measurements with the results obtained from image analysis (Gierz et al. 2021; Cirit et al., 2022). Again, a remarkable number of studies have been conducted about the comparison of morphometry results obtained from different image processing software (Makanza et al. 2018; Loddo et al., 2022). There are limited studies about whether morphometric measurements can be made using simple parameters (area, perimeter, width, height) obtained by image analysis.

The objective of this study was to investigate the possibility of determining ear weight, total kernel weight per ear, single kernel weight, and kernel viability through the utilization of some morphometric measurements obtained from image analysis.

Material and Methods

In the study, ear (n=231) and grain (n=1223) samples of 10 different local corn samples and 3 standard genotypes found in the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University were used. These materials were sampled from breeding trials conducted in the Field Crops Department in 2021.

Data were collected related to dependent variables in the research of ear weight, kernel weight, single kernel weight and viability. Three different image analyses were carried out in the study. In the first stage, the images of cob samples for each genotype were taken with the EceGöz imaging system at 5 MP resolution. Results for reference measurements were obtained from digital images with the ImageJ program (Abràmoff et al., 2004).

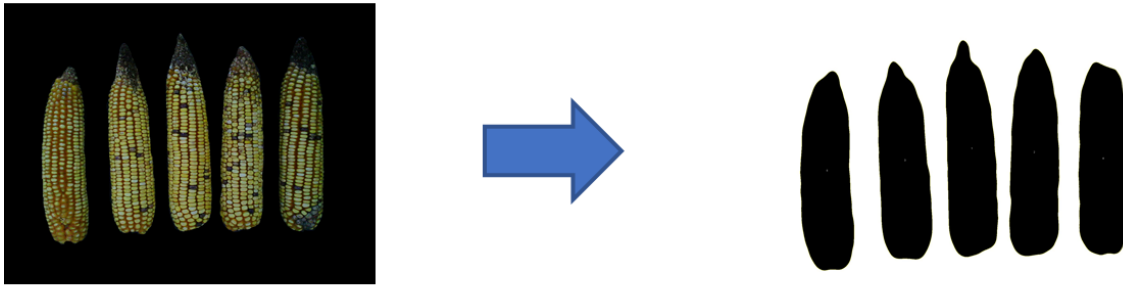


Figure 1. Digital and processed images of ear samples using ImageJ software

The materials used in the research were scanned at 300 dpi resolution, with 50 to 100 seeds from each population using a desktop scanner. Population sequence and seed numbers in these images were recorded on Excel files to be used in germination tests and image processing analysis. The seed morphology of the populations was examined with SmartGrain (Tanabata et al., 2012) software.

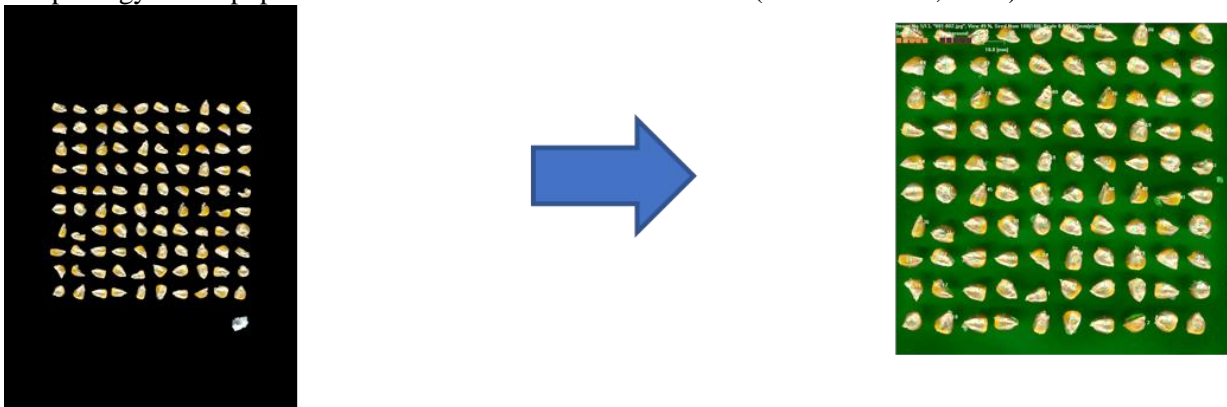


Figure 2. Digital and processed images of kernel samples SmartGrain software

Samples from which seed images were taken underwent a germination test. In the germination test, the seeds were arranged on germination papers as they were imaged. Seeds lined up on germination papers were wetted with distilled water. For germination, the seeds were kept at 24 degrees for 7 days. At the end of this period, germinated and non-germinated seeds were counted, and viable seeds were determined and recorded without mixing their order. In the study, data about ear weight (DV1), kernel weight per ear (DV2), single kernel weight (DV3) and kernel viability (DV4) were collected as dependent variables. Nine samples of kernel data were discarded because of they had extreme values of color spaces.

The statistical analyses in the study were performed using the R statistical package program (R Core Team, 2019). The differences in the genotypes used as material in terms of the examined characteristics were analyzed with the analysis of variance technique. As a result of variance analysis, the differences between genotypes were compared with the t test. The relationships between the image processing analyses for seed characteristics were measured as a reference analysis and the results obtained were examined with regression analyses.

Results and Discussion

The results of the regression analysis for estimation of ear weight using the image analysis features are presented in Table 1. All of the different models created based on area, perimeter, length and diameter data were found to be statistically significant. These models had success rate of over 80% and the ear weight can be determined by using the image analysis outputs (Table 1). However, when only the ear area data was used as an estimator, an R^2 value of 82.9% was calculated, while it was determined that the addition of other features to the model did not have a significant effect on increasing prediction success.

Additionally, predicting ear weight can be useful for breeders and farmers who are interested in selecting plants with higher yields, as it allows them to identify individual ears with high weights

and use them for further breeding or production. Predicting ear weight using image analysis is a more straightforward process, as it only requires measuring the weight of the entire ear. Ear weight is less likely to be influenced by variations in kernel size or number and is a more direct indicator of the yield of the crop. Previous studies generated some mathematical models that use several ear features, such as length, width, and shape parameters, to predict ear weight with high accuracy. In our study the best results were obtained for ear weight prediction using image analysis. However, it is noteworthy that the results obtained in our study have partly lower success than other studies. The main reason for this could be attributed to several issues. Firstly, morphometric features alone obtained from image analysis may not be effective for predicting ear weight in maize because ear weight is a complex trait influenced by a variety of factors. While morphometric features such as ear length, diameter, and shape may be correlated with ear weight, they may not be the only or even the most important factors influencing ear weight. In our study we predict ear weight by only morphometric features, and we do not take into account the number of kernels on the ear. Also, we cannot consider the weight of cobs to predict ear weight. These two factors have significant effect on the changes the ear weight in maize. Drienovsky et al (2019) noticed that total weight of ear highly correlated with the total weight of kernel in maize. We can not capture the number of kernel or features of cob using image analysis in our study. Additionally, image analysis may not insufficient to determine the moisture content of ear samples. Undoubtedly, these issues caused the relatively low estimation success in our study when comparing the results of previous studies.

Table 1. Results of regression models for ear weight (DV1) estimation using the morphometric features of ear samples extracted from image analysis.

| Features/Stat. | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Area | 3.020*** | 4.735*** | 4.738*** | 4.781*** |
| Perimeter | | -5.058*** | -5.367*** | -5.362*** |
| Length | | | 0.626 | 0.466 |
| Width | | | | -0.660 |
| Constant | -69.269*** | 26.316** | 27.500** | 30.401 |
| N | 233 | 233 | 233 | 233 |
| R ² | 0.829 | 0.888 | 0.888 | 0.888 |
| Adjusted R ² | 0.829 | 0.887 | 0.886 | 0.886 |
| Std. Err. | 29.191 | 23.725 | 23.772 | 23.824 |
| | (df = 231) | (df = 230) | (df = 229) | (df = 228) |
| F Statistic | 1.121.822*** | 908.933*** | 603.588*** | 450.724*** |
| | (df = 1; 231) | (df = 2; 230) | (df = 3; 229) | (df = 4; 228) |

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

The results of the regression analysis for estimation of the grain weight using the image analysis parameters are presented in Table 2. All of the different models created based on area, perimeter, length and diameter data were statistically significant. It was observed that these models had success rate of over 70% and the ear weight can be determined by using the image analysis outputs (Table 2). However, an R² value of 75.2% was calculated when only the cob area data was used as an estimator, while this value reached 83.7% when the perimeter variable was included. It was determined that the addition of other variables to the model did not have a significant effect on the estimation success (Table 2).

The previous studies showed that total kernel weight could be estimated by different morphometric features obtained with image analysis. Sandhya et al. (2021) developed a model to predict total kernel weight using image analysis outputs. They used kernel number per ear and kernel length as predictor variables in their prediction model. They found high similarity (R²> 0.9815) between estimated kernel weight and measured values. In this study, the aim was to predict total kernel weight using ear features. Although this method seems acceptable, the regression coefficient for the model was lower than the value in the study by Sandhya et al (2021). In our study, one limitation of using morphometric features for predicting total kernel weight is that these features do not take into account the number of kernels on the ear. Two ears with the same average kernel size and shape may have different weights if one has more kernels than the other. Total kernel weight can also be affected by some other factors

such as moisture content of ear, which may not be fully captured with morphometric features obtained from image analysis. Therefore, these factors could cause biased calculation of total kernel weight using image analysis in our study.

Table 2. Results of regression models for total kernel weight (DV2) using the morphometric features of ear samples extracted from image analysis.

| Features/Stats. | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Area | 2.583*** | 4.440*** | 4.454*** | 4.206*** |
| Perimeter | | -5.478*** | -6.863*** | -6.891*** |
| Length | | | 2.807 | 3.735 |
| Width | | | | 3.831 |
| Constant | -63.314*** | 40.212*** | 45.519*** | 28.691 |
| N | 233 | 233 | 233 | 233 |
| R² | 0.752 | 0.837 | 0.838 | 0.838 |
| Adjusted R² | 0.751 | 0.835 | 0.836 | 0.835 |
| Std. Err. | 31.6 | 25.7 | 25.6 | 25.7 |
| | (df = 231) | (df = 230) | (df = 229) | (df = 228) |
| F Statistic | 698.9*** | 588.7*** | 393.9*** | 294.3*** |
| | (df = 1; 231) | (df = 2; 230) | (df = 3; 229) | (df = 4; 228) |

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

Results of the regression analysis related to the estimation of single kernel weight using image analysis parameters are presented in Table 3. All of the different models created based on area, perimeter, length and diameter data were found to be statistically significant. In these models, single seed weight could be determined with over 60% success by using all the variables in the image analysis outputs (Table 3). When kernel area data is used, the R² value was 46.7%, adding the area variable did not significantly increase the R² value, and adding the kernel width increased the R² value to over 60% (Table 3).

Table 3. Results of regression models single kernel weight (DV3) using the morphometric features of ear samples extracted from image analysis.

| Features/Stats. | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Area | 0.004*** | 0.005*** | 0.004*** | 0.002*** |
| Perimeter | | -0.006*** | 0.015*** | 0.012*** |
| Length | | | -0.045*** | -0.030*** |
| Width | | | | 0.017*** |
| Constant | 0.055*** | 0.146*** | 0.078*** | -0.033 |
| N | 1,223 | 1,223 | 1,223 | 1,223 |
| R² | 0.467 | 0.477 | 0.625 | 0.631 |
| Adjusted R² | 0.467 | 0.476 | 0.624 | 0.629 |
| Std. Err. | 0.059 (df = 1221) | 0.059 (df = 1220) | 0.050 (df = 1219) | 0.049 (df = 1218) |
| F Statistic | 1,070.205*** (df = 1; 1221) | 556.318*** (df = 2; 1220) | 677.789*** (df = 3; 1219) | 520.008*** (df = 4; 1218) |

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

In maize, single kernel weight has an important effect on plant development. Revilla et al (2011) stated that parents with heavier kernels had better early vigor and earlier flowering dates. Therefore, it is desirable to increase single kernel weight in maize. Previous studies showed that this trait could be detected by image analysis in maize (Makanza et al., 2018). Moderate success was achieved for this feature in our study. Morphometric features obtained from image analysis may not be effective for predicting single kernel weight in maize because weight is a complex trait that is influenced by a variety of factors, including genetic, environmental, and developmental factors. While morphometric features such as kernel size and shape may be correlated with weight, they may not be the only or even the most important factors influencing weight. One limitation of using morphometric features for predicting weight is that these features do not take into account the internal density or

composition of the kernel, which can vary depending on factors such as water content, starch content, and protein content. Two kernels with the same size and shape may have different weights if one has higher density due to differences in composition. Furthermore, kernel weight can be influenced by the position of the kernel on the ear, as well as by interactions between kernels on the same ear. Kernels near the base of the ear, for example, may be larger and heavier than kernels near the tip of the ear. Similarly, kernels on the same ear may compete for resources, which can affect their growth and weight. Kernel weight can also be affected by post-harvest factors such as moisture content, storage conditions, and processing methods, which may not be fully captured by morphometric features obtained from image analysis. Therefore, our model has moderate accuracy for prediction of single kernel weight using morphometric features extracted image analysis.

The results of the regression models created for the determination of kernel viability using image analysis parameters in the study are presented in Table 4. According to these results, kernel viability could not be determined by morphological measurements based on image analysis. As a matter of fact, R² values for all models were found to be very low. There are several studies showing that kernel viability can be detected based on image analysis. In these studies, several kernel features, such as color, size, and shape parameters, were extracted from images of individual kernels and these features were used as inputs for machine learning algorithms. Yaman and Kahriman (2022) achieved high success (accuracy=0.91) from a machine learning model in which spectral data and morphological features were used together in their studies on the determination of kernel viability in maize with morphological features, image data and spectral data. In our study, it was understood that kernel viability could not be determined using morphometric features alone. Image analysis features may not be effective for predicting viability in maize for a few reasons. Firstly, image analysis typically captures morphological features of the kernel such as size, shape, and color. While these features may be correlated with viability, they do not provide direct information about the physiological state of the kernel. Other factors such as seed vigor, genetic factors, and environmental conditions can also influence kernel viability, which may not be fully captured by image analysis features. Kernel viability may also depend on internal factors such as the integrity of the cell membrane, which is not visible from the outside of the kernel. Therefore, image analysis may not be able to capture all the necessary information for predicting viability. Image analysis features may not be effective for predicting viability in maize because they may not provide direct information about the physiological state of the kernel, may vary depending on the stage of kernel development, and may not capture all the necessary information for predicting viability. On the other hand, the modeling technique used for viability detection also affects the results of the study. The majority of successful studies used deep learning or machine learning methods combined with machine vision. The linear regression modeling technique used in our study may not have been insufficient in this regard. In addition, the success of the models created in this study may be low, since the predictive variables consisted only of morphological features.

Table 4. Results of regression models for kernel viability (DV4) using the morphometric features of ear samples extracted from image analysis

| Features/Stats. | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Area | 0.001** | 0.004** | 0.004*** | 0.002 |
| Perimeter | | -0.009 | -0.015** | -0.019** |
| Length | | | 0.013 | 0.034 |
| Width | | | | 0.023 |
| Constant | 0.829*** | 0.978*** | 0.997*** | 0.848*** |
| N | 1,223 | 1,223 | 1,223 | 1,223 |
| R² | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.009 |
| Adjusted R² | 0.004 | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| Std. Err. | 0.280 | 0.279 | 0.279 | 0.279 |
| | (df = 1221) | (df = 1220) | (df = 1219) | (df = 1218) |
| F Statistic | 6.498** | 4.603** | 3.501** | 2.880** |
| | (df = 1; 1221) | (df = 2; 1220) | (df = 3; 1219) | (df = 4; 1218) |

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

Conclusion

In this study, the results are given for prediction of ear weight, grain weight per ear, single kernel weight and kernel viability, which cannot be obtained by direct image analysis, using image analysis parameters related to morphometric features. It is generally more accurate to predict ear weight than total kernel weight in maize using image analysis because ear weight is a more direct measure. For the models created to determine the single ear weight through image analysis results, it was observed that 82.9% accuracy could be achieved when only the ear area was used, while the regression coefficient increased to 88.8% when the ear perimeter variable was also included. Total kernel weight is calculated by summing the weight of all the kernels on an ear, while ear weight is the weight of the entire ear, including the ear and husks. Single kernel weight could be predicted with kernel morphometric features in our study. It was understood that the kernel viability cannot be predicted by using the linear regression method only on kernel morphology.

Note: This paper is prepared from a part of Onurcan Nesrin's master of science thesis.

Acknowledgements

We sincerely thank Mr Umut Songur (Department of Field Crops, Çanakkale Onsekiz Mart University) for assistance with the laboratory studies.

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

- Abramoff, M.D., Magalhães, P.J., Ram, S.J., 2004. Image processing with ImageJ. *Biophotonics International*. 11(7): 36-42.
- Beyaz, A., Gerdan, D., 2021. Meta-learning-based prediction of different corn cultivars from color feature extraction. *Journal of Agricultural Sciences*. 27(1): 32-41.
- Cirit, M., Kaya, F., Kiliç, N., Kahriman, F., 2022. Mısırdaki koçan ve tane ölçümlerinde kullanılan görüntü işleme yazılımlarından elde edilen sonuçların karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 33: 20-25.
- Drienovsky, R., Anghel, A., Sala, F., 2019. Model for corn kernels weight estimating based on mature corn ears dimensional parameters. *Research Journal of Agricultural Science*. 51(4): 51-60.
- Doğan, A., Cüneyt, U.Y.A.K., Şensoy, R.İ.G., Keskin, N., 2018. Asma yaprak alanının belirlenmesinde farklı iki yöntemin karşılaştırılması. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*. 28(3): 289-294.
- Gierz L., Markowski, P., Chmielewski, B., 2021. Validation of an image-analysis-based method of measurement of the overall dimensions of seeds. *Journal of Physics: Conference Series*. 1736(1): 012007.
- Hallauer, A.R., Russell W.A., Lamkey K R., 1988. Corn breeding, pp. 463-564 in *Corn and Corn Improvement*, edited by G. F. Sprague and J. W. Dudley. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Kapadia, V.N., Sasidharan, N., Patil, K., 2017. Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research. *Advance in Biotechnology and Microbiology*. 7(2): AIBM.MS.ID.555709.
- Kiratiratanapruk, K., Sinthupinyo, W., 2011. Color and texture for corn seed classification by machine vision. In *2011 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications Systems (ISPACS)* (pp. 1-5). 07-09 December 2011, Thailand.
- Loddo, A., Di Ruberto, C., Vale, A.M.P.G., Uccesu, M., Soares, J.M., Bacchetta, G., 2022. An effective and friendly tool for seed image analysis. *The Visual Computer*. arXiv:2103.17213v2.
- Makanza, R., Zaman-Allah, M., Cairns, J. E., Eyre, J., Burgueño, J., Pacheco, Á., Diepenbrock, C., Magorokosho, C., Tarekegne, A., Olsen, M., Prasanna, B. M., 2018. High-throughput method for ear phenotyping and kernel weight estimation in maize using ear digital imaging. *Plant Methods*. 14(1): 1-13.
- Prasanna, B. M., Chaikam, V., Mahuku, G., 2012. Doubled haploid technology in maize breeding: theory and practice. *CIMMYT*.
- Revilla, P., Butrón, A., Malvar, R. A., Ordás, R. A., 1999. Relationships among kernel weight, early vigor, and growth in maize. *Crop Science*. 39(3): 654-658.
- Sandhya, P., Patil, S.G., Radha, M., Djanaguiraman, M., Dheebakaran, G.A., 2021. Predicting yield attributes of maize through image processing. *The Pharma Innovation Journal*. SP-10(10): 761-767.
- Tanabata, T., Shibaya, T., Hori, K., Ebana, K., Yano, M., 2012. SmartGrain: high-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. *Plant Physiology*. 160(4): 1871-1880.
- R Core Team, (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

- Wu, A., Zhu, J., Yang, Y., Liu, X., Wang, X., Wang, L., Zhang, H., Chen, J., 2018. Classification of corn kernels grades using image analysis and support vector machine. *Advances in Mechanical Engineering*. 10(12): doi:10.1177/1687814018817642.
- Yafie, H. A., Rachmawati, E., Prakasa, E., Nur, A., 2020. Corn seeds identification based on shape and colour features. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*. 6(2): 66-72.
- Yaman, F., Kahriman, F., 2022. Classification of viable/non-viable seeds of specialty maize genotypes using spectral and image data plus morphological features. *Journal of Crop Improvement*. 36(2): 285-300.
- Zhu, F., Paul, P., Hussain, W., Wallman, K., Dhatt, B.K., Sandhu, J., Irvin, L., Morota, G., Yu, H., Walia, H., 2021. SeedExtractor: An open-source GUI for seed image analysis. *Frontiers in Plant Science*. 11: 581546.

Araştırma Makalesi

Türkiye’de Kırmızı Et Fiyatları ile Besi Yemi Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Toda-Yamamoto Testi ile Belirlenmesi

Mesut Gökay Okur^{1*}  Adnan Çiçek¹ 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat
*Sorumlu yazar: mesutgokayokur@hotmail.com

Geliş Tarihi: 07.08.2023

Kabul Tarihi: 20.12.2023

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemektir. Araştırma materyali, Ocak 2008 ile Aralık 2022 tarihleri arasındaki 180 aylık kırmızı et fiyatları ve besi yemi fiyatları verilerinden oluşmaktadır. İncelenen dönemde fiyatların cari olarak arttığı belirlenmiş ve reel fiyatlar dikkate alındığında özellikle son iki yılda besi yemi fiyatlarının kırmızı et fiyatlarına göre daha fazla oranda arttığı belirlenmiştir. Kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek için Toda-Yamamoto Testi kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle serilerin ADF ve PP birim kök sınamaları yapılmış ve serilerin birim kök içerdiği, ancak birinci farklarında birim kökün yok olduğu tespit edilmiştir. Serilerin gecikme uzunluğu 3 ay olarak belirlenmiş ve değişen varyans ile otokorelasyon bulunmadığı saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, besi yemi fiyatlarından kırmızı et fiyatlarına yönelik %1 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ancak, kırmızı et fiyatlarından besi yemi fiyatlarına doğru anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Kırmızı et fiyatlarındaki artışın yem fiyatındaki artışın bir fonksiyonu olduğu söylenebilir. Bu durumda, fiyat istikrarı açısından yem üretiminin artırılması ve ithalata bağımlılığın azaltılması için alınabilecek önlemlerin artırılması gerektiği belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: Toda-Yamamoto, Kırmızı Et Fiyatı, Besi Yemi Fiyatı, Nedensellik Analizi

Determination of Causality Relationship Between Red Meat Prices and Fattening Feed Prices in Turkey by Toda-Yamamoto Test Abstract

The aim of this study is to determine the causal relationship between red meat prices and fattening feed prices in Turkey. The research material consists of 180 months of data on red meat prices and fattening feed prices between January 2008 and December 2022. During the period analyzed, it was determined that prices increased in current terms and when real prices considering that feed prices increased more than red meat prices, especially in the last two years. Toda-Yamamoto Test is used to determine the causal relationship between red meat prices and fattening feed prices. For this purpose, firstly, ADF and PP unit root tests of the series were performed and detected the series contain unit root, but there is no unit root in their first differences. The lag length of the series was set as 3 months and changing detected there was no variance and autocorrelation. According to the results of the study, a causality relationship was found from fattening feed prices to red meat prices at 1% significance level. However, no significant relationship was found from red meat prices to fattening feed prices. It can be said that the increase in red meat prices is a function of the increase in feed prices. In this case, it can be stated that measures that can be taken to increase feed production and reduce import dependency should be increased in terms of price stability.

Keywords: Toda-Yamamoto, Red Meat Prices, Fattening Feed Prices, Causality Analysis

Giriş

Kırmızı et sektörü, sosyal ve ekonomik açıdan ülke ekonomileri için oldukça önemlidir. Kırmızı et sektörüne yönelik alınan kararlar, hayvancılık ve tarım sektörlerine yansyarak, ülke ekonomisini etkileme potansiyeline sahiptir (Öztürk ve Baysan, 2022).

Dünyada üretilen kırmızı etin yaklaşık %55.3’ü domuz eti, %33.2’ü sığır eti, %4.6’sı koyun eti, %2.9’u keçi eti, %2.0’ı manda eti ve %2.0’lık kısmını diğer (deve, katır ve tavşan eti vb.) etlerden

oluşmaktadır. Toplam sığır eti üretiminde lider konumda olan ülkeler ABD, Brezilya, Çin ve Hindistan'dır. Türkiye dünyadaki toplam sığır eti üretiminin yaklaşık %2'sini karşılamaktadır (FAO, 2023). Dünyada 2022 yılındaki toplam kırmızı et tüketimi 200 187 000 ton, kişi başı kırmızı et tüketimi ise 19.2 kg'dır (OECD, 2023).

Türkiye'de uzun dönemde kesilen hayvan sayısı ve kırmızı et üretiminde sürekli bir artış söz konusudur. Türkiye'de üretilen kırmızı etin %71.8'i sığır eti, %22.3'ü koyun eti, %5.3'ü keçi eti ve %0.6'sı manda etidir (TÜİK, 2023). Verilere bakıldığında kırmızı et üretimi ve tüketiminde sığır ve koyun etinin oranı daha yüksektir. Sığır besiciliğinde en önemli maliyet unsuru yem giderlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle yem maliyetinin düşürülmesi, besi karlılığının artırılması için önemli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Yaylak ve Kaya, 2001). Türkiye'de yem sektörü sürekli gelişme göstermektedir ve toplam karma yem üretimi son 10 yılda %70 artışla yaklaşık 27 milyon tona yükselmiştir. Karma yem üretiminin %25.3'ünü süt yemi, %22.2'sini piliç yemi, %21.7'sini besi yemi, %12.9'unu yumurta yemi ve %17.9'unu diğer karma yemler (küçükbaş yemi, balık yemi ve süs hayvanları yemi) oluşturmaktadır (GKGM, 2023).

Yapılan çeşitli araştırmalar incelendiğinde gerek konu ile ilgili ve gerekse yöntem ile ilgili birçok çalışmaya rastlanılmıştır. Öztürk ve Baysan (2022), Türkiye'de kırmızı et arzı-talebi, fiyat oluşumu ve ithalatını, Yalçınkaya (2016), kesif yem fiyatlarının etkileştiği faktörleri, Eştürk ve Mert (2022), iklim değişikliği ile tahıl ve yem bitkileri verimliliği arasındaki nedenselliği, Fidan ve Bayramoğlu (2019), bitkisel üretimdeki maliyet değişikliklerinin hayvansal ürün piyasasını nasıl etkilediğini, Urak ve ark. (2022), Türkiye'de dana karkas ve kuzu karkas ile yemlik buğday piyasaları arasındaki uzun dönem belirsizlikleri, Özdemir ve ark. (2020), Türkiye'de koyun eti ile besi yemi fiyatları arasındaki uzun dönem oynaklığı incelemişlerdir.

Yalçınkaya ve Aktaş (2019), Ocak 2016 tarihinden itibaren uygulanan yem fiyatlarındaki KDV oranı indiriminin, süt ve kırmızı et üretimindeki önemli maliyet unsurlarından biri olan yem fiyatları üzerindeki etkisini incelemişler ve et ve süt fiyatlarına nasıl yansıdığını ortaya koymuşlardır. KDV oranlarının yem fiyatları üzerindeki uzun dönem etkisi Johansen Eşbütünleşme Analizi ile, kısa dönem etkisi ise Granger Nedensellik Analizi ile test edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, yem fiyatlarındaki KDV oranlarının düşürülmesinin, et ve süt fiyatlarına hemen yansımadağı ve fiyat indirimleri için piyasa koşullarında (arz-talep) değişiklik gerektiğini belirtmişlerdir.

Dalgıç ve ark. (2023), Türkiye'de besi sığırcılığının gelişimini ortaya koymayı hedeflemişler ve 1936-2021 dönemini kapsayan sığır eti üretim miktarlarını kullanmışlardır. Yaptıkları analiz sonuçlarına göre en uygun model olarak ARIMA (0.2.2) modelinin olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre, sığır eti üretiminin 2022-2031 döneminde %60.31 oranında artış göstereceğini belirtmişlerdir.

Saçlı (2020), Türkiye'deki sığır eti fiyatlarındaki artışa etki eden temel faktörleri ortaya koymayı amaçlamıştır. Sığır eti fiyatlarındaki artışın temel nedeninin et üretiminin yetersizliği olduğu belirlenmiştir. Ayrıca süt fiyatları ile sığır eti üretici fiyatları arasındaki güçlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

Yılmaz ve Yaşar (2020), hayvancılık sektörüne verilen desteklerin yurt içindeki kırmızı et fiyatları üzerindeki etkilerini zaman serisi analizleri ile ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışmada 1990-2018 dönemine ait hayvancılık sektörüne verilen desteklemeleri kullanmışlardır. Bulgulara göre desteklerin kırmızı et fiyatlarına negatif etkisi olduğu sonucuna ulaştıklarını belirtmişlerdir.

Kaplan ve Çiçek (2022), çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini Toda-Yamamoto testi ile ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırmada, Ocak 2008 ile Aralık 2021 dönemine ait çiğ süt ve süt yemi fiyatlarını kullanmışlardır. Çiğ süt fiyatlarından süt yemi fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, yem fiyatlarındaki artışların süt fiyatlarını artıracığı düşüncesinin, beklenilen aksine gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Hayvancılık sektöründe besi yemi fiyatlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Yem fiyatlarının oluşumunda besi yeminin üretim süreci, piyasa talebi ve yem hammaddelerinin fiyatları etkili faktörlerdir. Besi yemi üretimi için hammadde olarak kullanılan hububat ve yağlı tohumların fiyatları tarımsal üretim koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Özellikle mahsul verimindeki bir azalma veya artış, yem hammaddelerinin arzını etkileyerek fiyatlarda dalgalanmalara yol açmaktadır. Benzer şekilde yem kullanımındaki dışa bağımlılık, yurt içi fiyatlara yansımakta ve üretim maliyetlerini artırmaktadır.

Türkiye'de kırmızı et fiyatları ve besi yemi fiyatlarının gelişimi Çizelge 1'de verilmiştir. 2008 yılında kırmızı etin cari fiyatı 11.72 TL/kg iken, 2022 yılında bu fiyatın 87.06 TL/kg olduğu görülmektedir. Besi yeminin cari fiyatı 2008 yılında 0.52 TL/kg iken, 2022 yılında 5.23 TL/kg seviyesine yükselmiştir. 2008-2022 yılları arasında kırmızı et cari fiyatında %642.83'lük, besi yemi cari fiyatında ise %905.76'lık bir artış söz konusudur. Söz konusu dönemde cari fiyatlar ile reel fiyatlar karşılaştırıldığında kırmızı et cari fiyatlarında artış söz konusu iken kırmızı et reel fiyatlarında düşüş yaşanmıştır. Besi yemi cari fiyatları ile besi yemi reel fiyatlarında da aynı durum söz konusudur.

Table 1. Current and real prices of red meat and fattening feed in Turkey (TL/kg)

Çizelge 1. Türkiye'de kırmızı et ve besi yeminin cari ve reel fiyatları (TL/kg)

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| KEF | 11.7 | 13.4 | 18.4 | 18.5 | 17.5 | 15.8 | 17.1 | 21.1 | 25.0 | 27.4 | 28.7 | 31.3 | 35.6 | 43.5 | 87.0 |
| | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 3 | 0 | 4 | 3 | 4 | 6 | 2 | 7 | 3 | 6 |
| KERF | 7.45 | 8.40 | 10.6 | 9.66 | 8.59 | 7.44 | 7.28 | 8.55 | 9.71 | 9.19 | 7.66 | 7.03 | 7.15 | 6.12 | 5.30 |
| | | | 3 | | | | | | | | | | | | |
| BYF | 0.52 | 0.42 | 0.48 | 0.62 | 0.68 | 0.71 | 0.74 | 0.75 | 0.80 | 0.91 | 1.15 | 1.33 | 1.64 | 2.55 | 5.23 |
| BYRF | 0.33 | 0.26 | 0.28 | 0.32 | 0.34 | 0.33 | 0.32 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.30 | 0.30 | 0.33 | 0.35 | 0.32 |

Kaynak: TÜRKİYEM-BİR,2023; TÜİK,2023. KEF: Kırmızı et cari fiyatı, KERF: Kırmızı et reel fiyatı, BYF: Besi yemi cari fiyatı ve BYRF: Besi yemi reel fiyatı, olarak kısaltılmıştır.

Ocak 2008–Aralık 2022 arasındaki kırmızı et cari fiyatları ile besi yemi cari fiyatları Şekil 1'de görülmektedir. Uzun dönemde kırmızı et cari fiyatları ile besi yemi cari fiyatlarının gelişimini aynı düzlemde karşılaştırabilmek için, et/yem paritesi 22 birim olarak alınmıştır. Sürdürülebilir besicilik açısından yem paritesinin sağlanması için kırmızı et/yem oranının en az 22 olması gerektiği belirtilmektedir (Fidan, 2019). Buna göre özellikle son iki yılda paritenin kırmızı et üreticileri aleyhine geliştiği görülmektedir.

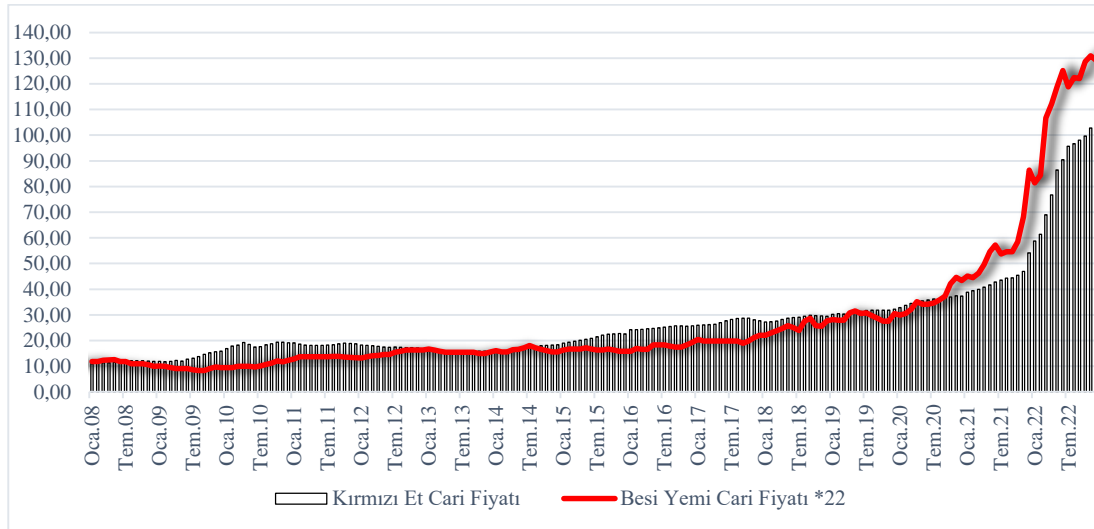


Figure 1. Current prices of red meat and current prices of fattening feed (TL/kg)

Şekil 1. Kırmızı et cari fiyatları ile besi yemi cari fiyatları (TL/kg)

Ocak 2008–Aralık 2022 arasında kırmızı et reel fiyatları ile besi yemi reel fiyatları arasındaki ilişki Şekil 2'de görülmektedir. Uzun dönemdeki reel fiyatlar incelendiğinde; 2009-2012 yılları arasında ve 2015-2018 yılları arasında üretici lehine bir durum söz konusu iken, özellikle son iki yılda cari fiyatlarda olduğu gibi reel fiyatlar açısından da üretici aleyhine bir gelişim olduğu belirlenmiştir.

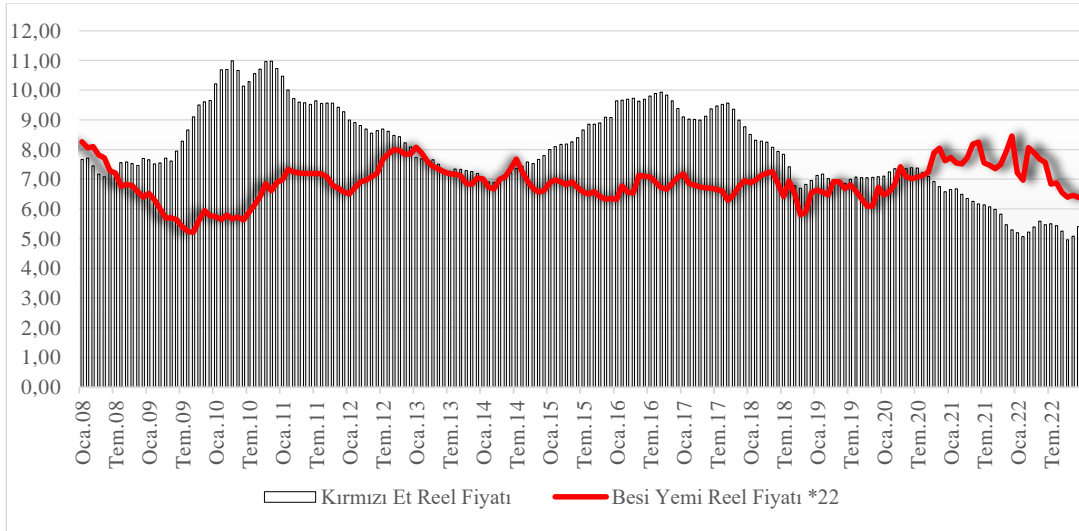


Figure 2. Real price of red meat and real price of fattening feed (TL/kg)

Şekil 2. Kırmızı et reel fiyatı ile besi yemi reel fiyatı (TL/kg)

Kırmızı et fiyatı ile besi yemi fiyatı arasındaki parite incelendiğinde Ağustos 2020'ye kadar genellikle kırmızı et fiyatlarının paritenin üzerinde seyrettiği, Ağustos 2020'den sonra ise kırmızı et fiyatlarının paritenin altına düştüğü görülmektedir (Şekil 3). Parite Aralık 2021'de en düşük seviyesine ulaşmış ve sonrasında bir miktar yükselmiştir. Ancak yaklaşık iki yıllık süredeki parite düşüklüğünün üreticiler açısından olumsuz sonuçlar oluşturacağı ve et üreten işletmelerin sürdürülebilirliğini tehdit edeceği kaçınılmazdır.

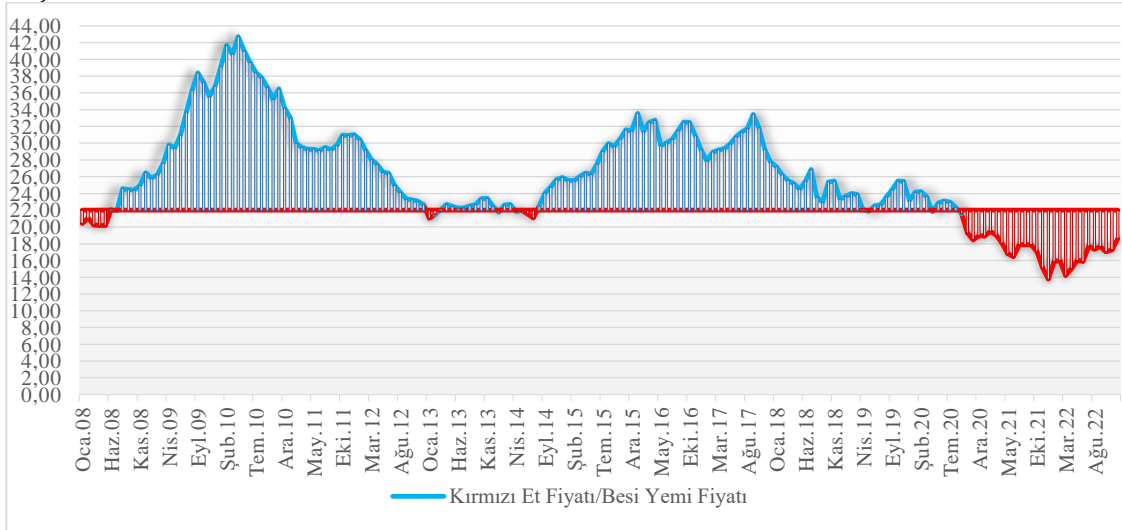


Figure 3. Parity between red meat prices and fattening feed prices

Şekil 3. Kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasındaki parite

Yukarıdaki verilere göre, kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasında bir ilişkinin varlığı söylenebilir. Ancak bu ilişkinin ne yönde olduğunun ve istatistiksel olarak anlamlılık düzeyinin belirlenmesi gerekmektedir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye'deki kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Ocak 2008'den Aralık 2022'ye kadar olan 180 aylık veri seti kullanılmıştır. Veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye Yem Sanayicileri Derneği (TÜRKİYEM-BİR) kaynaklarından alınmıştır ve 2003 yılına dayalı endeks Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE=2003) kullanılarak reel fiyatlar oluşturulmuştur. Cari fiyatlardaki aşırı yükselmeler genellikle yanlış yorumlara yol açtığı için Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE=2003) dikkate alınarak her iki değişken için reel fiyatlar oluşturulmuş ve analizler reel fiyatlar kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmada, kırmızı et fiyatları ile besi yem fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesi amacıyla uygun bir model seçimi yapılmıştır. Bunun için öncelikle veri setlerinin durağanlık yapısı analiz edilmiştir. Bu çalışmadaki nedensellik analizinin diğerlerinden farklı olarak, seriler arasında aynı düzeyde durağanlık koşulunun aranmamasıdır. Ancak serilerin durağanlık düzeylerine çalışmada yer verilmektedir. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri kullanılarak serilerin durağanlık düzeyi belirlenmiştir.

Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen nedensellik testinde, standart nedensellik testlerinden farklı olarak, seriler arasında eşit düzeyde durağanlık şartı aranmaz ve zaman serileri arasındaki eşbütünlük ilişkisi göz önünde bulundurulmaz. Nedensellik ilişkisinin belirlenmesi için değişkenlerin düzey değerleri kullanılır, bu nedenle serilere ilişkin bilgi kaybı olmaz. Bu nedensellik testi için, $(k+d_{max})$ gecikmeli genişletilmiş bir VAR modeli oluşturulur. Burada k , klasik VAR modelinin gecikme uzunluğunu temsil ederken, d_{max} değişkenlerin maksimum bütünlük derecesini ifade eder. Toda ve Yamamoto tarafından geliştirilen ileri Wald (MWALD) test istatistiği, k gecikmeli VAR modeli parametrelerine uygulanarak nedenselliğin varlığı tespit edilmektedir.

Wald testinin uygulanabilmesi için, değişkenlerin nedensellik modeli için Görünürde İlişkisiz Regresyon (GİR) modeli kullanılmaktadır. GİR yöntemi, Zellner (1962) tarafından geliştirilmiş olup, regresyon sisteminde her bir denklemi ayrı ayrı tahmin etmek yerine denklemleri bir arada Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (GEKK) ile tahmin etmenin daha etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir.

MWALD test istatistiği, χ^2 dağılımını takip eder. Test istatistiği anlamlı olduğunda, değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin var olduğu sonucuna varılır (Çetin ve ark., 2020). VAR modeline ait denklemler aşağıda verilmiştir.

$$Y_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_i x_{t-i} + e_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_i x_{t-i} + e_{2t} \quad (2)$$

Denklem 1'deki X değişkeninin Y değişkeninin Granger nedeni olmadığını ifade eden ($H_0: \beta_1 = 0$) sıfır hipotezi bulunmaktadır. Benzer şekilde, Denklem 2'deki Y değişkeni için de X değişkeninin Granger nedeni olmadığı şeklinde ifade edilen başka bir sıfır hipotez vardır ve bu hipotezler Wald testi ile sınanmaktadır (Toda ve Yamamoto, 1995).

Bulgular ve Tartışma

Kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek amacıyla serilerin durağanlık testi yapılmıştır. Durağanlık testi, serinin ne tür durağanlık ve birim kök içerdiğini belirlemeye yardımcı olmaktadır. Araştırmada, Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden yararlanılarak belirtilen amaç doğrultusunda analiz yapılmıştır. Çizelge 2'de serilerin ADF ve PP birim kök testlerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Kırmızı et reel fiyatları için düzeyde hem sabit hem sabit trend içeren Genişletilmiş Dickey-Fuller ve Phillips-Perron testlerine göre, besi yemi reel fiyatları için ise düzeyde ve sabit trendde Genişletilmiş Dickey-Fuller testine göre birim kök içerdiği tespit edilmiştir. Her iki seri için birinci farklarında birim kökün ortadan kalktığı sonucuna varılmıştır.

Table 2. ADF and PP unit root test results

Çizelge 2. ADF ve PP birim kök test sonuçları

| Düzye | Seriler | ADF | | PP | | Seriler | ADF | | PP | | |
|-------|-------------|------|---------|----------|-----------------|---------|------------|------------|------|------------|------------|
| | | BYRF | KERF | BYRF | KERF | | BYRF | KERF | BYRF | KERF | |
| Sabit | Sabit | BYRF | 0.2800* | 3.2190** | Birinci Farklar | BYRF | 11.3520*** | 12.3379*** | BYRF | 11.3306*** | 12.3079*** |
| | | KERF | 1.0356 | 0.4702 | | KERF | 7.3823*** | 7.3823*** | | | |
| | Sabit+Trend | BYRF | 3.1664 | 3.4551* | | BYRF | 7.4445*** | 7.4977*** | | | |
| | | KERF | 2.2491 | 1.6115 | | KERF | | | | | |

*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini vermektedir. BYRF: Besi yemi reel fiyatı, KERF: Kırmızı et reel fiyatı olarak kısaltılmıştır.

Maksimum bütünlük derecesinin (d_{max}) belirlenmesi amacıyla, değişkenlerin durağanlık seviyeleri tespit etmek için değişkenlerin birinci farkları alınmıştır. Birinci farkı alınan değişkenlerin birim kök testi sonuçlarına göre, kırmızı et reel fiyatı ve besi yemi reel fiyatı serilerinin birinci farklarının I(1) durağan olduğu saptanmış ve maksimum bütünlük derecesi (d_{max}) 1 olarak

belirlenmiştir. Birim kök sınavasının ardından, VAR modeli oluşturmak için, gecikme uzunluğunun belirlenmesi ve gecikme uzunluğunun tespiti ile verilere uygun modelin seçilmesi gerekmektedir. Çizelge 3'te VAR modelinde uygun gecikme uzunluklarına ilişkin sonuçlara yer verilmiş ve modeldeki gecikme uzunluğunun 3 ay olduğu tespit edilmiştir.

Table 3. Determination of lag length in VAR model

Çizelge 3. VAR modelinde gecikme uzunluğunun belirlenmesi

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|-----|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | 221.2413 | NA | 0.000268 | -2.549317 | -2.512719 | -2.534468 |
| 1 | 734.7496 | 1009.103 | 7.16e-07 | -8.473832 | -8.364036 | -8.429285 |
| 2 | 757.4587 | 44.09790 | 5.76e-07 | -8.691380 | -8.508386* | -8.617135 |
| 3 | 765.0568 | 14.57779 | 5.52e-07* | -8.733219* | -8.477027 | -8.629275* |
| 4 | 767.9885 | 5.556582 | 5.59e-07 | -8.720796 | -8.391407 | -8.587155 |
| 5 | 769.9062 | 3.590098 | 5.73e-07 | -8.696583 | -8.293997 | -8.533244 |
| 6 | 772.0771 | 4.013751 | 5.86e-07 | -8.675316 | -8.199532 | -8.482278 |
| 7 | 780.4906 | 15.35943* | 5.57e-07 | -8.726635 | -8.177653 | -8.503899 |
| 8 | 782.4139 | 3.466532 | 5.70e-07 | -8.702488 | -8.080309 | -8.450054 |

(*) gecikme uzunluğunu vermektedir.

Otokorelasyon veya ardışık bağımlılık, regresyon analizinde istenmeyen bir durumu ifade eder. Bu durum, birbirini izleyen hata birim değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunması anlamına gelir. Birim değerlerinin birbirini etkilemesi veya bağımlı olması, regresyon analizinde hata terimleri arasında sistematik bir ilişkiye yol açar (Albayrak, 2014). Değişen varyans durumunda, model tahminleri yansız olmaya devam etmektedir. İstatistiksel hipotez testlerinin geçerliliği, değişen varyans durumunda, etkin olmayan varyans ve kovaryans tahminleri nedeniyle kaybolmaktadır (Kaplan ve Çiçek, 2022).

Çizelge 4'de serilere yapılan analizlerde, Lagrange Çarpanı (LM) Otokorelasyon Testi ve White Değişen Varyans Testi (With Cross) sonuçları verilmiştir. Testlerin sonuçlarına göre, LM Otokorelasyon testinin elde edilen p değeri 0.6148, White Değişen Varyans Testi'nin p değeri ise 0.0106 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda, analizde kullanılan serilerde değişen varyans ve otokorelasyon tespit edilmemiştir.

Table 4. LM Autocorrelation and White Variance test results

Çizelge 4. LM Otokorelasyon ve White Değişen varyans testi sonuçları

| Lagrange Çarpanı (LM) Otokorelasyon Testi | | |
|---|-------------------|---------|
| Lag Length | Statistical Value | P-Value |
| 3 | 2.668034 | 0.6148 |
| White Değişen Varyans Testi (With Cross) | | |
| Lag Length | Statistical Value | P-Value |
| 3 | 113.1742 | 0.0106 |

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

Çalışmanın yöntem bölümünde ifade edildiği üzere, Görünüşte İlişkisiz Regresyon Modeli kullanılarak kurulan denklemler bir arada incelenmiştir. Bu model, kırmızı et fiyatı ve besi yemi fiyatı arasındaki nedensellik ilişkisini test etmek için kullanılmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Bu model aracılığıyla, Equation kısmında belirtilen kırmızı et fiyatı ve besi yemi fiyatı nedensellik denklemleri aracılığıyla, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi test edilmiştir. VAR modeli için gecikme uzunluğu 3 olarak kurulmuştur. Bunun yanı sıra, eşbütünleşme analizi için gecikme uzunluğu da modele eklenerek, her iki değişken için 4 gecikme uzunluğuna sahip olan modelin sonuçları Çizelge 5'de sunulmuştur. Daha sonra, denklemler üzerindeki nedensellik ilişkisinin tespiti için Wald testi uygulanmıştır.

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

| | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--|-------------|------------|-------------|----------|
| C(1) | 1.426066 | 0.076453 | 18.65296 | 0.0000 |
| C(2) | -0.488972 | 0.133880 | -3.652318 | 0.0003 |
| C(3) | 0.002113 | 0.137881 | 0.015322 | 0.9878 |
| C(4) | 0.035694 | 0.079064 | 0.451454 | 0.6520 |
| C(5) | -0.037348 | 0.039590 | -0.943358 | 0.3462 |
| C(6) | 0.001778 | 0.056689 | 0.031372 | 0.9750 |
| C(7) | 0.004617 | 0.056145 | 0.082236 | 0.9345 |
| C(8) | -0.052659 | 0.039652 | -1.328014 | 0.1851 |
| C(9) | -0.046338 | 0.024280 | -1.908475 | 0.0572 |
| C(10) | 0.179224 | 0.146072 | 1.226958 | 0.2207 |
| C(11) | -0.310456 | 0.255793 | -1.213698 | 0.2257 |
| C(12) | -0.034208 | 0.263438 | -0.129851 | 0.8968 |
| C(13) | 0.183730 | 0.151061 | 1.216269 | 0.2247 |
| C(14) | 1.060399 | 0.075641 | 14.01876 | 0.0000 |
| C(15) | -0.342610 | 0.108312 | -3.163189 | 0.0017 |
| C(16) | 0.268465 | 0.107272 | 2.502654 | 0.0128 |
| C(17) | -0.079464 | 0.075760 | -1.048882 | 0.2950 |
| C(18) | -0.148134 | 0.046390 | -3.193245 | 0.0015 |
| Determinant residual covariance | | | | 4.97E-07 |
| Equation: LKERF = C(1)* LKERF(-1) + C(2)* LKERF(-2) + C(3)* LKERF(-3) + C(4)* LKERF(-4) + C(5)* LBYRF(-1)+C(6)* LBYRF(-2) + C(7)* LBYRF(-3) + C(8)* LBYRF(-4) + C(9) | | | | |
| R-squared | | | | 0.989208 |
| Adjusted R-squared | | | | 0.988691 |
| S.E. of regression | | | | 0.019850 |
| Equation: LBYRF = C(10)* LKERF (-1) + C(11)* LKERF (-2) + C(12)* LKERF (-3) + C(13)* LKERF (-4) +C(14)* LBYRF (-1) + C(15)* LBYRF (-2) + C(16)* LBYRF (-3) + C(17)* LBYRF (-4) + C(18) | | | | |
| R-squared | | | | 0.838623 |
| Adjusted R-squared | | | | 0.830892 |
| S.E. of regression | | | | 0.037926 |

Çizelge 6'da seriler arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre, KEF=f(BYF) ilişkisi için Wald testi 16.11109 ve olasılık değeri 0.0029 olarak elde edilmiştir. Bu sonuca göre, besi yemi fiyatlarından kırmızı et fiyatlarına doğru %1 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik ilişkisi olduğu ve yansıma süresinin 3 ay olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı et fiyatlarından besi yemi fiyatlarına doğru olan BYF=f(KEF) ilişkisi belirlemek için yapılan analizlerde Wald testi istatistiği 4.958554 ve olasılık değeri 0.2916 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, kırmızı et fiyatlarından besi yemi fiyatlarına doğru istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Table 6. Toda-Yamamoto causality test results
Çizelge 6. Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları

| Model | Denklemler | Wald Test | Olasılık Değeri |
|------------|-------------------|-----------|-----------------|
| KEF=f(BYF) | k = 3 dmax = 1 | 16.11109 | 0.0029 |
| BYF=f(KEF) | k = 3 dmax = 1 | 4.958554 | 0.2916 |

Sonuç ve Öneriler

Kırmızı et üretiminde ve özellikle ticari sığır yetiştiriciliğinde üretim giderleri içerisinde besi hayvanı satın alımı dışında, besi yemi giderleri önemli bir paya sahiptir. Türkiye'de son 10 yılda toplam karma yem üretimi artmış olmasına rağmen yem kullanımında ithalata bağımlılık devam etmektedir. Türkiye'de 2008-2022 yılları arasında kırmızı et cari fiyatlarında %642.83'lük, besi yemi cari fiyatlarında ise %905.76'lık bir artış yaşanmıştır. Aynı dönemde kırmızı et reel fiyatlarında %28.85'lik, besi yemi reel fiyatlarında ise %3.03'lük bir azalış yaşanmıştır. Uzun vadede cari fiyatlardaki artışların kırmızı et üreticileri aleyhine geliştiği görülmektedir. Bununla birlikte zaman içerisinde fiyat dalgalanmalarının dönemsel olarak üreticiler lehine geliştiği dönemler olmakla birlikte özellikle son iki yılda bu durumun tersine geliştiği belirlenmiştir. Kırmızı et fiyatları ile besi yemi

fiyatları arasındaki paritenin en düşük seviyesinin 22 olması gerektiği dikkate alındığında, dönemsel olarak paritenin değişkenlik gösterdiği ve özellikle son iki yılda et üreticilerinin aleyhine geliştiği görülmektedir.

Kırmızı et fiyatları ile besi yem fiyatları arasında nedensellik ilişkisini belirlemek amacıyla seriler üzerinde birim kök testi yapılmıştır ve sonuçlara göre, serilerin birim kök içerdiği ve birim köklerin birinci farkın alınmasıyla ortadan kalktığı belirlenmiştir. Besi yemi fiyatındaki artışın kırmızı et fiyatına yansımaya süresi (uzunluğu) çeyreklik etkiye sahiptir. Bunun yanı sıra, serilerin model uygunluğu için otokorelasyon ve varyans testleri de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, serilerde varyans ve otokorelasyonun bulunmadığını göstermektedir.

Yem fiyatlarındaki artışların kırmızı et fiyatlarını yükselttiğine yönelik genel bir kabul söz konusu olmakla birlikte bunun istatistiksel olarak test edilmesi gerekmektedir. Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak, kırmızı et fiyatları ile besi yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı incelenmiş ve besi yemi fiyatlarından kırmızı et fiyatlarına doğru %1 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Ancak, kırmızı et fiyatlarından besi yemi fiyatlarına doğru anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Yem fiyatlarındaki artışların kırmızı et fiyatlarına 3 aylık bir gecikme ile yansıdığı belirlenmiştir. Bu durumda kırmızı et fiyatlarındaki artışların yem fiyatlarındaki artışların bir fonksiyonu olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu durumda fiyat istikrarı açısından yem üretiminin artırılması ve ithalata bağımlılığın azaltılması için alınabilecek önlemlerin artırılması gerektiği ifade edilebilir.

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

- Albayrak, A.S., 2014. Harran ovası sulama birliklerinde antepfıstığının sulama planlanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 19 (1): 1-20.
- Çetin, M., Saygın, S., Demir, H., 2020. Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 17 (3): 329-345.
- Dalgıç, A., Sarıca, D., Demircan, V., 2023. Türkiye’de sığır eti üretiminin arima (box-jenkins) modeli ile öngörüsü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 18 (1): 5-12.
- Eştürk, Ö., Mert, N., 2022. Küresel iklim değişikliğinin Ardahan ilinde tahıl ve yem bitkileri verimliliği üzerine etkilerinin ARDL modeli ile analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarım ve Doğa Dergisi. 25 (Ek sayı 2): 506-514.
- FAO, 2023. Food and Agriculture Organization, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> ,(01.06.2023).
- Fidan, N., 2019. Bitkisel üretimde maliyet değişiminin hayvansal ürün piyasası üzerine etkisini kısmi denge modeli ile açıklanması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 233 s.
- Fidan, N., Bayramoğlu, Z., 2019. Temel bitkisel yemler ve yem katkı maddelerinin kırmızı et ve süt piyasasına etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 7 (10): 1722-1729.
- GKGM, 2023. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Haziran 2023 Raporu, Karma yem üretim miktarları. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/GKGM.pdf> ,(01.07.2023).
- Kaplan, K., Çiçek, A., 2022. Türkiye’de çiğ süt fiyatları ile süt yemi fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisinin Toda-Yamamoto testi ile belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 10 (2): 336-345.
- OECD, 2023. Organisation for Economic Co-operation and Development, Meat consumption. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm> ,(01.06.2023).
- Özdemir, F. N., Urak, F., Bilgiç, A., Yavuz, F., 2020. Türkiye’de koyun eti, besi yemi, benzin reel fiyatlarının ve döviz kurunun koşullu varyanslarındaki oynaklığın var-asimetrik bekk-garch (1,1) modeli ile tahmin edilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarım ve Doğa Dergisi. 23 (5): 1270-1285.
- Öztürk, S., Baysan, İ., 2022. 2003-2019 döneminde Türkiye’de kırmızı et sektörü: seçili göstergeler üzerine bir inceleme. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. (51): 223-239.
- Saçlı, Y., 2020. Türkiye’de sığır eti üretici fiyatı oluşumunda etkili olan faktörler. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 8 (3): 760-767.
- Toda, H. Y., Yamamoto, T., 1995. Statistical inferences in vector autoregression with possibly integrated. Journal of Econometrics. 66 (1): 225-250.

- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye hayvansal ürün fiyatları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> ,(01.06.2023).
- Urak, F., Bilgiç, A., Dağdemir, V., Özer, H., 2022. Türkiye’de döviz kuru bağlamında dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday piyasalarının koşullu varyanslarındaki oynaklığın var (2)-asimetrik bekk-garch (1,1) modeli ile tahmin edilmesi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 53 (1): 31-41.
- Yalçinkaya, H. S., 2016. Kesif yem fiyatını etkileyen faktörler. TÜBAV Bilim Dergisi. 9 (4): 13-22.
- Yalçinkaya, H. S., Aktaş, M. A., 2019. Yem üzerindeki kdv oran indirimlerinin et ve süt fiyatlarına etkisi. Öneri Dergisi. 14 (51): 38-60.
- Yalak, E., Kaya, A., 2001. Sığır yetiştiriciliğinde tüm yoğun yem besisi. Hayvansal Üretim Dergisi. 42 (2): 15-24.
- Yılmaz, E., Yaşar, E., 2020. Türkiye’de hayvancılık sektöründeki sübvansiyonların kırmızı et iç fiyatına etkisi. İşletme ve İktisat Çalışmaları Kongresi. 8 (2): 81-94.

Araştırma Makalesi

Çanakkale Yöresi Tarım İşletmelerinin Toprak İşleme Alışkanlıklarının Belirlenmesi

İsmail Şahin¹  Anıl Çay^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: anilcay@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.09.2023

Kabul Tarihi: 06.11.2023

Öz

Bu çalışmada, Çanakkale ili ve ilçelerinde bulunan tarım işletmelerinin sahip olduğu mevcut toprak işleme alışkanlıkları saptanmıştır. Ayrıca sürdürülebilir koruyucu toprak işleme yöntemlerine geçişte işletmelerin mevcut bilgi durumu ve yeni teknikleri öğrenme tercihlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, ildeki toplam 34 adet köyde bulunan 78 tarım işletmelerinde anket çalışmaları yürütülmüş, elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Tarım işletmelerinin ürünler bazında toprak işleme alışkanlıkları, alt yapıları, işletmelerin koruyucu ve azaltılmış toprak işleme yöntemleri hakkındaki bilgi seviyesi, yeşil gübreleme, anız kontrolü, organik madde, ekim nöbeti ve rotasyon kavramı gibi koruyucu toprak işleme terimleri hakkındaki bilgi düzeyleri saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, işletmelerin %72'sinin toprak analizi yaptırdığı, fakat bu işletmelerin yalnızca %48'nin toprak analiz sonuçlarına göre bitki besleme programı yaptıkları tespit edilmiştir. İşletmelerin %65'inin koruyucu toprak işleme kavramını ilk kez duydukları ve uyguladıkları, toprak işleme yöntemlerinin %95 oranında geleneksel alışkanlıklar ve ananeler sonucunda yerleşik hale geldiği belirlenmiştir. İşletmecilerin %51'inin koruyucu toprak işleme konusundaki en etkili ve akılda kalıcı bilgilendirme yolu tercihinin televizyon ve internet olduğu saptanmıştır. Ayrıca, işletmelerin %24'ü koruyucu toprak işleme yöntemlerine geçiş için bilgilendirme, makina alt yapısı ve akaryakıt gibi desteklerin devlet tarafından sağlanmasını istediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak hem ülkemiz hem de dünya açısından büyük bir problem haline gelen küresel ısınmanın azaltılabilmesi açısından, işletmelerin sahip olduğu geleneksel toprak işleme yöntemlerine bağlılığı ortadan kaldırmak amacıyla koruyucu ve azaltılmış toprak işleme teknikleri ile ilgili bilgilerin internet ve medya gibi çeşitli kanallardan aktarılmasının hızlandırılması ve makina altyapı desteklerinin artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Koruyucu Toprak İşleme, Sürdürülebilir Tarım, Toprak İşleme Alışkanlıkları.

Determination of Tillage Routine of Agricultural Producers in the Çanakkale Region Abstract

In this study, it was aimed to determine the current soil cultivation habits of agricultural managements in Çanakkale province and its districts and to determine the knowledge status of managements and their preferences for learning new techniques in the transition to sustainable conservation soil cultivation methods. In this context, surveys were conducted with 78 agricultural managements in 34 villages in the province and the data obtained were evaluated. The knowledge levels of agricultural managements on soil cultivation habits on the basis of products, their infrastructure, the level of knowledge about protective and reduced soil cultivation methods of enterprises, green manuring, stubble control, organic matter, crop rotation and the concept of rotation were determined. According to the results of the research, it was determined that 72% of the managements had soil analysis, but 48% of these enterprises made a plant nutrition program according to the soil analysis results. It has been determined that 65% of the managements have heard and applied the concept of conservation soil tillage for the first time, and that the soil tillage methods have become established as a result of traditional habits and traditions at a rate of 95%. It was determined that 51% of the managements preferred the most effective and memorable way of informing about conservation soil tillage, television and internet. In addition, 24% of the managements stated that they want to provide by state supports such as information, machinery infrastructure, fuel oil and information for the transition to conservation soil cultivation methods. As a result, in order to reduce

global warming, which has become a major problem for both our country and the world, it is aimed to eliminate the dependence of managements on traditional tillage methods. For this purpose, it has been concluded that the transfer of information about conservation and reduced tillage techniques through various channels such as the internet and media should be accelerated and machine infrastructure supports should be increased.

Keywords: Conservation Tillage, Sustainable Agriculture, Tillage Habits.

Giriş

Toprak işleme, yerleşik hayata geçişin ardından insanoğlunun beslenme ihtiyaçları doğrultusunda toprağın işlenmesiyle başlamıştır. Toprak işlemenin M.Ö. 4.000’li yıllarda başlaması, mağara duvarlarında çizilen resimler ile tespit edilmiştir (Lal ve ark., 2007; Çay ve ark., 2015). Günümüze kadar yeryüzünde insan nüfusu hızla artmakta ve sanayileşmeyle birlikte topraklar bilinçsizce ve kontrolsüz bir şekilde işlenmiştir. Yoğun toprak işleme ve toprak üst yüzeylerinin bitki artıklarından arındırılması toprağın sıkışmasına ve toprağın aşınmasına neden olmaktadır. Toprağın bilinçsiz ve yoğun olarak işlemelerinden dolayı çevre ve toprağa yaptığı zararları fark eden bilim insanları sürdürülebilirlik ve koruyucu toprak işleme yöntemlerini ortaya koymuşlardır (Özpinar, 2006; Bellido ve ark., 1996)). Koruyucu toprak işleme tarımda tarla içi trafiğini azaltmada, erozyon kontrolünde, toprakta organik madde tutulmasında, istikrarlı ve sürdürülebilir ürün, verim gibi yararlarının olduğu bilinmektedir. Dünya nüfusunun hızla artması beslenme problemini beraberinde getirmiş ve üretim gerçekleştirilen birim alanlardan verimin artırılması zorunluluğunu doğurmuştur. Özellikle Termik motorların keşfi ile traktörler hareket kabiliyeti kazanmış sonrasında tekerlerde lastiklerin kullanılmasıyla da traktörlerin tarla üzerindeki yoğun kullanımı günümüze kadar ulaşmıştır. Ayrıca termik motorun keşfinden önce toprak işleme lokomobil ile de yapılabilmıştır. 1. ve 2. Dünya Savaşı’nın doğal sonucu olarak gerçekleşen sanayi devrimiyle birlikte toprak işlemenin insan ve hayvan gücüyle yapılması daha da azalarak, toprak işleme mekanizasyonu çok yüksek bir hızla gelişmiştir (Lal, 2007). Bu yoğun ve bilinçsiz toprak yönetimi beraberinde istenmeyen yan etkilere yol açarak toprakların sürdürülebilir kalmasını engellemeye başlamıştır. Başta toprak sıkışması ve organik madde fakirliğinin yanında erozyon ve çölleşme gibi çok önemli sorunlar yaratabilen bilinçsiz toprak işleme yönetiminin fark edilen bu yönleri engellemek gereksinimini de ortaya çıkarmıştır. Ancak, Amerika’da 1960’lı yıllardan sonra, dünyada ise 1970’li yıllarda koruyucu toprak işlemeyle ilgili araştırmalara başlanmıştır. Toprak işleme, toprak yapısını değiştirmek suretiyle toprağın erozyona karşı korunmasına, tohum yatağının hazırlanmasına, toprak flora ve çeşitliliğinin korunmasına katkı sağlayarak kültür bitkisinin yetiştirilmesi için ideal ortamın oluşturulması amacıyla yapılmaktadır. Tarımsal üretime genel olarak bakıldığında, yetiştirilecek ürünün ekimi, büyümesi ve gelişmesi ile hasadına kadar geçen süreçte en önemli faktörlerden biri olan uygun toprak koşullarını sağlayan doğru toprak işleme uygulamalarıdır. Toprak işleme yöntemleri genellikle toprağı kesmeye çalışan, parçalayarak işleyen, ters çeviren veya karıştıran tarımsal ekipmanlar aracılığıyla toprağın mekaniksel olarak işlenmesidir (Cannell, 1985; Gajri ve ark., 2002). Toprak işleme yöntemleri, üretim yapılan toprağın durumu, iklim şartları ve sahip olunan toprak işleme ekipmanlarının özelliklerine bağlı olarak seçilmektedir. Toprağın kalitesi; biyolojik etkinlikleri arttıran, çevre sistemini korumak ve devamlılığını sağlamak, ekosistemin sınırları içerisinde bitkisel üretimi yerine getiren esas olan toprağın özelliğidir (Canbolat, 2006). Bu ve benzeri tahmin edilmesi zor olan parametreler düşünüldüğünde, üretim desenine özgü en uygun toprak işleme uygulamasını belirlemek oldukça zordur (Tapela ve Colvin, 2002). Toprak işleme alet ve ekipmanların çeşitliliğine bağlı olarak farklı toprak işleme sistemleri geliştirilmiştir. Toprak işleme sistemleri geleneksel ve koruyucu toprak işleme olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale yöresi tarım işletmelerinin ve dolayısıyla üreticilerin toprak işleme rutinlerinin ve alışkanlıkları saptanmıştır. Ayrıca sürdürülebilir koruyucu toprak yönetimi tekniklerine geçiş için üreticilerin mevcut bilgi birikimi ortaya konarak, bu birikimin artırılmasına ve koruyucu toprak işleme yöntemlerine geçişteki bilgi edinme tercihleri belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Çanakkale ili ve ilçelerinde bulunan tarım işletmelerinin sahip olduğu mevcut toprak işleme alışkanlıklarının saptanması ve sürdürülebilir koruyucu toprak işleme yöntemlerine geçişte işletmelerin bilgi durumu ve yeni teknikleri öğrenme tercihlerinin belirlenmesi amacıyla 2019–2020 yılında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında veriler tarım işletmelerinde anketler yapılarak elde

edilmiştir. Çanakkale ilinin merkez ilçe dışında ikisi ada olmak üzere 11 ilçesi ve toplamda 576 köyü bulunmaktadır (Çizelge 1) (TÜİK, 2019).

Tablo 1. Distribution of agricultural population in Çanakkale province, districts and villages
Çizelge 1. Çanakkale ili, ilçe ve köylerdeki tarım nüfusu dağılımı

| İlçe | Köy | Toplam Nüfus | Tarım Nüfusu | Tarım Nüfusu | Tarım Nüfusu |
|---------------|------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| | | | (Kadın) | (Erkek) | (Toplam) |
| Merkez | 52 | 184.631 | 8.882 | 9.986 | 18.868 |
| Ayvacık | 64 | 33.356 | 8.662 | 8.398 | 17.060 |
| Bayramiç | 75 | 29.400 | 8.835 | 8.798 | 17.633 |
| Biga | 108 | 90.418 | 18.226 | 18.234 | 36.460 |
| Bozcaada | 0 | 2.988 | 305 | 325 | 630 |
| Çan | 65 | 48.461 | 8.372 | 8.910 | 17.282 |
| Eceabat | 12 | 8.784 | 1.298 | 1.496 | 2.794 |
| Ezine | 49 | 30.660 | 8.573 | 8.534 | 17.107 |
| Gelibolu | 26 | 44.346 | 6.878 | 8.195 | 15.073 |
| Gökçeada | 9 | 9.440 | 643 | 738 | 1.381 |
| Lapseki | 40 | 27.838 | 7.571 | 8.165 | 15.736 |
| Yenice | 76 | 31.835 | 9.935 | 10.226 | 20.161 |
| Toplam | 576 | 542.157 | 88.180 | 92.005 | 180.185 |

Çalışma tarımsal üretimin daha yoğun olarak yapıldığı Merkez, Lapseki, Biga, Ezine, Çan, Bayramiç ve Yenice olmak üzere 7 ilçede tesadüfi örnekleme olarak yürütülmüştür. Belirtilen ilçeler de esas alınarak tarımın yoğun yapıldığı köyler belirlenmiş ve anketler belirlenen bu köylerde tamamlanmıştır. Merkez ilçesinde Kepez, Kalabaklı, Yağcılar, Saraycık, Karacaören, Yapıldak, Özbek, Kumkale, Dümrek; Lapseki ilçesinde Umurbey, Kangırlı; Biga ilçesinde Bahçeli, Gümüşçay, Şakirbey, İdriskoru; Ezine ilçesinde Geyikli, Mahmudiye, Kumburnu, Kızılköy; Bayramiç ilçesinde Türkmenli, Pınarbaşı, Ağaçköy; Çan ilçesinde Duman, Kumarlar, Ahlatlıburun, Yaygın, Sameteli, Derenti, Etili, Büyükpaşa; Yenice ilçesinde Sametli, Pazarköy, Koruköy ve Seyvan olmak üzere toplam 34 köyde bulunan tarım işletmeleriyle anket çalışması gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2).

Table 2. Distribution of the villages where the survey was conducted in Çanakkale province and its districts

Çizelge 2. Çanakkale ili ve ilçelerinde anket çalışmasının yapıldığı köylerin dağılımı

| Merkez | Lapseki | Biga | Ezine | Çan | Bayramiç | Yenice |
|------------|----------|-----------|-----------|--------------|-----------|----------|
| Kepez | Umurbey | Bahçeli | Geyikli | Duman | Türkmenli | Seyvan |
| Kalabaklı | Kangırlı | Gümüşçay | Mahmudiye | Kumarlar | Pınarbaşı | Sametli |
| Yağcılar | | Şakirbey | Kumburnu | Ahlatlıburun | Ağaçköy | Pazarköy |
| Saraycık | | İdriskoru | Kızılköy | Yaygın | | Koruköy |
| Karacaören | | | | Sameteli | | |
| Yapıldak | | | | Derenti | | |
| Özbek | | | | Etili | | |
| Kumkale | | | | Büyükpaşa | | |
| Dümrek | | | | | | |
| 9 | 2 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 |

Çanakkale ili ve ilçelerinde yetiştirilen başlıca ürün dağılımları Çizelge 3'te verilmiştir. Merkez ilçede buğday, arpa, zeytin, domates, mısır, şeftali, elma; Ayvacık ilçesinde buğday, zeytin, domates, taze fasulye; Bayramiç ilçesinde buğday, arpa, elma, şeftali, bağ, domates; Biga ilçesinde buğday, arpa, yulaf, çeltik, domates; Bozcaada 21 ilçesinde buğday, bağ, zeytin, sebze; Çan ilçesinde buğday, arpa, yulaf, fiğ, sebze yetiştirilmektedir. Eceabat ilçesinde buğday, ayçiçeği, domates, bağ; Ezine ilçesinde zeytin, buğday, sebze; Gelibolu ilçesinde buğday, arpa, yulaf ayçiçeği; Gökçeada ilçesinde zeytin, bağ, yem bitkileri; Lapseki ilçesinde buğday, kiraz, şeftali, elma, sebze ve Yenice ilçesinde buğday, domates, çilek yetiştirilen ürünlerin başında gelmektedir (Ürkmez, 2013; Özpınar, 2020).

Table 3. The main agricultural products grown in Çanakkale province and its districts

Çizelge 3. Çanakkale ili ve ilçelerinde yetiştirilen başlıca tarımsal ürünler

| İlçe | Yetiştirilen başlıca ürünler |
|----------|--|
| Merkez | Buğday, arpa, zeytin, domates, mısır, şeftali elma |
| Ayvacic | Buğday, zeytin, domates, taze fasulye |
| Bayramiç | Buğday, arpa, elma, şeftali, bağ, domates |
| Biga | Buğday, arpa, yulaf, çeltik, domates |
| Bozcaada | Buğday, bağ, zeytin, sebze |
| Çan | Buğday, arpa, yulaf, fiğ, sebze |
| Eceabat | Buğday, ayçiçeği, domates, bağ |
| Ezine | Zeytin, buğday, sebze |
| Gelibolu | Buğday, arpa, yulaf ayçiçeği |
| Gökçeada | Zeytin, bağ, yem bitkileri |
| Lapseki | Buğday, kiraz, şeftali, elma, sebze |
| Yenice | Buğday, domates, çilek |

Çanakkale ili ve yöresindeki, 7 ilçe ve 34 köydeki 24–68 yaş aralığına sahip toplam 78 adet tarımsal işletmelerle tesadüfi örnekleme ile birlikte 50 sorudan oluşan anket çalışması yapılmıştır. Hazırlanmış olan soruların kapsamında işletmelerden aşağıda verilen konu başlıklarında bilgiler alınmıştır.

- İşletmecinin yer aldığı köyün toplam tarımsal üretim alanı, nüfusu, toplam parsel (tarla) sayısı ve toplam traktör sayısı,
- İşletmecinin genel eğitim durumu,
- İşletmecinin aile nüfus varlığı ve tarımda çalışan aile nüfusu,
- İşletmecinin ürünler bazında toprak işleme alışkanlıkları,
- İşletmecinin tarımsal üretim sürdürdüğü alanların mülkiyet ve kullanım durumu,
- İşletmecinin yabancı ot kontrol düzeyinin belirlenmesi
- İşletmecinin ihtiyacı olan traktör ve tarım iş makinelerinin edinilme şekli (satın alma, kiralama, komşudan, vb.),
- İşletmecinin sahip olduğu traktör, alet–makine varlığı ve bunların kapasitesi, yaşı ve yıllık kullanım süreleri,
- İşletmecinin sahip olduğu tarım iş makinelerinin tarım üretim işlemlerinde kullanım durumu,
- İşletmecinin toprak işleme yöntemlerinden koruyucu toprak işleme kavramını bilgi seviyesini öğrenilmesi,
- İşletmecinin makro ve mikro elementlerinin bilgi düzeyi,
- İşletmecinin tarladaki anızı hangi yöntem ile değerlendirmesi

Çanakkale ili ve ilçelerinde tarımsal mekanizasyon düzeyi ve bu konu ile ilgili sorunlar saptanmış ve bu sorunlara Çanakkale yöresinin iklim, arazi ve mekanizasyon koşulları da göz önünde bulundurularak çözüm önerileri getirilmiştir. Verilen cevaplar öncelikle anket formuna işlenmiş, ankette bulunmayan ve çalışma sırasında ortaya çıkmış öngörülemeyen konular ise not alınmıştır. Tesadüfi örnekleme ile yapılan anket çalışmaları sonucunda kişilerin beyanları esas alınarak elde edilen bilgiler bir bütün olarak değerlendirilerek toplanan veriler MS Excel programına girilmiş ve veri tabanı hazırlanmıştır. Toplanan veriler değerlendirilmiş ve bulgular kısmında sunulmuştur.

Araştırma Bulguları

Çalışma kapsamında, Çanakkale ili ve ilçelerinde bulunan 34 köyde ve 78 adet tarım işletme ziyaret edilerek anketler gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Tarımsal işletme sahipleri ile yüz yüze görüşülerek anket dosyalarına cevapları işlenmiştir. Ziyaret edilen tarımsal işletme sahiplerinin eğitim durumları, toprak analizlerinin uygulanma düzeyleri, toprak işleme alışkanlıkları, yabancı ot kontrol uygulamaları, toprak işleme alışkanlıklarının koruyucu toprak işleme ile ilgili bilgi edinme yolları, alt yapı temin edinme yollarına ilişkin bilgiler elde edilmiş ve değerlendirilmeye alınmıştır.

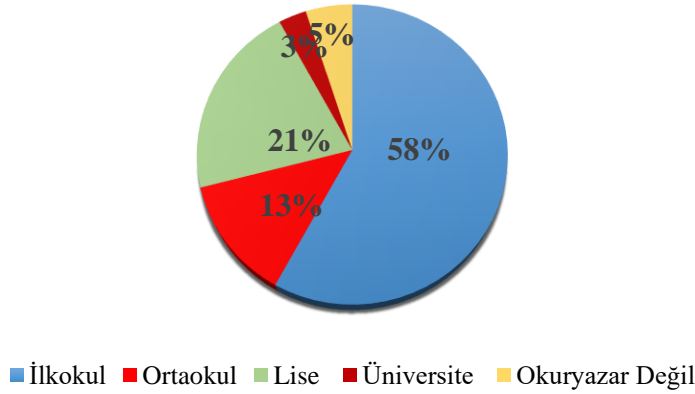


Figure 1. Educational status and distribution of agricultural business owners
Şekil 1. Tarım işletme sahiplerinin eğitim durumu ve dağılımları

Çanakkale ili ve ilçe köylerinde yer alan tarım işletme sahiplerinin eğitim durumlarına ait veriler Şekil 1’de verilmiştir. Anket bulgularına göre, tarım işletme sahiplerinin eğitim durumlarının %21’i lise mezunu, %58’i ilkökul, %13’ü ortaokul, %3’ü üniversite ve %5’i ise okur yazar olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 1).

Anket bulgularına göre, işletmelerde toplam 88 adet traktör tespit edilmiştir. Güç aralıklarına göre; 25–35 BG’ye sahip 18 adet, 35–45 BG’li 14 adet, 45–55 BG’li 11 adet traktör, 55–65 BG’li 21 adet traktör, 65–75 BG’li 16 adet traktör ve 75 BG ve üzerine sahip 8 adet traktör bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Tablo 4. Power ranges, numbers and ratio of tractors of management

Çizelge 4. İşletmelerin sahip olduğu traktör güç aralıkları, sayıları ve oranı

| Güç Aralığı (BG) | Traktör Adedi | Oranı (%) |
|------------------|---------------|------------|
| 25–35 | 18 | 20.45 |
| 35–45 | 14 | 15.91 |
| 45–55 | 11 | 12.50 |
| 55–65 | 21 | 23.87 |
| 65–75 | 16 | 18.18 |
| ≥75 | 8 | 9.09 |
| Toplam | 88 | 100 |

Bulgulara göre, 25–35 (BG) güç aralığına sahip traktörler %20.45’lik, 35–45 (BG) güç aralığında %15.91’lik, 45–55 (BG) güç aralığında %12.50’lik, 55–65 (BG) güç aralığında %23.87’lik, 65–75 (BG) güç aralığında %18.18’lik, 75 (BG) ve üzeri traktörlerdeki güç aralığı %9.09’lik dilime girmektedir (Çizelge 4).

İşletmelerde bulunan traktör yaş aralığına göre, 4 ve daha küçük yaş aralığına sahip traktör sayısı 7, 5–9 yaş aralığında 11, 10–14 yaş aralığında 15, 15–19 yaş aralığında 14, 20–24 yaş aralığında 8, 25–29 yaş aralığında 12, 30 ve üzeri yaş aralığında 21 adet traktör bulunmaktadır. Bulgulara göre, 4 ve daha küçük yaşa sahip traktörler genel olarak %7.75'lik, 5–9 yaş aralığında %12.45'lik, 10–14 yaş aralığında %17.15'lik, 15–19 yaş aralığında %15.10'lik, 20–24 yaş aralığında %9.50'lik, 25–29 yaş aralığına %13.45'lik ve 30 ve üzerine yaş aralığında %23.75'lik dilime girmektedir (Çizelge 5).

Tablo 5. Age, number and rate of tractors used by management

Çizelge 5. İşletmelerin kullanmış oldukları traktör yaşı, sayıları ve oranı

| Yaş Aralığı | Traktör Adedi | Oranı (%) |
|---------------|---------------|------------|
| ≤ 4 | 7 | 7.75 |
| 5–9 | 11 | 12.45 |
| 10–14 | 15 | 17.15 |
| 15–19 | 14 | 15.10 |
| 20–24 | 8 | 9.50 |
| 25–29 | 12 | 13.45 |
| ≥ 30 | 21 | 23.75 |
| Toplam | 88 | 100 |

Anket bulgularına göre, işletmeler kulaklı pulluk, diskaro, rotatiller (toprak freze), kültivatör, çizel, tırmık, ekim makineleri ve atomizer ilaç makineler kullanmaktadırlar. Kulaklı pulluk sayıları 176 adet olup, bu makinelerin yaş ortalaması 34'tür. Diskaro ve rotatillerin toplam makina adetleri ve yaş ortalamaları sırasıyla 102–7 adet ve 21–6 yaşındadır (Çizelge 6).

Tablo 6. Number and age of machines used by management

Çizelge 6. İşletmelerin kullandıkları makina sayıları ve yaşları

| Kullanılan Makinalar | Toplam makina sayısı (adet) | Ortalama makine yaşı (yıl) |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Kulaklı pulluk | 176 | 34 |
| Diskaro | 102 | 21 |
| Rotatiller (toprak freze) | 7 | 6 |
| Kültivatör | 8 | 12 |
| Çizel | 124 | 18 |
| Tırmık | 18 | 16 |
| Ekim makinası | 41 | 23 |
| Bahçe Atomizörü | 32 | 14 |

İşletmelerde 8 adet kültivatör bulunmakta ve yaş ortalamaları 12'dir. Çizel makinası ise 124 adet olup, yaş ortalaması 18'dir. İşletmelerde 16 yaş ortalamasına sahip 18 adet tırmık bulunmaktadır. 23 adet yaş ortalamasında 41 adet ekim makineleri, 14 yaş ortalamasına sahip 32 adet atomizer ilaç makinası olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

İşletmecilerin alet ve makina yaş ortalamaları ve toplam makina sayıları (Çizelge 6)'da verilmektedir. Alet ve makina kullanım koşulları, arazinin durumu vb. etkenler dikkate alınarak metal yorgunlukları meydana gelebileceği ön görülmektedir. İşletmecilere alet ve makinelerin kullanım koşullarına göre belli periyotlarda bakımlarını yapmaları üzerine tavsiyede bulunulmuştur.

Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS); Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından oluşturulan aktif olarak tarımsal faaliyette bulunan çiftçilerin özlük bilgileri, sahip oldukları varlıkları (arazi, hayvan,

girdi vb.), ortalama verimlerin kayıt altında tutulduğu, tarımsal desteklemelerin izlenebilir, denetlenebilir, raporlanabilir ve sorgulana bilirliğinin sağlanmasını; doğru ve sağlıklı değerlendirilmelerin yapılabilmesi için çiftçi bilgilerinin merkezi bir veri tabanında toplanmasını zorunlu kılan bir kayıt sistemidir (Çizelge 7).

Tablo 7. Number of farmers registered in the farmer registration system in Çanakkale province, districts and villages

Çizelge 7. Çanakkale ili, ilçe ve köylerdeki çiftçi kayıt sistemine kayıtlı çiftçi sayısı

| İlçeler | Köyler | Toplam Nüfus | Tarımsal İşletmeler | Kayıtlı Çiftçi Sayısı (Defter Kaydı) | Sisteme Kayıtlı Çiftçi Sayısı |
|---------------|------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Merkez | 52 | 184.631 | 4.377 | 1.887 | 1.887 |
| Ayvacık | 64 | 33.356 | 3.744 | 1.660 | 1.660 |
| Bayramiç | 75 | 29.400 | 3.251 | 2.268 | 2.268 |
| Biga | 108 | 90.418 | 9.486 | 3.633 | 3.633 |
| Bozcaada | 0 | 2.988 | 187 | 164 | 164 |
| Çan | 65 | 48.461 | 3.246 | 1.331 | 1.331 |
| Eceabat | 12 | 8.784 | 938 | 695 | 695 |
| Ezine | 49 | 30.660 | 6.669 | 2.124 | 2.124 |
| Gelibolu | 26 | 44.346 | 3.769 | 2.098 | 2.098 |
| Gökçeada | 9 | 9.440 | 564 | 325 | 325 |
| Lapseki | 40 | 27.838 | 3.532 | 1.748 | 1.748 |
| Yenice | 76 | 31.835 | 6.410 | 1.846 | 1.846 |
| Toplam | 576 | 542.157 | 46.173 | 19.779 | 19.779 |

(Anonim, 2019).

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) uygulamaları Tarım Reformu Uygulama Projesi (ARIP) kapsamında 2001 yılında Doğrudan Gelir Desteği çalışmaları ile birlikte başlanmıştır. ÇKS uygulamaları 2005 yılına kadar her yıl yayımlanan tebliğlerle, 2005 yılından 2014 yılına kadar 16.04.2005 tarih ve 25788 sayılı Resmî Gazete' de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. 2014 yılından itibaren 27 Mayıs 2014 tarih ve 29012 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Çiftçi Kayıt Sistemi Yönetmeliği hükümlerince yürütülmektedir. Çanakkale ili, ilçeleri ve köylerinde tarım işletmelerindeki Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı çiftçi sayıları (Çizelge 7)'da verilmektedir (Anonim, 2019).

Anket sonuçları doğrultusunda, ÇKS'ne kayıtlı işletmeci sayısı %35'i geçmemekle birlikte, devlet desteklerini yeterli bulmadıkları ve bu sistemi ilk kez duydukları belirtmişlerdir (Şekil 2).

ÇKS, çiftçilere yararlarının ve arazi sahibi olmaları veya kiraladığında kira sözleşmelerinin yeterli olduğu, 18 yaş ve üzeri kişilerin sisteme kayıt yaptırabileceğinin bilgisi verildi. İşletmecilerin beyanlarına göre, internet ve televizyon programlarındaki tarım kanallarından güncel bilgilerden çok fazla bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir.

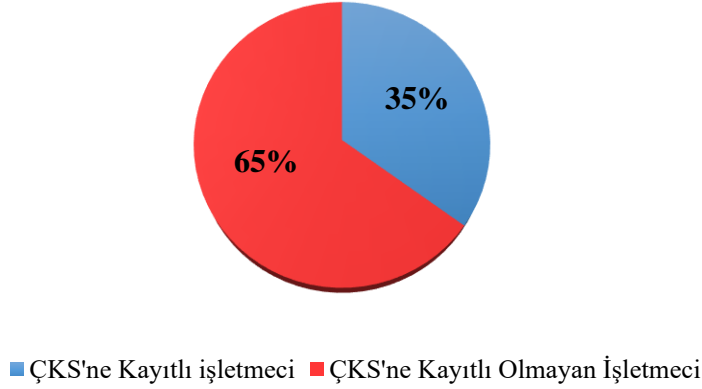


Figure 2. Registration status of the operators in the farmer registration system
Şekil 2. İşletmecilerin çiftçi kayıt sistemine kayıt olma durumları

İşletmecilerinin beyanlarına göre, birçoğunun devlet destekleri hakkındaki bilgilerinin televizyon aracılığıyla haber kanalları, tarım programlarıyla ve ziraat odaları tarafından da bilgilendirildikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte işletmecilerin birkaçının da mevcut alet ve makineler ile üretim yaptıkları ve bu konu hakkında bilgi sahibi olmadıkları saptanmıştır.

Toprak işleme konusunda anketler verilerine göre, işletmecilerin %95'i geleneksel toprak işleme sistemini uyguladıkları için yakıt ve alet-makina trafiğinin fazla olması sebebiyle ürün veriminin azalması gibi etkenler sonucunda hem toprak kalitesinin bozulmasına hem de elde edilen kazancın da düşmesiyle üretim girdilerini karşılayamadıkları ve zarar ettiklerini ifade edilmiştir. Ancak sebebi işletmecilerin %95'i geleneksel toprak işleme sistemini uygulamasıdır. İşletmecilere koruyucu toprak işleme uygulamalarının değerlendirmeleri, toprağın sürdürülebilirliği, ürün verimi ve kalitesinin artması, işçilik ve üretim girdilerin azaltılması gibi konuları ayrıntılı şekilde işletmecilere bilgiler aktarılmıştır.

Anket bulgularına göre, işletmeciler ürünlerinin çoğunu depoladıklarını, geriye kalanlarının da tohum, mazot, gübre, ilaç vb. üretim girdilerini ödemek için sattıklarını dile getirmişlerdir. İşletmecilerin %95'i yoğun toprak işlemeye yer veren geleneksel toprak işleme sistemi ile üretim yaptıkları sebebiyle, arazilerinin toprak organik madde içeriğinde, nem oranında, toprak element miktarında (N,P,K vb.) azalmalar meydana gelmektedir ve bu da toprak verimini ve kaliteyi azaltmaktadır. Geleneksel toprak işlemenin olması toprağın sıkışma ile birlikte toprak suyunun infiltrasyon hızı düşmektedir. Bu, yüzey akışı yoluyla su ve toprak erozyonuna neden olmaktadır. Tesviyesi iyi olan arazilerde drenajın kötü olması yüzünden su, tarla yüzeyinde uzun süre kalabilmektedir. Toprak sıkışması ile birlikte, bitki besin elementleri dinamiği de değişebilmekte; amonifikasyon, nitrifikasyon ve genellikle azot fiksasyonu azalmaktadır (Bal, 1985). Bu eksiklikleri ve olumsuzlukları gidermek için aşırı besleme ve ilaçlama yüzünden girdilerin iyice yükseldiği ve karlılık oranının düşerek zaman zaman zarar edebildikleri görülmüştür. İşletmecilerin tarımsal üretimlerinde koruyucu toprak işleme uygulamalarına geçiş sağlayarak, toprakta üretime uzun vade de etken olabileceği ve toprak verimi ile kaliteyi artırabileceği hakkında bilgiler aktarılmıştır. Bu bilginin ve bilincin artmasıyla hem sürdürülebilirlik hem de karlılık yükselecektir.

Anket bulgularında göre, işletmecilerin %60'ı taban taşı kavramını ilk kez duyduğu belirlenmiştir. İşletmedeki ananevi toprak işlemeden kaynaklanan toprak sıkışmalarından dolayı toprak işleme sayısının arttığını, makine alet ve ekipmanlarının da aşınmalarından, ürün veriminin azlığından dolayı ekonomik olarak etkilendiğini dile getirmişlerdir. Aslında bu ifade üzerine taban taşı problemi ile karşı karşıya geldikleri ancak taban taşı terimini bilmedikleri sonucuna varılmıştır. İşletmecilere aşırı toprak işleme özellikle tav dışı koşullarda yapılırsa toprakta ufalanmaya ve daha çok sıkışmaya yol açabileceği ifade edilmiştir. Aşırı toprak işleme ile topraklardaki havalanma özellikle toprağın üst tabakalarında daha yoğun bulunan organik madde hızla parçalanıp ayrılmaya başlaması ve bitki besin değerinin düşmesine sebep olacaktır. Her şeye rağmen aşırı toprak işleme yapılacaksa topraklarda hızla kaybolan organik maddenin yerine takviye organik gübreleme mutlaka yapmaları ve

yeşil gübreleme de yapmalarını tavsiyede bulunulmuştur. Organik madde, toprakların en önemli bileşenlerinden biri olduğu, toprak kalitesini ve ürün verimini arttırabileceği bilgisi verilmiştir.

İşletmecilerin yeşil gübreleme yaptıklarını ama az sayıda uyguladıklarını ifade etmişlerdir. Yeşil gübreleme yerine gübreleri dışarıdan katkı olarak sıvı ya da katı şekilde ilave ettiklerini belirtmişlerdir. Yeşil gübreleme için yetiştirilen bitkiler toprağın derinliklerinden ve atmosferden aldıkları bitki besin maddeleri ile toprağın üst kısımlarının zengin hale gelmesine yardım etmektedir. Özellikle derin köklü (baklagiller) yeşil gübre bitkileri toprağın fiziksel özelliklerini düzelterek toprağın granüller bir yapı kazanmasını, çabuk tava gelmesini ve tavını da uzun süre muhafaza etmesini sağlamaktadır. Bu bakımdan yeşil gübrenin özellikle ağır ve işlenmesi güç olan topraklar için ayrı bir önemi bulunmakta olup, yeşil gübre hafif toprakların fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir. Aynı zamanda yeşil gübreleme için kullanılan bitkinin azot kapsamına bağlı olarak toprağa önemli ölçüde azot verilir. Yeşil gübreleme de özellikle baklagiller bitkilerinin kullanılması durumunda bu miktar çok daha fazla olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, yeşil gübreleme amacıyla ekilmiş baklagiller, yem bitkilerinin dekara yaklaşık 10–30 kg N (azot) sağladığını göstermiştir (Anonim 1975, Anonim 1996).

Derin köklü olan yeşil gübre bitkileri toprak içerisinde çok sayıda kanallar meydana getirmekte ve bu kanallar vasıtasıyla topraktaki havanın daha kolay sirkülasyonunun ve suyun hareketliliğinin artmasına neden olmaktadır. Yeşil gübreleme ile toprağın organik madde kapsamı da arttırılmaktadır. Amaca uygun olarak yapılan yeşil gübre uygulaması özellikle organik madde ve azot kapsamı düşük ve fiziksel özellikleri yetersiz topraklar için yararlı olmakta, ayrıca verimlilikleri yüksek ve fiziksel özellikleri de yeterli bulunan topraklarda da organik madde seviyesinin devamlı olarak korunması bakımından olumlu etki yaptığı ifade edilmiştir (Chaves ve ark., 2004).

İşletmecilerin tarla bitkileri açısından %78'i topraklarını nadasa bırakmadıklarını ara ürünü yetiştirdiklerini ifade etmişlerdir. Ara ürün olarak %88'i silajlık mısır, %12'i ayçiçeği bitkilerini üretmişlerdir. İşletmecilere yağışın yetersiz olduğu durumda toprakta nem biriktirmek, topraktaki yabancı otları yok etmek, anız ve bitki artıklarının çürümesiyle birlikte toprakta organik madde birikimini sağlamak ve toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılabileceğini bilgisi verilmiştir.

İşletmecilerin %72'i toprak analizi yaptırdıkları, %28'i ise toprak analizi yaptırmadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 3). Toprak analizi ekilecek ürüne göre alınan numuneler de elde edilen veriler sonucunda ürünün ihtiyaçları doğrultusunda ilave gübreleme işlemi için net bilgiler verilmektedir.

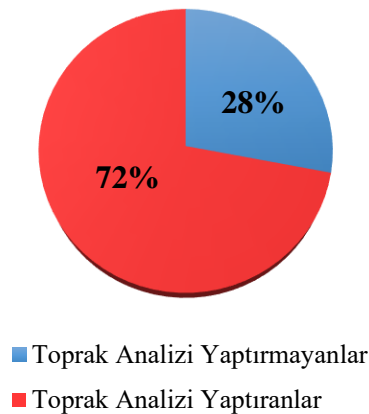


Figure 3. Soil analysis status of the operators

Şekil 3. İşletmecilerin toprak analiz yapma durumları

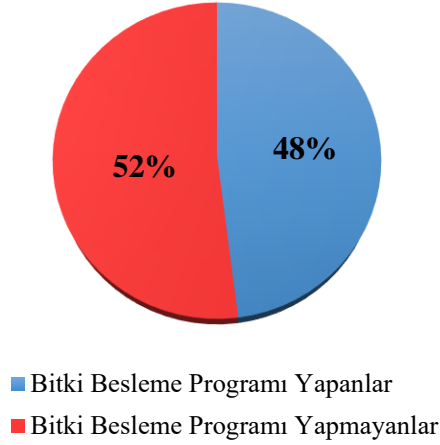


Figure 4. Situation of plant nutrition program of enterprises that have soil analysis
Şekil 4. Toprak analiz yaptıran işletmelerin bitki besleme programı yaptırma durumları

Toprak analizi yaptıran işletmecilerin %48'i bitki besleme programını uyguladıklarını ifade etmişlerdir (Şekil 4). Bilinçsiz şekilde işlem yapıldığında ürün için yeterli besin ve mineral takviyeleri fazla ya da az gelmesiyle ürüne yanlış uygulamalar yapılacağı hakkında bilgiler verilmiştir. İşletmecilerin %34'ü üniversitelerde, %59'u ziraat odalarında ve %7'si diğer kurumlarda toprak analizlerini yaptırdıkları tespit edilmiştir (Şekil 5).

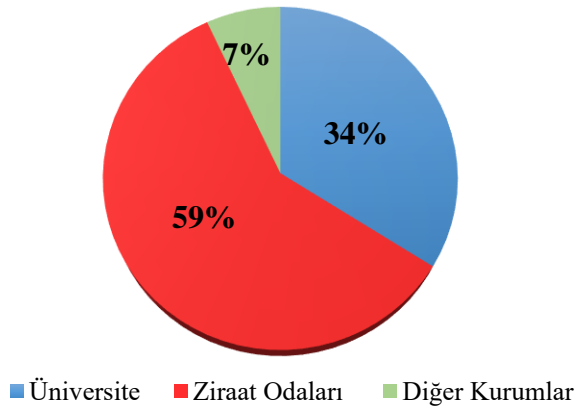


Figure 5. Institutions and organizations that enterprises have soil analyzes made
Şekil 5. İşletmelerin toprak analizlerinin yaptırdıkları kurum ve kuruluşlar

Yabancı otlarla mücadelede, işletmecilerin %56'sı sadece mekanik olarak toprağa karıştırma işlemi uyguladıkları, %34'ü kimyasal, %5'i biyolojik ve %5'i fiziksel olarak mücadele ettikleri tespit edilmiştir (Şekil 6). İşletmeciler geleneksel toprak işleme uygulamaları fazla olmasıyla yabancı otları toprak işlemede toprağa karıştırma işlemi uyguladığını ve gerekli duyduğunda ise herbisit kullandıklarını ifade etmişlerdir.

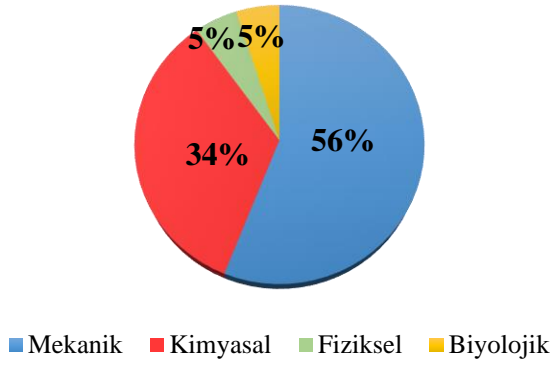


Figure 6. Weed control methods of businesses
Şekil 6. İşletmelerin yabancı ot kontrol yöntemleri

İşletmecilerin %5'lik kısmı da fiziksel yöntem olarak tavsiye de bulunulmasa da hasattan sonra anız yakma işlemi uyguladıklarını belirlenmiştir. Biyolojik olarak böcekler veya ana ürünü etkilemeyecek yabancı ot için bitkisel mücadele uygulamaları yaptıklarını ifade edilmiştir (Şekil 6).

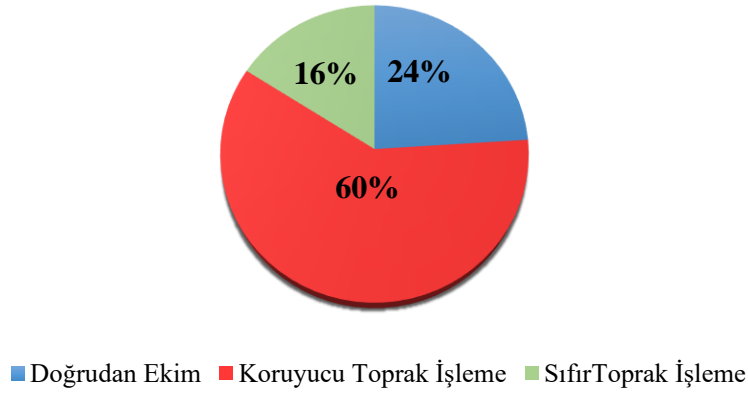


Figure 7. Different tillage knowledge levels
Şekil 7. Farklı toprak işleme bilgi seviyeleri

İşletmecilerin toprak işleme kavramlarının da bilgi düzeyleri kültürel ve ananevi alışkanlıkların arkasına sığınarak kendilerini geliştirmekten kaçındığı görülmüştür. Toprak işleme kavramlarının bilgi düzeyleri %60'ı koruyucu toprak işleme, %16'sı sıfır toprak işleme, %24'ü doğrudan ekim yöntemlerini duyduklarını ama uygulama yapmadıklarını belirtmişlerdir. (Şekil 7).

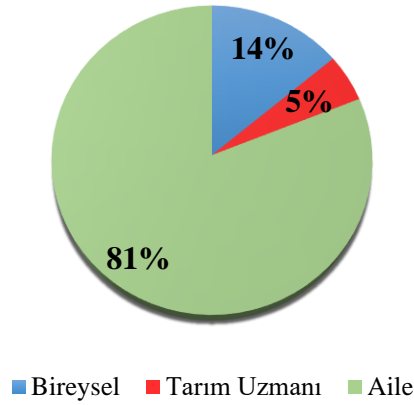


Figure 8. Sources of influence of tillage habits
Şekil 8. Toprak işleme alışkanlıklarının etkilenme kaynakları

Toprak işleme alışkanlıklarının tercihlerinde işletmecilerin %95 i toprak işlemenin geleneksel yöntemler olarak %81'i ailesinden öğrendikleriyle, %14'ü kendi kararları etkili olduğu ve %5 i de tarım uzmanları tarafından etkili olduğu saptanmıştır (Şekil 8).

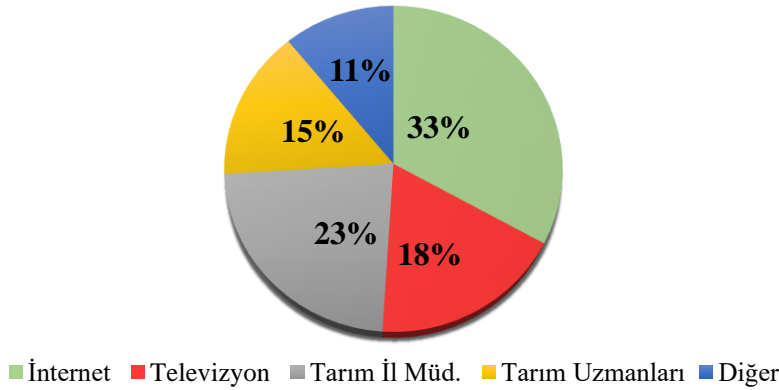


Figure 9. Information resources of tillage systems
Şekil 9. Toprak işleme sistemlerinin bilgilendirilme kaynakları

Anket sonunda işletmecilerin koruyucu toprak işleme yöntemi konusunda bilgilendirilmeler yapılmıştır. İşletmecilerin %15'i tarım uzmanlarından, %23'ü Tarım ve Orman Bakanlığı il ve ilçe müdürlükleri tarafından bilgilendirilmesi, %51'inin koruyucu toprak işleme de en etkili ve akılda kalıcı bilgilendirme yolu tercihinin televizyon ve internet olduğu saptanmıştır (Şekil 9).

İşletmecilerin %24'ü koruyucu toprak işleme yöntemlerine geçiş için bilgilendirme, makina alt yapısı ve akaryakıt gibi hibe desteklerinin devlet tarafından sağlanmasını istediklerini, %16'ı kooperatifler, %13 müteahhit, %7 komşular, %40'ı kendilerinin satın aldığı belirtmişlerdir. Anketler esnasında koruyucu toprak işlemenin zaman içerisinde kalitenin ve verimliliğin artacağını bununla birlikte karlılığın artacağını, koruyucu toprak işlemede toprak işlemenin azalacağından dekar başına yakıt tüketimi, işçilik maliyetleri azaltabileceğini, toprağı koruyacağını ve sürdürülebilirlik kavramları hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır (Şekil 10).

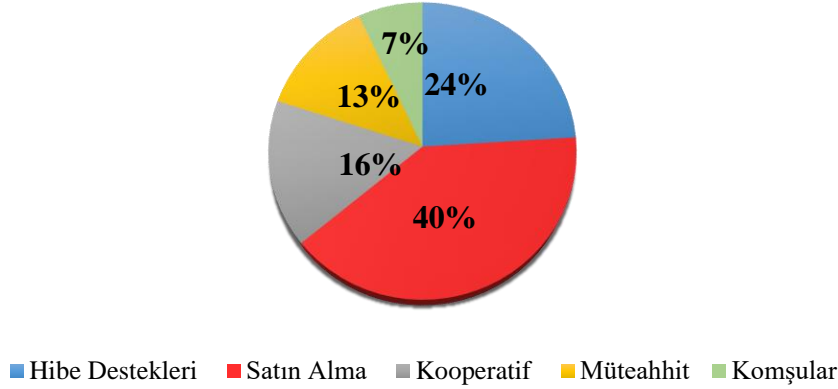


Figure 10. Ways of obtaining tools and machinery to be used in protective soil cultivation
Şekil 10. Koruyucu toprak işlemede kullanılacak alet ve makina temin edinme yolları

Anketler esnasında koruyucu toprak işleminin zaman içerisinde kalitenin ve verimliliğin artacağını bununla birlikte karlılığın artacağını, koruyucu toprak işlemede toprak işleminin azalacağından dekar başına yakıt tüketimi, işçilik maliyetleri azaltılabileceğini, toprağı koruyacağını ve sürdürülebilirlik kavramları hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler genel olarak değerlendirildiğinde, Çanakkale il ve yöresinde işletmecilerin koruyucu toprak işleme yöntemleri hakkında bilgi düzeylerinin çok düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmalar sırasında eğitim seviyelerinin yüksek olan kısımlarda tedirginlik ve imkânsızlıklar saptandığı lakin bilgilendirmeler doğrultusunda işletmecilerin çoğunluğu yeniliğe açık olduğu destekler ve imkânlar doğrultusunda koruyucu toprak işlemeye meyilli oldukları görülmüştür.

Gelişmekte olan ülkelerde konu hakkında daha önceden de yapılmış olan çalışmalar doğrultusunda koruyucu toprak işlemeye geçiş sürecinde, işletmecilerin bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi oldukça önemli olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızdaki yapılmış olan araştırmalar doğrultusunda Çanakkale ve yöresinde koruyucu toprak işleme yöntemlerini kabullenmede karşılaşılabilecek geleneksel ve kültürel direncin ve ön yargının kırılmasının çok önemli olduğu bildirilmektedir (Lal, 2007; Çay ve ark., 2015).

Dünya da olduğu gibi, toprağı koruyan ve sürdürülebilirliğin hedef alındığı çalışmalara olan ilginin hızla artması gerekir. Bu süreç, öncelikle sosyoekonomik ve endüstriyel kalkınmanın tamamlanmasıyla başlar. Koruyucu toprak işlemeli tarıma geçiş için karşılaşılabilecek zorluklar;

- 1) Gelenekleri ve önyargıları yıkmak
- 2) Nasıl başarıyla yapılacağını öğrenmek
- 3) Uygun makine ve donanım edinme
- 4) Uygun herbisitler konusunda bilgilenme

5) Koruyucu toprak işleme yöntemlerinin kabullenilmesi amacıyla eğitimler ile maddi destek ve politik önlemlerin alınması şeklinde sıralamışlardır (Derpsch ve Friedrich, 2009).

Koruyucu toprak işlemede karşılaşılabilecek en büyük etkenlerden biri de yabancı ot kontrolüdür. Koruyucu toprak işlemeye geçişte yabancı ot kontrolünün doğru şekilde uygulanmasının bilgi düzeyinin düşük olmasıdır (Özpinar ve Özpinar, 2011). Bu sebepten dolayı işletmecilerin eğitim ve uzman desteği ile çözülebilir. Geleneksel ve kültürel direncin kırılması öncelikle işletmecilerin sosyoekonomik durumlarının yüksek olması yani gelir durumlarının yüksek olması gerekir. Bu geçiş sürecinde devlet destekleriyle işletmecilere destek olunabilir. İşletmecilere toprak analizi, yabancı ot kontrolü, makine ve ekipman, yakıt desteği, gübre, tohum vb. devlet destekleri geçiş sürecinde yararlı olacaktır. Araştırmaların sonucunda günümüzde toplumu bilinçlendirmesinde en etkili yol olan televizyon ve internet olacaktır.

Ancak bu kaynaklarda uzman olmayan kişiler tarafından amatörce hazırlanan bilgi ve görsellere rastlamakta mümkündür. Tarım ve Orman Bakanlığı il müdürlükleri ve Üniversitelerimiz

alanında uzman kişilerce hazırlanan bilgi ve görsellerinin kullanılması ve diğer bilgi kirliliğinde temizlenmesi gerekmektedir.

Araştırmanın uygulandığı Çanakkale ve yöresinde elde edilen bilgilerin, daha geniş çalışmalarla ülke çapında yapılması ve sonuçların değerlendirilerek bir plan hazırlanmasının gerekli olduğu görülmektedir. Zaman kaybetmeden ülke çapında Koruyucu toprak işlemeye geçiş için projeler, TV programları ve internet tabanlı çalışmalar başlatılmalıdır. Koruyucu toprak işleme konusundaki proje, deney ve test sonuçları doğrultusunda araştırmacılara düşen görev bilimsel yayınlarla birlikte, işletmecilerin doğrudan ulaşabileceği diğer etkili kaynaklar yoluyla yaymak hem sürdürülebilirlik ve hem de karlılık için çok önemli olacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Not:Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans Tezine ait bazı verilerden oluşturulmuştur.

Kaynaklar

- Anonim, 1996. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği ETO, (<https://www.eto.org.tr/EkolojikOrganizasyonuDerneC4%9Fi%20199620YayC4B1nlarC4B>, Erişim tarihi:04.09-05.2022).
- Anonim, 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019 Brifing Raporu. <https://canakkale.tarimorman.gov.tr/Menu/17/Brifing> (Erişim Tarihi: 15.05.2022).
- Anonim , 1975. Organic Material as Fertilizers. Soil Bulletin 27. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Bal, H. 1985. Toprak Sıkışması, Sorunları ve Çözüm Yolları. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi, Adana, Sayfalar: 131–138.
- Canbolat, M., 2006. Toprak Kalite Yönetimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi basılmamış ders notu.
- Cannell, R.Q., 1985. Reduced tillage in North–west Europe–A review. Soil and Tillage Research. 5: 129–177.
- Chaves, B., Neve, D.S., Hofman, G. Boeckx, P and Cleemput, O.V., 2004. Nitrogen mineralization of vegetable root residues and green manures as related to their (bio)chemical composition. European Journal of Agronomy. 21 : 161-170.
- Çay, A., Aydın, A., Yavaş, Y., Aydın, Y., Tekin, H., Özpınar, S., 2015. Çanakkale yöresinde koruyucu toprak işleme hakkındaki bilgi düzeyinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Diyarbakır.
- Derpsch, R., Friedrich, T., 2009. Global overview of conservation agriculture adoption. World Congress on Conservation Agriculture.
- Gajri, P.R., Arora, V.K., Prihar, S.S., 2002. Tillage for sustainable cropping. Food Products Press, New York, NY, 51–55.
- Lal, R., 2007. Constrains to adopting no–till farming in developing countries (Editorial). Soil and Tillage Res, 94, 1–3.
- Lal, R., Reicosky, D.C., Hanson, J.D., 2007. Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no–till farming. Soil and tillage research. 93 (1): 1–12.
- Lo'pez-Bellido, L., Fuentes, M., Castillo, J.E., Lo'pez-Garrido, F.J., Fernandez, E.J., 1996. Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under Mediterranean conditions. Agron. J. 88:783–791.
- Özpınar, S., 2006. Effects of tillage on productivity of a winter wheat-vetch rotation under dryland Mediterranean conditions. Soil and Tillage Research. 89 (2): 258-265.
- Özpınar S., Özpınar, A., 2011. Influence of Tillage and Crop Rotation Systems on Economy and Weed Density in a Semi-arid Region. Journal of Agricultural Science and Technology. 13 (5): 769-784.
- Özpınar, S., 2020. Energy Use and Cost Analysis of Olive Under Flat and Sloping Growing Conditions. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of COMU Agric. Fac. 8(1): 125-135.
- Tapela, M., Colvin, T.S., 2002. Quantifying seedbed condition using soil physical properties. Soil and Tillage Research. 64: 203–210.
- TUİK, 2019. <http://www.tuik.gov.tr>. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım Vearımsal İstatistik Verileri, (Erişim: 20.01.2019).
- Ürkmez, Ü., 2013. Tarım İşletmelerinde Kullanılan Bitki Koruma Alet ve Makinelerinin Teknik Özellikleri ve Uygulama Sorunlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Nisan, 102 s.



Research Article

Turkish Consumers' Purchase Decisions towards Erzurum Stuffed-kadayif with Protected Geographical Indication at Dessert Retailers

Yavuz Topcu^{1*} 

¹Department of Agricultural Economics, Agriculture Faculty, Atatürk University, Erzurum, Türkiye

*Corresponding author: yavuztopcu@atauni.edu.tr

Received Date: 22.07.2023

Accepted Date: 13.12.2023

Abstract

Global climate change has rapidly changed consumers' attitude and behavior toward food products by affecting significantly their supply and demand. In this context, the study was planned to determine the main factors affecting Erzurum Stuffed-kadayif purchasing decisions of Turkish consumers. The main material of the research was obtained from 385 households residing in Erzurum, Turkey in 2019. Exploratory Factor Analysis and Two-step Cluster Analysis were used to explore Turkish consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions at its retailers. The results of the research highlighted that while consumers consuming this product at the local restaurants or buying from the retailers satisfied fairly high from hedonic quality attributes under the sensory perception, those consuming the product at the local patisseries also provided a higher hedonism satisfaction by focusing on their willingness to consume healthy food. Similarly, consumers purchasing Erzurum Stuffed-kadayif from the local manufacturer stores tried to contribute considerably to sustainable food supply and consumption with entrocenrism approach by considering emotional food perception under food safety and security making possible to consume healthy food. Consequently, it should be improved appropriate positioning and segmentation strategies according to the purchase decisions of each consumer segment, and then they should be also able to implement.

Keywords: Cluster Analysis, Erzurum Stuffed-kadayif, Exploratory Factor Analysis, Hedonic and sensory attributes, Purchase decision

Tatlı Perakendecilerinde Coğrafi İşaretli Erzurum Kadayıf Dolmasına Yönelik Türk Tüketicilerin Satın Alma Kararları

Öz

Global iklim değişiklikleri, gıda ürünlerinin arz ve taleplerini önemli ölçüde etkileyerek, tüketicilerin gıda ürünlerine yönelik tutum ve davranışlarını hızlı bir şekilde değiştirmiştir. Bu kapsamda araştırma, Türk tüketicilerin Erzurum Kadayıf Dolması satın alma kararlarını etkileyen ana faktörleri belirlemek için planlanmıştır. Araştırmanın ana materyali, 2019 yılında Erzurum'da ikamet eden 385 hane halkından elde edilmiştir. Keşfedici Faktör Analizi ve İki Aşamalı Kümeleme Analizi, geleneksel tatlıları arz eden perakendecilerden tüketicilerin Erzurum Kadayıf Dolması satın alma kararlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi için kullanılan araştırma modellerini ifade etmektedir. Araştırmanın sonuçları; yerel restoranlarda bu ürünü tüketen ya da perakendecilerinden satın alan tüketicilerin duyuşsal algıları altında hazcı kalite niteliklerinden daha yüksek memnuniyet sağlarken; yerel pastanelerde bu ürünü tüketen tüketiciler ise sağlıklı gıda tüketme istekliliği üzerine odaklanarak daha yüksek bir hedonizm memnuniyeti sağlamış olduklarına işaret etmiştir. Benzer şekilde, yerel kadayıf dolması imalatçıların satış mağazalarından bu mamulü satın alan tüketiciler, sağlıklı gıda tüketilmesini olanaklı kılan gıda güvenliği ve güvencesi altında duyuşsal kalite algısını dikkate alarak merkezi milliyetçilik yaklaşımı ile gıda arz ve tüketimini sürekli kılabilmek için anlamlı bir şekilde katkı sağlamaya çalışmışlardır. Sonuç olarak, her bir tüketici gruplarının satın alma kararlarına göre uygun konumlama ve bölümlenme stratejileri geliştirilmeli ve daha sonra bu stratejiler uygulamaya konulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme Analizi, Erzurum Kadayıf Dolması, Keşfedici Faktör Analizi, Hazcı ve duyuşsal nitelikler, Satın alma kararı

Introduction

In recent years, there has considerably maintained a change on consumers' food consumption preferences and purchase decisions under the negative effects of global climate change due to lower yield and quality attributes suffered in plant and livestock products, biodiversity losses, possible risk factors on food safety and security at food life cycle from the farms to the retailer shelves, negative consumer perceptions about emotional food quality attributes, as well as negative impacts on human health and the environment (Bernabeu et al., 2023; Bouranta et al., 2023; Mesias et al., 2023).

Under the impact of the Covid-19 pandemic and the Ukraine and Russia war along with the negative effects of climate change, while global wheat production and stocks decreased from 764 and 284 million tons in 2019 to 769 and 271 million tons in 2022, wheat consumption increased from 741 million tons to 782 million tons (TEPGE, 2022). In response to the decreases in both global wheat production and current stocks, a significant increase in global wheat consumption was also observed in view of the trend figures. Consequently, this situation has indicated the existence of a serious problem in meeting consumer demands of wheat supply worldwide and a large supply gap in the future if the necessary preventive and adaptation studies are not carried out to an adequate extent.

Wheat production in Turkey was 19.00, 17.65 and 19.80 million tons in 2019, 2021 and 2022 respectively, whereas domestic wheat consumption was given as 20.00, 19.01 and 19.00 million tons (TEPGE, 2022). In particular, it was abnormally caused the product prices to increase with the effects of the panic buying by narrowing the supplies of wheat and bakery products under the negative impacts of ongoing climate change and the Covid-19 pandemic hitting 2019 (Arafat et al., 2021). Indeed, while the average annual wheat price was $\text{₺}1.5 \text{ kg}^{-1}$ in 2018, it increased to about $\text{₺}5.5 \text{ kg}^{-1}$ in 2022 (PTB, 2022). The dramatic increases in wheat price at commodity markets caused wheat flour prices trading from $\text{₺}1.76 \text{ kg}^{-1}$ in 2018 to increase by $\text{₺}7.7 \text{ kg}^{-1}$ in 2022 (PTB, 2022a). Manufacturing cost increase resulting from excessive rises in the prices of Stuffed-kadayif ingredients such as sugar, walnuts, pistachios and hazelnuts, along with the price of the flour being the main input of Erzurum Stuffed-kadayif, therefore, caused the price per kg to rise from $\text{₺}15$ (\$) in 2019 to $\text{₺}140$ (\$) in 2023.

On the other hand, besides the natural risk factors being of a negative impact on agriculture and agricultural food industry, when the macroeconomic data taken into consideration for 2022-2023 years in Turkey, the consumer price index (CPI) and food price increases (food inflation) were annually realized as 50.51 and 67.89% (TUIK, 2023). The annual increases in the producer price index (PPI) and food input prices were calculated as 62.45% and 88.38%, respectively (TUIK, 2023a). The pressures of these inflationary and natural risk factors caused the food prices to increase dramatically with the contraction in the economy by increasing the production costs, and then the formation of social welfare losses created by the contraction in demand resulting from the real decline in consumer incomes. This situation caused an excessive increase in the share of consumer incomes allocated to mandatory food needs in the expenditure budget and their willingness to pay categorically changed significantly depending on the marketing mix.

It was reported that consumers' psychographic factors on their food purchase decisions had a much greater impact than their socioeconomic ones such as gender, age, education, profession on their attitudes and behaviors patterns (Harguess et al., 2020; Graham and Ambramhse, 2017). Therefore, consumers' individual factors (attitude and value, knowledge and skill, emotion and cognitive level, taste, demographic factors), their sociocultural attributes (culture and belief, social norm and status), and the external factors (political and economic factors related to food marketing environments) must be assessed rationally their food purchase patterns so that it could be mitigated major impacts of climate change caused by their food consumption (Chen and Antonelli, 2020; Harguess et al., 2020).

Consumers trying to meet their food needs under the effects of climate change have rationally tried to shape their food choices and purchase decisions at retail levels by taking into account not only the extrinsic and intrinsic food attributes but also the negative progressions in Turkish economy in the last years. It was reported in the previous researches that it was firstly attempted to determine consumers' purchase patterns by having been taken into account the extrinsic food attributes, a part of the marketing mix focused on consumers' visual sense (price, brand, labelling, package weight and size, geographical indications, purchase convenience, reaching to retailers, conformity and comfort at retail stores, health claims) (Carvalho and Spence, 2023; Edenbrandt and Nordström, 2023; Fakhreddine and Sanchez, 2023; Petrontino et al., 2023; Yeh and Hirsch, 2023; Zanchini et al., 2023; Zeng et al., 2023), and then the intrinsic food attributes based on a variation of the nutritional

composition at farming and manufacturing process (taste, aroma, flavor, color, texture, appearance, sound, content or ingredient, juiciness, sweetness) (Bejaei and Xu, 2023; Fakreddine and Sanchez, 2023; Giannoutsos et al., 2023; Kleih et al. 2023; Lavui et al., 2023) impacting on their purchase models at retail levels.

Especially, when making consumers' food purchase decisions based on their hedonic experiences or extrinsic food quality perceptions, it was emphasized that they make purchasing decisions to a large extent by taking into account the marketing mix such as the region of origin and prices (Bernabeu et al., 2023; Chaffee and Ross, 2023; Topcu and Çavdar, 2022), the food brands and their communication tolls (Bernabeu et al., 2023), food packaging and label knowledge (Chaffee and Ross, 2023) and the retailers and their positioning strategies (Bytyqi et al., 2023; Curutchet et al., 2023; Seo and Kim, 2023), and thus their willingness to pay was also much higher for the food products providing higher extrinsic quality satisfaction.

In these studies based on consumers' food purchasing decisions, it was pointed out that the extrinsic food attributes were the major determinant of their willingness to buy at food retailers and also provided vital information about their socioeconomic attributes. It was also reported that there were much stronger relationships between the intrinsic food attributes and consumers' willingness to pay for them including product brands, the region of origin, packaging, labelling, and reaching to retailers, store comfort and convenience.

Within the scope of the current research, the extrinsic and intrinsic food attributes impacting on consumers' consumption preferences and purchase decisions towards Erzurum Stuffed-kadayif could shape their purchase patterns. In this context, the aim of the study is to determine the purchase decision indicators based on the intrinsic and extrinsic food attributes for homogeneous consumer segments consuming Erzurum Stuffed-kadayif with protected geographical indication sold at food retailers in Erzurum, and then to create customer-oriented marketing strategies for each consumers cluster.

Materials and Methods

Material

The main material of the study consisted of primary data obtained from face-to-face questionnaires conducted with the households in Erzurum covering Yakutiye, Aziziye and Palandöken Central Districts, consuming Erzurum Stuffed-kadayif with Protected Geographical Indication (PGI) in 2019. In addition to primary data, secondary data were obtained from the data of various statistical institutions and organizations (TUIK, FAO, Erzurum Chamber of Commerce, Commodity Exchanges), as well as domestic and foreign scientific research project reports and article findings and results.

Methods

Method used to determine the sample size

In order to ensure the homogenous participation of the households consuming Erzurum Stuffed-kadayif in Erzurum, the city were divided into three central districts; Yakutiye, Aziziye and Palandöken (44.325, 14.818 and 38.674 households), respectively and then the sample size in Equation 1 was calculated with the Simple Random Sampling Method (Malhotra, 1993).

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{c^2} = 385 \quad (1)$$

In Equation 1,

n: Sample size

Z: Standardized Z value (at 95% confidence interval, 1.96)

p: Erzurum Stuffed-kadayif consumption probability (0.50)

c: Error term (± 0.05)

The survey numbers under the proportional techniques were calculated as 175 in Yakutiye, 58 in Aziziye and 152 in Palandöken, and totally 385 households in Erzurum by taking into account the sample size and the number of households in each district.

Method used for preparation of questionnaire forms

In order to design the attitude scale related to the intrinsic and extrinsic food attributes that determine consumers' purchase decisions consuming Erzurum Stuffed-kadayif in Erzurum were utilized from the domestic and foreign studies related to the research scope and context. The scale was firstly designed with 57-psychographic items impacting on their Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions, and then it was asked from consumers participated in the survey to mark each statement on the attitude scales with 5-point Likert Scale (1: no important, 3: neutral/undecided, 5: very important).

Methods used in statistics analyses

In the first step, Explanatory Factor Analysis (EFA) was used to determine the main factors impacting on their Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions. The EFA is a multivariate statistical dimension reduction technique trying to create a small number of unrelated, but conceptually meaningful new factors (Civelek, 2020; Bursal, 2019). Hierarchical steps for the EFA were followed to test the suitability of the data, to determine the main factor number, to perform the rotation (transformation) techniques, to identify main factors, to calculate the explained and cumulative variances for each factor dimension, respectively.

In order to investigate the data suitability of the sample mass according to the main population for the EFA, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) and Bartlett's test of Sphericity were used in the research. KMO, the adequacy criterion of the sample size should be in acceptable confidence interval (between 0.50 and 1.00). On the other hand, the correlation matrix should be different from the unit matrix in Bartlett's test of Sphericity explaining the relationship among the variables depending on the correlation matrix calculated between each pair of variables.

Whereas determining the main factor number with the EFA used Maximum Likelihood extraction method in the study, the factors with Eigenvalues greater than 1 or equal to 1 were statistically taken into consideration. Rotation technique was also used to be able to give easily the factor names, and to eliminate the variable overlaps in factor matrices. In the rotation process, the factors in the axes are rotated so that reducing the variable loads to optimal levels. Rotation could be applied in two groups as vertical (orthogonal) and oblique rotation. While it could be minimized the relationships among the factor dimensions at vertical rotation, it could be accepted the relative relations among them at oblique rotation. It is often used the Varimax, Quartimax and Equamax methods for vertical rotation techniques, however, it is generally used direct Oblimin and Promax methods for oblique rotation ones. In this study, therefore, it was applied the vertical rotation technique and Varimax method to minimize the relationships among the factors.

On the other hand, to retain and select the items under each factor dimension on rotated component matrix in the EFA, the factor loads with range 0.30 and 0.50 score are generally accepted for the cut-off threshold of the items depending on number of the items on scaling instrument and sample size reflecting main population (Civelek, 2020; Bursal, 2019). These authors suggested that, thus, if the sample size was more than 300 cases, the cut-off threshold of factor load was accepted as 0.30, also if the sample size was between 300 and 200 cases and between 200 and 150 cases, the cut-off thresholds of factor loads would be considered as 0.40 and 0.50, respectively.

In the second step, it was used the cluster analysis, two-step cluster analysis, dividing a heterogenic target mass into two or more homogeneous segments by taking into account their attributes such as socioeconomic, psychological and individual characteristics (Karagöz, 2019; Topcu and Baran, 2017). Two-step cluster analysis considering the ideal numbers of clusters and yielding the relationships between the main factors obtained and the consumption groups desired to be created is one of the most effective clustering technique. In the present study, the main factors impacting on Turkish consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions were used in two-step clustering analysis (CA) taking into consideration their retail selling points. It was thus segmented target consumers into three groups consuming at the restaurant (29.1% of overall consumers) and patisserie (30.4% of those) and buying from the manufacturer stores (40.5% of those).

Results and Discussion

Consumers' demographic and socioeconomic profiles

Participants' gender, age and life cycle, education and occupation status, monthly income and expenditure groups at each cluster were presented in Table 1. The results of the study indicated that 59% of the target consumer mass consisted of men, and the consumers with college graduate and white collars concentrated generally at each consumption segment of Erzurum Stuffed-kadayif.

On the other hand, the results also highlighted that the average age of overall consumers was 43.38 years, and the family size consisted of 4.22 individuals, and the middle age group and large families showed intensity at each consumption segment. Similarly, the average income and expenditure levels for all consumption groups were \$1406.30 and \$875.69, and these economic indicators also were of the highest shares at each consumer segment.

Table 1. Consumers’ various demographic and socioeconomic attributes

| Consumers’ attributes | | Consumption segments of Erzurum Stuffed-kadayif | | | | | | Overall consumers | |
|---|---------------------------|---|-----|--------------|-----|------------|-----|-------------------|-----|
| | | Patisserie | | Manufacturer | | Restaurant | | n | % |
| | | n | % | n | % | n | % | | |
| Gender | Male | 77 | 66 | 85 | 55 | 65 | 58 | 227 | 59 |
| | Female | 40 | 44 | 71 | 45 | 47 | 42 | 158 | 41 |
| (Pearson Chi – kare) = $\chi^2_{(2603;2)} = 24.746$ p=0.001 | | | | | | | | | |
| Education | Literate | 4 | 4 | 9 | 6 | 3 | 3 | 16 | 4 |
| | First school | 20 | 17 | 39 | 25 | 31 | 28 | 90 | 23 |
| | High school | 45 | 39 | 39 | 25 | 35 | 31 | 119 | 30 |
| | College | 48 | 41 | 69 | 44 | 43 | 38 | 160 | 42 |
| (Pearson Chi – kare) = $\chi^2_{(2606;4)} = 77.378$ p=0.001 | | | | | | | | | |
| Occupation | Businessman | 11 | 9 | 27 | 17 | 13 | 12 | 51 | 13 |
| | White-collar | 50 | 43 | 49 | 31 | 42 | 38 | 141 | 37 |
| | Blue-collar | 18 | 15 | 12 | 8 | 17 | 15 | 47 | 12 |
| | Retailers | 27 | 23 | 40 | 36 | 26 | 24 | 93 | 24 |
| | Pensioners | 9 | 8 | 15 | 10 | 12 | 11 | 36 | 9 |
| | Farmers | 1 | 1 | 7 | 5 | 1 | 1 | 9 | 2 |
| | Housewife | 1 | 1 | 6 | 4 | 1 | 1 | 8 | 2 |
| Total | 117 | 100 | 156 | 100 | 112 | 100 | 385 | 100 | |
| | | \bar{x} | n | \bar{x} | n | \bar{x} | n | \bar{x} | n |
| Age group | + < 30 years (young) | 30.76 | 37 | 30.43 | 30 | 30.56 | 16 | 30.60 | 83 |
| | 30-50 years (mature) | 42.23 | 69 | 43.33 | 84 | 42.59 | 64 | 42.76 | 217 |
| | + > 50 years (more mat.) | 56.64 | 11 | 58.05 | 42 | 56.94 | 32 | 57.45 | 85 |
| | Group means | 39.96 | 117 | 44.81 | 156 | 44.97 | 112 | 43.38 | 385 |
| $F_{(382,2)} = 10.559$ p=0.001 | | | | | | | | | |
| Income* | + < \$400 (low-income) | 321.43 | 14 | 360.00 | 24 | 365.00 | 12 | 350.40 | 50 |
| | \$400-1000 (middle-inc.) | 416.04 | 91 | 751.56 | 109 | 750.91 | 88 | 740.14 | 288 |
| | + > \$1000 (high-income) | 1398.33 | 12 | 1421.74 | 23 | 1384.67 | 12 | 1406.30 | 47 |
| | Group means | 738.80 | 117 | 790.13 | 156 | 777.46 | 112 | 770.85 | 385 |
| $F_{(382,2)} = 0.903$ p=0.406 | | | | | | | | | |
| Expenditure* | +<\$400 (low-expend.) | 320.00 | 21 | 318.60 | 43 | 310.00 | 19 | 316.99 | 83 |
| | \$400-700 (middle-exp.) | 591.94 | 62 | 582.90 | 69 | 596.56 | 61 | 590.16 | 192 |
| | +>\$700 (high-expend.) | 848.82 | 34 | 885.36 | 44 | 890.94 | 32 | 875.69 | 110 |
| | Group means | 617.78 | 117 | 595.36 | 156 | 632.05 | 112 | 612.85 | 385 |
| $F_{(382,2)} = 0.903$ p=0.404 | | | | | | | | | |
| Family size | +<4 person (core family) | 2.55 | 56 | 2.63 | 40 | 2.68 | 25 | 2.60 | 121 |
| | 4-6 person (small family) | 4.18 | 57 | 4.64 | 108 | 4.67 | 75 | 4.54 | 240 |
| | +>6 person (large family) | 11.00 | 4 | 8.50 | 8 | 9.17 | 12 | 9.25 | 24 |
| | Group means | 3.63 | 117 | 4.32 | 156 | 4.71 | 112 | 4.22 | 385 |
| $F_{(382,2)} = 10.084$ p=0.001 | | | | | | | | | |

\bar{x} : arithmetic means n: sample size %: relative rate *exchange rate is £ \$-1.575 on September 15, 2019

Results of the EFA

The goodness fit statistics results and five factor dimensions that consider 31 items impacting on consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions in the EFA by being eliminated their load overlap and meaningless loads were given in Table 2. KMO that compares the observation and partial correlation coefficients in the EFA was calculated as a value of 0.923 ($p < 0.001$). The test score was acceptable at an excellent level due to much closer to 0.99 threshold value, thus, providing the confirmation of sampling adequacy for the EFA. Bartlett's test of Sphericity statistics for the main factors related to consumers' purchase decisions, then, was calculated as $\chi^2_{0.05; 465} = 9883.62$ ($p = 0.000$), and unit matrix hypothesis was rejected ($p < 0.001$). Two statistics evaluating the data indicated that the data was at an excellent level for the EFA.

Table 2. The results of the EFA related to consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decision factors and their item loads

| The items and factors interpretations | The factors and items loads* | | | | |
|--|------------------------------|----------------|----------------|----------------|---|
| | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ | F ₅ |
| <i>Hedonism satisfaction</i> | | | | | |
| Price-quality relation | 0.867 | | | | |
| Label with the region of origin | 0.835 | | | | |
| Product quality | 0.823 | | | | |
| Product price | 0.814 | | | | |
| Food retailers | 0.814 | | | | |
| Packaging weight | 0.809 | | | | |
| Packaging allure | 0.804 | | | | |
| Advertising | 0.800 | | | | |
| Eco-friendly package material use | 0.782 | | | | |
| Discount and promotion | 0.705 | | | | |
| Trust to manufacturer | 0.649 | | | | |
| Product size | 0.629 | | | | |
| Consumer mood | 0.623 | | | | |
| Product experience | 0.622 | | | | |
| Shelf life of product | 0.614 | | | | |
| Reaching to retailers and convenience | 0.608 | | | | |
| <i>Food safety and security</i> | | | | | |
| Sustainable food supply | | 0.900 | | | |
| Hygiene at manufacturing stage | | 0.850 | | | |
| Sanitary at marketing channels | | 0.841 | | | |
| Hygiene at retail stores | | 0.771 | | | |
| Organic product | | 0.656 | | | |
| <i>Entrocentrism approach</i> | | | | | |
| Contribute to regional retailers | | | 0.912 | | |
| Contribute to region trading | | | 0.828 | | |
| Contribute to regional development | | | 0.807 | | |
| Obstructing regional migration | | | 0.657 | | |
| <i>Healthy diet willingness</i> | | | | | |
| Product without the synthetic substances | | | | 0.906 | |
| Increasing body resistance | | | | 0.678 | |
| Balancing blood sugar and providing energy | | | | 0.671 | |
| <i>Sensory perception</i> | | | | | |
| Aroma perception | | | | | 0.837 |
| Taste and flavor perception | | | | | 0.808 |
| Product image and size | | | | | 0.682 |
| <i>Eigenvalues</i> | 9.373 | 3.843 | 3.175 | 2.067 | 2.065 |
| <i>Explained share of variance (%)</i> | 30.235 | 12.396 | 10.242 | 6.667 | 6.660 |
| <i>Cumulative share of variance (%)</i> | 30.235 | 42.631 | 52.872 | 59.539 | 66.199 |
| <i>KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) statistic</i> | | | | | 0.923 |
| <i>Bartlett's test of Sphericity</i> | | | | | [Chi - square ($\chi^2_{0.05; 465}$) = 9883.62 ($p = 0.000$)] |

*It was suppressed the smaller coefficients than 0.350

The results of the EFA indicated that the five-factor solution with Eigenvalue scores being greater than 1.0 were derived from 31 items impacting on consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions (Table 2). The five factors were logically identified as the hedonism satisfaction, food safety and security, entrocenrism approach, healthy diet willingness and sensory perception, and their explained total variance found as 66.20%. The first factor referring to hedonism satisfaction explained 30.24% of total variance. It was thus assessed that the hedonism satisfaction consisted of the loaded items measuring a wide range of the hedonic consumption satisfaction based on the relationships between consumers' experimental satisfaction and the marketing mix strengthening consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions.

Similarly, the second factor explained by 12.40% total variance exposed that the food safety and security making sustainability possible at the food supply chain under the sanitary conditions lasting from farming to the food retailing affected directly consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions. The third factor contributing to the second factor was named as entrocenrism approach, that is, Erzurum-originated consumers aimed to contribute in order to improve the regional trading and to obstacle regional migration by orientating to the local food retailers to provide the regional developing so that it could be made possible to sustainable food supply.

With the similar requirements, a healthy life and core benefit motives shaping Turkish consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions leded healthy diet willingness to form the fourth factor. The healthy diet willingness, indeed, also resulted from an interactive health perception between the willingness to meet the healthy and balanced sweet need on the diets and the willingness to have been free of these desserts' artificial substances. Finally, the fifth factor explained with 6.66% of total variance emphasized the sensory quality perception. The sensory perception considering emotional and visual stimulus is also of a major impact on consumers' opinions about the foods due to triggering the first perception of difference between accepting and rejecting a particular food along with their emotional perception about aroma, taste and flavor of the foods.

Results of the CA

The main factors derived from the EFA, and shaping the perception and purchase decisions of Turkish consumers bought Erzurum Stuffed-kadayif from the local food manufacturer ventures, patisseries and restaurants were presented in Table 3. The results of the CA explained that consumers buying from or consuming Erzurum Stuffed-kadayif at the local restaurants focused on the hedonic and sensory perception. This consumer segment either consumed Erzurum Stuffed-kadayif together with meals on days at the local restaurants or purchased it from this local retailer satisfying their consumption hedonism based on its emotional perception. This consumer segment has not only consumed Erzurum Stuffed-kadayif as a traditional dessert together with meals on daily at the local restaurants, indeed, but has also purchased it from the local retailers which satisfy on their consumption hedonism by triggering their emotional perception.

Table 3. The cluster center values related to the consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decision factors and the sample sizes in each cluster

| The main factors | Consumer segments* | | | | | |
|--|--------------------|----------|--------------|----------|-------------|----------|
| | Restaurant | | Manufacturer | | Patisserie | |
| | \bar{x} | <i>p</i> | \bar{x} | <i>p</i> | \bar{x} | <i>p</i> |
| Hedonism satisfaction | 0.24 | 0.002 | -0.14 | 0.002 | 0.27 | 0.002 |
| Food safety and security | -0.02 | 0.000 | 0.01 | 0.000 | -0.01 | 0.000 |
| Entrocenrism approach | -0.32 | 0.001 | 0.12 | 0.001 | -0.11 | 0.001 |
| Healthy diet willingness | -0.04 | 0.000 | 0.02 | 0.000 | 0.05 | 0.000 |
| Sensory perception | 0.38 | 0.000 | 0.16 | 0.000 | -0.12 | 0.000 |
| <i>Number of total cases at each cluster (n)</i> | 112 | | 156 | | 117 | |
| <i>Population ratio at each cluster (%)</i> | 29.1 | | 40.5 | | 30.4 | |

*Bold values indicate the highest final cluster center scores in each segment.

**Total sample size (n): 385 households

It was informed in prior researches that the sensory and hedonic quality attributes were the most important motivation drivers on consumers' food purchase decision and consumption satisfaction (Giannoutsos et al., 2023; Topcu, 2022). It was also reported that both food intrinsic emotional attributes and food-extrinsic hedonic attributes played a crucial role on consumers' purchase

intentions, and thus these factors were also the main determinates of the other factors, and then were of a strong interaction with the others on their consumption attitudes (Fakreddine and Sanckez, 2023; Magalhaes et al., 2023; Mesías et al., 2023; Topcu, 2022a). It was emphasized that the ingredient information, labels and brands presented on the food packaging, indeed, were considered generally vital determinates on consumers' purchase decisions, and similarly consumers' experimental sensory aspects for the foods impacted directly on their repurchase decisions, as well.

The results of the CA also highlighted that consumers buying Erzurum Stuffed-kadayif from the local manufacturer stores internalized entrocenrism approach to make food supply safety and security sustainable along with their willingness to obtain the health-related core benefits by considering the sensorial satisfaction attributes (Table 3). Indeed, it was reported that consumers not considered only the sensory attributes being one of the most important purchase decision factors but non-sensory attributes gained also more interest, especially health claims indicating the relationships among food safety and nutrients, and health impacts (Arteaga et al., 2023; Fakreddine and Sanckez, 2023; Chen and Antonelli, 2020). The health claims impacting on the food consumption and purchase decisions made consumers attempt to the sustainability of the healthy food choices manufactured by reliable local manufacturers performing under the region of origin registration, and thus this situation also led to consumers drive to entrocenrism current (Siddiqui et al., 2023; Maro et al., 2023)

The CA findings indicated that consumers purchasing Erzurum Stuffed-kadayif from the local patisseries or consuming attributed a much bigger priority to the hedonism satisfaction based on healthy diet willingness (Table 3). Used a dessert after a meal or along with tea serves, Erzurum Stuffed-kadayif are often preferred more than the other desserts by target consumers in Erzurum. Consumers preferring this dessert in their diets believe that is a more healthy dessert compared with the others, and thus it is widely consumed by Erzurum-originated consumers. In similar to consumers bought this product from the local manufacturer stores, the consumer masses provided consumption hedonism satisfaction under their health claims at the local patisseries (Arteaga et al., 2023; Fakreddine and Sanckez, 2023; Fernando and Aw, 2023; Kleih et al., 2023; Lavuri et al., 2022; Chen and Antonelli, 2020).

Conclusions

The results of the study revealed that the main factors impacting on Turkish consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions were the hedonism satisfaction, food safety and security, entrocenrism approach, healthy diet willingness and sensorial perception. The results of the research highlighted that while mature middle-income consumers consuming or buying the product at the local restaurants satisfied fairly high from the hedonic quality attributes under the emotional perception, younger low-income consumers consuming Erzurum Stuffed-kadayif at the local patisseries also attributed a big importance hedonism satisfaction by focusing on their willingness to consume healthy diet with health claims. On the other hand, more mature high-income consumers purchasing Erzurum Stuffed-kadayif from the local manufacturer ventures tried to contribute considerably to sustainable food supply and consumption with entrocenrism approach of those considering emotional food perception under food safety and security making possible to consume healthy food.

Therefore, it should be implemented the positioning strategies prioritizing hedonic quality attributes along with the manufacturing and processing strategies improving the sensorial perceptions strengthen at the local restaurants and willingness to consume healthy food at the local patisseries, respectively. Similarly, it should be applied the intensified multi-segmented marketing strategies for Erzurum-originated consumers at the local manufacturer stores by considering improved sensory quality attributes under food supply safety and security making healthy food consumption possible.

Although this study was one of the first researches conducted on consumers' Erzurum Stuffed-kadayif purchase decisions satisfaction in the economics literature, there was also its some limitations. In the study, thus, these limitations could be addressed for the next researches. Firstly, the study focused on only consumers in Erzurum due to funding and time constrains. The future researches, hence, could be planned for larger sample sizes accounting consumers residing at more important trade and consumption centers. Secondly, it was applied the EFA as the research model in the study, but it could be utilized from Confirmatory Factor Analysis for the next researches, as well.

Statement Contribution of the Authors

The author has declared that he provided all contribution.

Statement of Conflict of Interest

The author has declared no conflict of interest.

References

- Arafat, S.M.Y., Kar, S.K., Kabir, R., 2021. Possible controlling measures of panic buying during COVID-19. *Int. J. Men. Heal. Add.* 19: 2289-2291.
- Arteaga, A., Krell, J., Gibis, M., Heinz, V., Terjung, N., 2023. Intrinsic and extrinsic factors affecting the color of fresh beef meat-Comprehensive review. *Appl. Sci.* 13: 4382.
- Bejaei, M., Xu, H., 2023. Internal quality attributes and sensory characteristics of ambrosia apples with different dry matter content after a two-week and a ten-week air storage at 10C. *Foods.* 12: 219.
- Bernabeu, R., Brugarolas, M., Martínez-Carrasco, L., Nieto-Villegas, R., Rabadán, A., 2023. The price of organic foods as a limiting factor of the European green deal: the case of tomatoes in Spain. *Sustainability.* 15: 3238.
- Bouranta, N., Psomas, E., Casolani, N., Carmen, J., Liberatore, L., 2022. Consumers' food safety perceptions in Three Mediterranean Countries. *NewMed.* 21(4): 71-84.
- Bursal, M., 2019. *Basic Data Analyses with SPSS (Extended Second Pressing)*. Ankara: Anı Publishing.
- Bytyqi, N., Bai, A., Peter, B., Mehaj, E., Sertolli, A., 2023. Analysis of consumers' preferences for local cheese in Kosovo applying Conjoint Choice Analysis. *J. Hyg. Eng. Desg. UDC* 658.89:637.3(497.115): 203-210.
- Carvalho, F.M., Spence, C., 2023. Methods for studying multisensory perception in consumer research. In: Gómez-Corona, C., Rodrigues, H. (Eds) *Consumer research methods in food science. Methods and protocols in food science.* Humana, New York, NY (Online ISBN: 978-1-0716-3000-6).
- Chaffee, O., Ross, C.F., 2023. Older adults' acceptance of ready-to-eat meals in relation to food choice and sensory ability. *J. Food Sci.* 5: 1-18.
- Chen, P.J., Antonelli, M., 2020. Conceptual models of food choice: influential factors related to foods, individual differences, and society. *Foods.* 9(12): 1-21.
- Civelek, M.E., 2020. *Methodology of Structura Equation Model*. Istanbul: Beta Printing and Publishing Inc.
- Curutchet, A., Tarrega, A., Arcia, P., 2023. Changes in consumers interest on cheeses with health benefits and different manufacture types over the last decade. *CyTA-J. Food.* 21(1): 72-81.
- Edenbrandt, A.K., Nordström, J., 2023. The future of carbon labeling: Factors to consider. *Agric. Res. Econ. Rev.* 52: 151-167.
- Fakkreddine, L.B., Sanchez, M., 2023. The interplay between health claims and sensory attributes in determining consumers' purchase intentions for extra virgin olive oil. *Food Qual. Pref.* 106: 1048119.
- Fernando, A.G., Aw, E.C., 2023. What do consumers want? A methodological framework to identify determinant product attributes from consumers' online questions. *J. Retail. Con. Serv.* 73: 103335.
- Fiorentini, M., Kinchla, A.J., Nolden, A.A., 2020. Role of sensory evaluation in consumer acceptance of plant-based meat analogs and meat extenders: A scoping review. *Foods.* 9(9): 1334.
- Giannoutsos, K., Koukoumaki, D.I., Panagiotou, M., Gkatzionis, K., 2023. The effect of modern claim related to packaging sustainability on the sensory perception of traditional Greek rusks (paximathi). *Food Qual. Pref.* 106: 104817.
- Godde, C.M., Cruz, D.M., Mayberry, D.E., Thornton, P.K., Herrero, M., 2021. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Sec.* 28: 100488.
- Graham, T., Abrahamse, W., 2017. Communicating the climate impacts of meat consumption: The effect of values and message framing. *Environment Change.* 44: 98-108.
- Harguess, J.M., Crespo, N.C., Hong, M.Y., 2020. Strategies to reduce meat consumption: A systematic literature review of experimental studies. *Appetite.* 144: 104478.
- Karagöz, Y., 2019. *Statistical Analyses with SPSS and AMOS Application*. Ankara: Nobel Academic Publishing.
- Kleih, A., Lahberge, M., Sparke, K., 2023. Preference for branded fresh produce and consumers' need for uniqueness: A mixed-methods investigation of consumer choice and thought process. *Appetite.* 180: 106232.
- Lavuri, R., Jaiswal, D., Thaichon, P., 2023. Extrinsic and intrinsic motives: panic buying and impulsive buying during a pandemic. *Int. J. Retail Distr. Man.* 51(2): 190-204.
- Magalhaes, D.R., Çakmakçı, C., Campo, M., Çakmakçı, Y., Makishi, F., Silva, V.L., Trindade, M.A., 2023. Changes in the current patterns of beef consumption and consumer behavior trends-cross-cultural study Brazil-Spain-Turkey. *Foods.* 12: 475.
- Malhotra, N.K., 1993. *Marketing Research: An Applied Orientation (International Edit)*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

- Maro, Z.M., Balogh, P., Czine, P., Török, A., 2023. The roles of geographic indication and ethnocentrism in the preferences of Central European spirit consumers: The case of Palinka. *Food Qual. Pref.* 108: 104878.
- Mesías, J.F., Fernández, J.A., Horrillo, A., Escribano, A.J., 2023. An Approach to the perceptions of Spanish consumers on food sustainability through the use of projective techniques. *NewMed.* 22(1): 35-52.
- Petrontino, A., Frem, M., Fucilli, V., Labbete, A., Tria, E. and Bozzo, F., 2023. The influence of nutritional ingredients and labelling claims in Italian consumers' choice and willingness-to-pay. *Nutrients.* 15: 1799.
- PTB, 2022. Polatlı Ticaret Borsası buğday fiyatları endeksi. <https://www.polatliborsa.org.tr/fiyat-endeksleri/bugday/bugday-fiyat-endeksi>, (Access data: 15.05.2023).
- PTB, 2022a. Polatlı Ticaret Borsası un fiyatları endeksi. <https://www.polatliborsa.org.tr/fiyat-endeksleri/un/un-fiyat-endeksi>, (Access date: 15.05.2023).
- Seo, S., Kim, M.K., 2023. Consumers' neophobic and variety-seeking tendency in food choices according to their fashion involvement status: An exploratory study of Korean consumers. *Foods.* 12: 1278.
- TEPGE, 2022. Durum ve Tahmin, Buğday. TEPGE Yayın No: 362, ISBN: 978-625-8451-57-3. <http://arastirma.tarimorman.gov.te/tepge>, (Access date: 20.05.2023).
- Topcu, Y., 2022. Evaluating veal consumption hedonism of consumers by mediating effect model with risk factor. *TURJAF.* 10(3): 394-403
- Topcu, Y., 2022a. Consumers' veal consumption preferences under climate changes and Covid-19 pandemic: the case of Erzurum province. *GOP Sci. Res. J.* 13(1): 1-13.
- Topcu, Y., Çavdar, M., 2022. Consumers' consumption preferences towards homemade type Gümüşhane mulberry products with PGI: Gümüşhane case. *Harran Agric. Food Sci. J.* 26(2): 214-227.
- Topcu, Y., Baran, D., 2017. Marketing strategies based on consumer preferences of Karnavas mulberry molasses with protected designation of origin (PDO). *TURJAF.* 5(7): 822-831.
- TÜİK, 2023. Tüketici Fiyat Endeksleri (TÜFE). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tuketici-Fiyat-Endeksi-Nisan-2023-49653>, (Access date: 25.05.2023).
- TÜİK, 2023a. Üretici Fiyat Endeksleri (ÜFE). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yurt-Ici-Uretici-Fiyat-Endeksi-Nisan-2023-49396>, (Access date: 25.05.2023).
- Yeh, C.H., Hirsch, S., 2023. A meta-regression analysis on the willingness-to-pay for country-of-origin labelling. *J. Agric. Econ.*, 01: 1-25.
- Zanchini, R., Vita, G., Panzone, L., Brun, F., 2023. What is the value of a mountain product claim? A ranking CA on goat's milk yoghurt. *Foods.* 12: 2059.
- Zeng, M., Yan, W.Y., Zeng, Z.J., 2023. Analysis of consumers' willingness to pay for honey in China. *Sustainability.* 15: 1500.

Reserach Article

The Effect of Geographical Factors on Agricultural Activities in Altınekin District

Tahir Tuncer^{1*}  Bayram Tuncer¹ 

¹Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

*Corresponding author: tahirtuncer42@gmail.com

Received Date: 28.02.2023

Accepted Date: 11.09.2023

Abstract

Agriculture is still the most populous sector among the areas of economic activity in the world. Nearly 60% of the world's population can maintain their lives thanks to the agricultural economy. Agriculture is the most closely associated and compatible sector with nature among manufacturing activities. Agriculture, the first of economic activity, can be shaped by geographical factors. Human environmental factors are highly effective on agricultural activities as well as natural environmental factors. This study reveals the natural and human environmental factors that influence agricultural activities in the Altınekin district and examines the relationship between agricultural production and the future of these factors. Much of the data obtained in this study is based on field observations. In light of field observations and agricultural statistics, the ArcGIS10 program produced maps of the work area.

Altınekin district, which is unfavorable for climatic features and superficial water resources, is abundant in groundwater resources. With the rise of groundwater wells throughout the county, which have been dry agriculture in the past, there have been large increases in the cultivation and production of plants that require more water such as sugar beets, sunflowers, corn and carrots, and the agricultural structure of the region has completely changed. The lack of annual average rainfall and surface water resources in the county, the irrigation of much larger farmland by year, and the continued cultivation of excess water supply poses significant threats to the future of groundwater resources.

Keywords: Agrarian geography, Altınekin, Ground water, Agricultural production.

Altınekin İlçesinde Coğrafi Faktörlerin Tarımsal Faaliyetler Üzerine Etkisi Öz

Dünya genelinde ekonomik faaliyet alanları arasında nüfusun halen en fazla olduğu sektör tarımdır. Dünya nüfusunun yaklaşık %60'a yakını geçimini tarım ekonomisine bağlı olarak sağlamaktadır. Üretim faaliyetleri arasında doğayla en sıkı ilişkili ve uyumlu sektör tarımdır. Ekonomik faaliyetlerin ilki olan tarım, coğrafi faktörlere bağlı olarak şekillenmektedir. Tarımsal faaliyetler üzerinde doğal çevre faktörlerinin yanı sıra beşerî çevre faktörleri de oldukça etkilidir. Bu çalışmada Altınekin ilçesinde tarımsal faaliyetler üzerinde etkili olan doğal ve beşerî çevre faktörleri ortaya koymak ve bu faktörlerin tarımsal üretimle arasındaki ilişkiyi inceleyerek geleceğe yönelik çıkarımda bulunmak amaçlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen verilerin büyük bir bölümü saha gözlemlerine dayanmaktadır. Saha gözlemlerinden elde edilen veriler ve tarımsal istatistikler ışığında ArcGIS10 programında çalışma sahasına ait haritalamalar üretilmiştir.

Klimatik özellikler ve yüzeysel su kaynakları açısından elverişsiz olan Altınekin ilçesi, yeraltı su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Geçmişte kuru tarım yapılan ilçe genelinde yeraltı su kuyularının artış göstermesiyle birlikte su isteği fazla olan şeker pancarı, ayçiçeği, mısır ve havuç gibi ürünlerin ekim alanları ve üretim miktarlarında büyük artışlar olmuş ve bölgenin tarımsal yapısı tamamen değişmiştir. İlçede düşük yıllık ortalama yağış miktarının ve yüzeysel su kaynaklarının yetersiz oluşu yıldan yıla çok daha geniş tarım alanlarının sulanması ve su ihtiyacı fazla olan ürünlerin ekiminin devam etmesi yeraltı su kaynaklarının geleceğine yönelik ciddi tehditler oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarım coğrafyası, Altınekin, Yer altı suyu, Tarımsal üretim.

Introduction

Agriculture occupies a prominent position among the branches of economic activities. An economic activity, enterprise space, and a way of life are the first stages of civilization. Agriculture is a plant-based cultivation and animal husbandry to meet the needs of people in conditions of different socio-economic and physical environments. It's seen that making the most extended definition by saying cultivating soil to produce goods is not adequate. Agriculture has been transitioned to good agricultural and organic agriculture with agricultural activities such as hunting, forestry, aquatic production, beekeeping, bonding, cultural mushrooming, silk insecticide as well as plant production and livestock raising (Thoman, 1962; Grigg, 1995; Symons, 1967; Aliğaoğlu, 2019; Bulut, 2006; Demir, 2021).

Agricultural activities have continually maintained their importance from the past to the present. Agriculture will always be on the agenda as the basic need for physiologic nutrition will continue (Balcı Akova, 2002). Agriculture is still the most populous sector among the areas of economic activity worldwide. Nearly 60% of the world's population live off the agricultural economy (FAO, 2020). Agriculture is an important manufacturing area that supports other sectors such as industry and trade and contributes to the development of these sectors. In this way, many of the world's production areas have evolved due to inputs and the provision of raw materials, dependent on agriculture (Sertkaya Doğan, 2008; Demir, 2021).

Differences occur in the branch of agricultural operation in order to meet the growing and diversifying needs of the people every day. Although, for agricultural activities, advances in the scientific and technical spheres have increased, natural environmental aspects overall has a decisive role. That's why the effect of the natural environment (geology, topography, soil, water resources, climate, and weather) should not be ignored when both agricultural and agricultural geography issues are examined because agriculture is the most closely connected and compatible sector with nature of all production activities in the world. Agriculture, the first economic activity, is shaped by geographical factors. Human environmental factors are highly effective on agricultural activities as well as natural environmental factors. Changes resulting from global climate change due to urbanization and industrialization (drought, misuse of soil and water resources) disturb the ecological balance. So it's very important to get optimal utilization of the agricultural land without damaging the environment and disturbing the ecological balance, and to make plans for that (Özdemir ve Tonbul, 1995; Bulut, 2006; Elmastaş, 2008; Doğanay, 2011). Planning implementation studies can be done on a micro-scale, such as a village, neighborhood, and on a macro scale, such as city, region, basin and country. Producing increased yields in agricultural activities, doing agriculture compatibly with the farmland and reducing the problems due to agricultural activities to a minimum can only be made by going through the consideration of the geographical characteristics of farming basins. In this respect, it is important to consider geographic conditions, both in the process of preparing and implementing development plans and in the process of establishing agricultural policies (Garipağaoğlu ve Uzun, 2019; Sertkaya Doğan, 2008; Çavuş ve Kırmızı Erdal, 2020).

For Turkey, based on an assessment, although the topographical conditions particularly of the agricultural production areas, water supplies are poor in many places which affects agricultural activities negatively. But this problem has been partly overcome, depending on the technology evolving in fields of hydrogeologically suitable potential. This situation has led to various problems in the short or medium term. Altınekin county, designated as a research area, is an area where topographical conditions are suitable for agricultural activities, but the annual average rainfall in the basin and the surface water supply are low. Rapid advances in technology have increased the use of rich groundwater on the basin floor in recent years. The usage of groundwater has increased the amount of crops and diversified the crop pattern. This has resulted in the remigration to rural areas for agricultural production and increased agricultural labor.

Altınekin district, which is administered by Konya province, is surrounded by Cihanbeyli from the north, Eski from the east (Aksaray), Sarayönü from the west, Karatay from the southeast and Selçuklu district from the south and southwest (Figure 1). The surface area of the district is 1165 km².

In the plain bases on the east and west of the county center, large amounts of agricultural production are produced, particularly due to the fitness of geological, geomorphological and hydrological conditions. Located on the plain to the east of the county center: Mantar, Oguuzeli, Topraklık, and Yenikuyu neighborhoods, and the area west of the county center, Dedeler, Yeniyayla, Ölmez and Sarnıç neighborhoods are the main areas of agricultural activity. In these areas, irrigated

farming is intensively conducted, mainly due to the presence of groundwater wells. There are also dry farming or insufficient irrigated farming in the neighborhoods of Koçaş, Hacınuman, Akıncılar and Ayıışı. Outside of these areas, the agricultural activities in the neighborhood of Akçaşar, Karakaya and Koçyaka, which are typically located in areas where elevation and slope are high, are found to be inadequate compared to the plain bases. In these areas, pasture livestock is likely to be produced more since water wells are less in these areas or the water flow in wells is not sufficient.

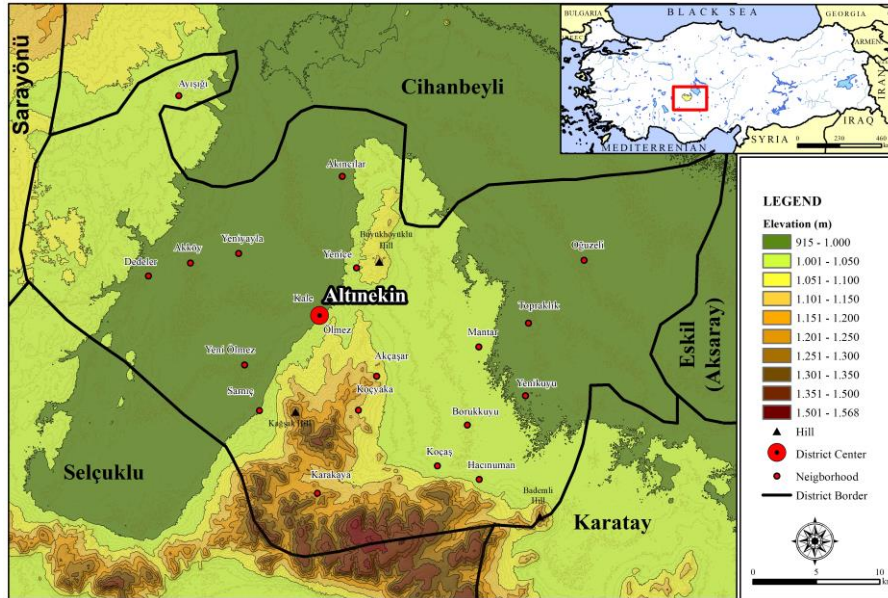


Figure 1. Location Map of Altınekin District

Materials and Methods

The main purpose of this study is to present the natural and human environmental factors that influence agricultural activities in the Altınekin district and to examine their relationship with agricultural production to draw conclusions for the future. In this work, a mixed research pattern is used. The primary reason why a mixed research pattern is preferred is to make a holistic assessment of the work space, with sufficient use of both qualitative and quantitative data. In the qualitative research technique, descriptive charts, shapes, graphics and maps are made using statistical data from public institutions of local or national scale. In quantitative research technique, deep discussions (20 mins on average) were conducted with the subjects in the field to support field observations. The data collected in accordance with the qualitative and quantitative research technique has been combined to provide a holistic assessment using field studies and statistical data.

In light of field observations and agricultural statistics, maps edited with the base plates were produced and data was obtained through these maps using the ArcGIS 10.6 package programs. Furthermore, the study of monographical studies of the site has been thoroughly analyzed and literature review has been made. All of the photographs in the study were taken by the authors during field observations in different time periods. Data from different public institutions was used during the analysis of the geographical characteristics of the county. Data on climate properties has been taken from the General Directorate of State Meteorology, the amount of agricultural production and agricultural structure data have been taken from the Altınekin District Directorate of Agriculture, data on the population of rural neighborhoods has been taken from the Turkish Statistical Institute (Turkish Statistical Institute, 2021).

Results and Discussion

Geology

Geologic factors are an important place among the geographical factors that have an impact on agricultural activities. Geological factors affect agriculture, not directly, but indirectly, such as soil, slope, elevation, water resources, and climate properties. The processes of geological formation in a region, and the mineral structure of rocks and rocks that come out at the end of these processes, have

an effect on soil type, significantly affecting agricultural activities. There is a greater potential of plant development and agricultural production on mineral-rich soil resulted of geologic processes.

The most important aspect of the geological structure, apart from the soil process, is to pave the way for the formation of groundwater. The lithological elements below the soil cover on the surface are very important for the groundwater. Lithological units, such as limestone and dolomitic lime beneath the soil cover, are areas rich in groundwater, where water that seeps from the surface creates aquifers. The ground water is trapped in this area by impermeable blocks like marble and granite on the ground of these elements. Elements of the limestone group, which has a large capacity to hold groundwater throughout the Altınekin district, are proportionally large (Table 1)

Table 1. Areal and Proportional State of Geological Units in Altınekin County

| Geologic Units | Elements | Area (km ²) | Rate (%) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------|
| Holocene | Slope wash, alluvium | 25 | 2.2 |
| Plio-Quaternary | Carbonated clay, pebble stone | 601 | 51.1 |
| Upper Miocene-Pliocene | Lacustrine limestone, clay | 168 | 14.3 |
| Upper Miocene | Limestone, pebble stone | 222 | 18.9 |
| Jura | Peridotite, gabbro, antigorite | 2 | 0.2 |
| Upper Cretaceous | Metamorphic ophiolite | 37 | 3.2 |
| Lower Cretaceous | Peridotite, antigorite | 32 | 2.6 |
| Mid Trias | Dolomitic limestone | 89 | 7.5 |
| Total | | 1165 | 100 |

Source: MTA 1/500,000 geological maps

Altınekin county does not contain any surface water, such as streams or lakes. In addition, the county's location in Turkey's least rainfall basin illustrates the vital condition of agricultural groundwater. Atmospheric waters were stored within lithological elements from the Neogene period, creating a rich underground water presence. Throughout the county there are thick layers of limestone in areas where agricultural production is concentrated, and there is a wealth of groundwater within these layers. In this regard, the groundwater system is heavily influenced by geological-agricultural, soil-agriculture and groundwater-agriculture interactions.

Lithological elements of the limestone group are found to be concentrated in the Altınekin district in two separate plain areas of the east and west block (Figure 2).

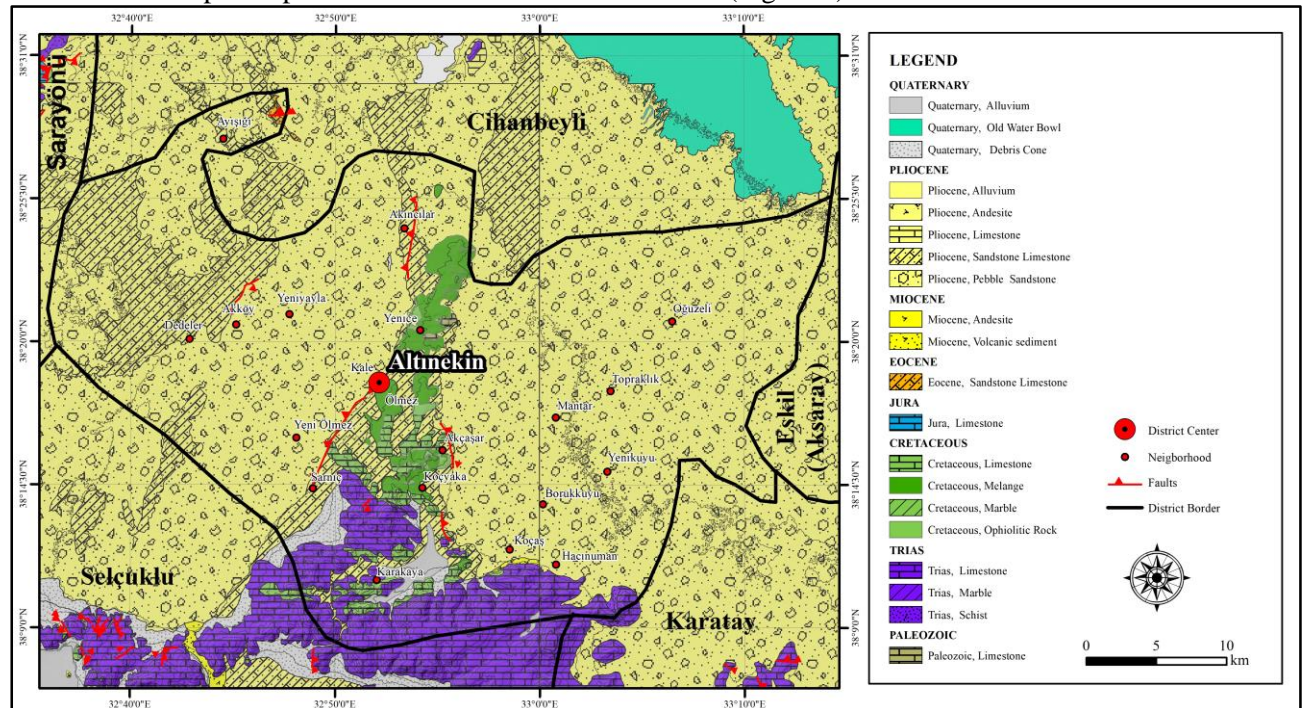


Figure 2. Altınekin County: Geological Map

Geomorphology

Geomorphological factors have a defining effect in a variety of ways on agricultural activities. These factors, which are divided into four main groups: height, slope, pressure, and the direction of the mountains, directly or indirectly affect agriculture. Particularly elevation and slope from these factors are effective in the Altnekin district, where the ground shapes do not vary much.

The defining effect on climate conditions also reveals the effect of the elevation factor indirectly on agriculture. Temperature, precipitation, and pressure are affected by the elevation, while also having an impact on agricultural activities. Agricultural production is also adversely affected by the fact that in areas where the elevation is high, temperatures drop below the favorable level for plant development. Therefore, areas that have low elevation have more agricultural favorable conditions.

The average elevation is in the range of 950-1000 meters in the Altnekin district, which has a geomorphologically simple appearance. Nuras hill at 1566 meters near the Karakaya countryside and the areas at 949 meters in the northeast of the rural neighborhood of Oğuzeli are regions with the most and least elevation within the county limits. The majority of the Altnekin's land consists of slightly wavy plains in the elevation range of 950-1000 meters (Figure 3). In the eastern part of the county, the rural neighborhoods of Mantar, Oğuzeli, Topraklık, and Yenikuyu, and the rural neighborhoods in the western part of the county, Akıncılar, Yeniayla, Dedeler, Sarıncı and Yeniölmez constitute areas where the elevation of agricultural activity is low.

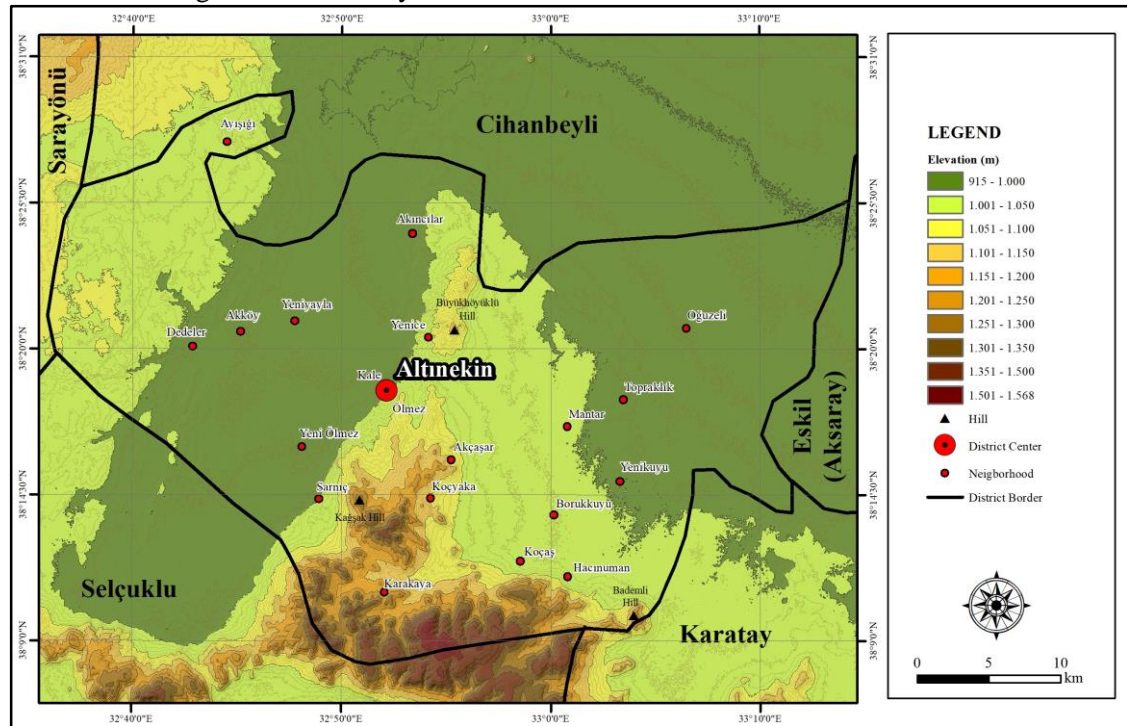


Figure 3. Altnekin County: Morphology Map

Slope is important for determining factors such as soil thickness, erosion intensity, and machine use over agricultural activities. Machine farming is more convenient in places where the slope is high. Furthermore, where the slope is high, the risk of water erosion is increased due to climate and morphological factors, negatively impacting soil formation and development. Agricultural activities have also been affected.

In the town of Altnekin, the slope is relatively increasing in the mountainous area, which lies on a north-south axis, and is an extension of the mass of the Bozdağlar mountains, forming two separate plains in the east and west. 85% of the land area of the Altnekin, which has a simple terrain structure, has slope values of 3° and below (Table 2). The slope over the mountainous mass extending from the rural neighborhoods of Karakaya, Koçyaka, Koças and Hacınuman to the northern neighborhoods of Ölmez, Kale and Yenice, has increased relatively but is seen in a relatively narrow region of area. Outside of these areas, agricultural activities appear to be concentrated and modern agriculture has developed further than in other areas.

Table 2. Area and Rate of Land Curvature Units in Altnekin

| Slope Units | Area (km ²) | Rate (%) |
|-------------|-------------------------|------------|
| 0°-3° | 989.9 | 85.0 |
| 3°-10° | 111.2 | 9.5 |
| 10°-20° | 51.1 | 4.4 |
| 20°+ | 12.8 | 1.1 |
| Total | 1165 | 100 |

Source: The HGK 1/25,000-scale sheets were digitized.

Throughout Altnekin, the effects of geomorphological factors on agricultural activities are evidently felt. Bozdağlar mountains divides the slightly elevated county area into east and west, while the area to the west is called Altnekin Plain, and the area to the east is called Aşağıköyler Plain. These are the areas where agricultural activities are most concentrated. In Aşağıköyler Plain in east, agricultural products of high economic value are produced by fertile soil with the rich underground water presence. In Altnekin district, areas on the mountainous mass such as Koçaş, Akçaşar, Koçyaka, Karakaya and Yenice are found to have sheep and goat farming as well as plantation activities. Dry agricultural activities are preferred in these areas due to poor groundwater. Thus, the agricultural product range and agricultural gain are lower than the rural areas of the plain. The conditions described in these areas are the basis for the development of livestock as a core or side-economic activity.

Climate

Climate has an important decisiveness on agricultural activities in terms of affecting temperature and precipitation factors. Many factors, such as soil structure, hummus wealth, water resources, and plant development, are impacted by the climate. Although technical improvements have somewhat decreased climate decisiveness on agriculture, agricultural activity is strictly dependent on climate conditions at all times.

The influence of climate factors on agricultural activities in Altnekin district is significant as well. In this area, where no marine effect exists, there seems to be a continentality. The effects of the overall climate character in central Anatolia are seen. The average annual temperature in Altnekin is 11.2 °C, and the average annual rainfall rate is 343 mm. In Altnekin, the wettest season is found to be spring, and the driest season is summer. The monthly pattern of rainfall is shown to be uneven. In the spring, Altnekin, one of the areas characterized by "*kırkikindi precipitation*" (*forty-afternoon precipitation*), was determined that the precipitation did not fall each year, and that in some years it was shifting towards summer (Figure 4). After spring, the rainiest season is autumn, but in recent years rainfalls in november have also been below average. In Altnekin, while it's latitude plays a primarily important role in climate values (38°N), also it's continentality due to it's average elevation and the inability of marine masses to inland due to mountain ranges in the north and south of Central Anatolia are effective. Along with areas around the Salt Lake, it forms one of Turkey's least rainy areas.

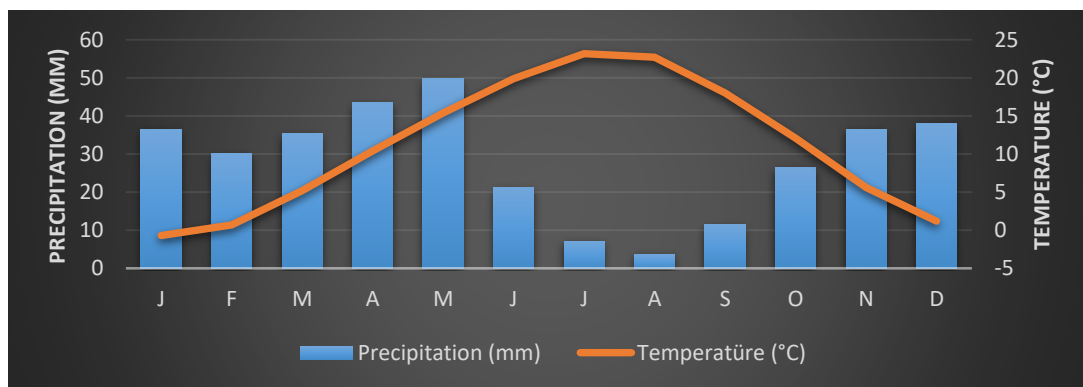


Figure 4. Average Temperature and Precipitation Graph in Altnekin County (1964-2020)

There is no significant difference in the propagation of temperature and precipitation due to the simple structure of morphology in Altınekin. Around the Karakaya countryside, there are several degrees of reduction in temperature values due to the rise in the elevation, while there is a slight increase in rainfall. However, this is not at the level of creating climate differentiation throughout the county. (Figure 5).

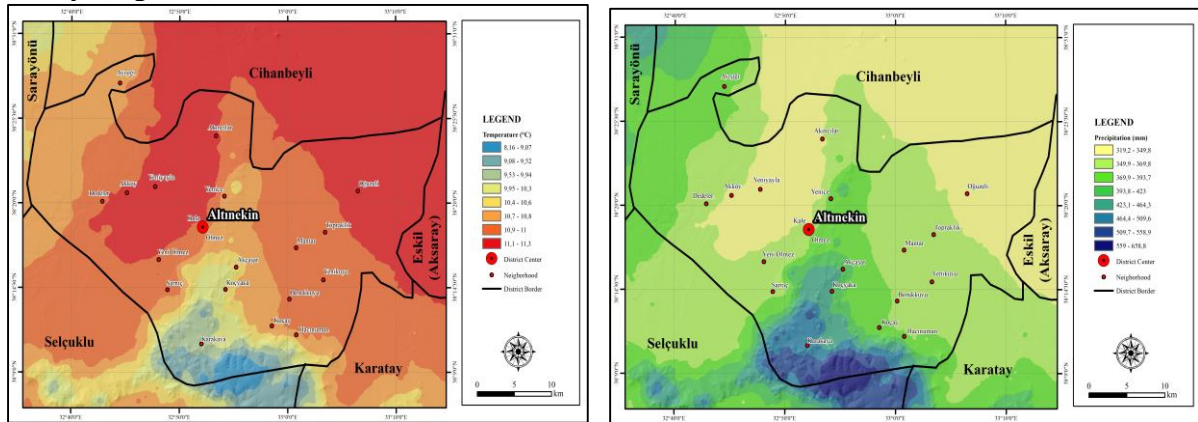


Figure 5. Average Temperature and Precipitation Map in Altınekin County (1964-2020)

Altınekin's climate has been identified as semi-arid (BSk) in the Köppen climate model, step (semi-arid) in the De Martonne-Gottman climate model, and semi-arid climate in the Erinç's annual model. According to De Martonne, the monthly ruler shows there are differences between months (Table 3).

Table 3. Monthly Drought Indices by Martonne Model in Altınekin County

| Month | Application of the Formula | Results | Climatic Type |
|-----------|--------------------------------------|---------|---------------|
| January | $I = (39.6 \times 12) / (-0.7 + 10)$ | 51.09 | Humid |
| February | $I = (30.2 \times 12) / (0.7 + 10)$ | 33.86 | Humid |
| March | $I = (35.4 \times 12) / (5.2 + 10)$ | 27.94 | Semi-humid |
| April | $I = (43.5 \times 12) / (10.4 + 10)$ | 25.58 | Semi-humid |
| May | $I = (49.8 \times 12) / (15.4 + 10)$ | 23.52 | Semi-humid |
| June | $I = (21.2 \times 12) / (19.9 + 10)$ | 8.50 | Arid |
| July | $I = (7.1 \times 12) / (23.2 + 10)$ | 2.56 | Arid |
| August | $I = (3.7 \times 12) / (22.7 + 10)$ | 1.35 | Arid |
| September | $I = (11.5 \times 12) / (18 + 10)$ | 4.92 | Arid |
| October | $I = (26.5 \times 12) / (12.1 + 10)$ | 14.38 | Semi-arid |
| November | $I = (36.6 \times 12) / (5.6 + 10)$ | 28.15 | Semi-humid |
| December | $I = (37.9 \times 12) / (1.2 + 10)$ | 40.60 | Humid |

Source: Calculated using data from MGM (1964-2020)

According to Erinç model, there are also drought differences in the table of monthly drought indices in Altınekin district (Table 4).

Table 4. Monthly Drought Indices by Erinç Model in Altınekin District

| Months | Avg. (°C) | Max. Tmp. | Precipitation (mm) | Index Value | Rainfall Effectiveness |
|------------------|-----------|-----------|--------------------|-------------|------------------------|
| January | 3.2 | | 39.6 | 148 | Per-humid |
| February | 5.5 | | 30.2 | 65.8 | Per-humid |
| March | 11.2 | | 35.4 | 37.9 | Semi-humid |
| April | 16.9 | | 43.5 | 30.8 | Semi-humid |
| May | 21.5 | | 49.8 | 27.7 | Semi-humid |
| June | 26.3 | | 21.2 | 9.6 | Desert-steppe |
| July | 29.5 | | 7.1 | 2.9 | Desert |
| August | 29.1 | | 3.7 | 1.5 | Desert |
| September | 25.8 | | 11.5 | 5.3 | Desert |
| October | 19.2 | | 26.5 | 16.5 | Semi-arid |
| November | 11.4 | | 36.6 | 38.5 | Semi-humid |
| December | 5.1 | | 37.9 | 89.1 | Semi-humid |
| Annual | 17.1 | | 343 | 20.05 | Steppe |

Source: MGM (1964-2020) data was used.

The semi-arid climate conditions that have been effective in Altınekin district have had an impact on the variety and growing conditions of agricultural crops. Grains have been highlighted as natural agricultural products in the steppe climate during the summer, when it is hot and dry, winters are warm and wet, and the wettest season is spring. These products, which can adapt to low temperatures in winter and low rainfall conditions during their vegetation period, are the primary source of livelihoods and are the source of inspiration (altın-ekin / gold-crop) for the name of the county. In recent years however, the cultivation of traditional crops such as wheat and barley has been severely restricted and the cultivation of much more water hungry crops such as corn, sunflower, pumpkin seeds, sugar beets has become common.

The traditional agricultural model in Altınekin is shaped according to climate. The traditional agricultural model at Altınekin began in the 1970s, accelerated in the 1990s, and has transformed into modern agriculture over the last 20 years based on excessive consumption of groundwater. Along with this transformation, the traditional crop pattern in Altınekin, one of the least rainy areas of our country with no surface water sources, has been replaced by products that need much more water and want water during this dry period, including sugar beets, corn, sunflower, pumpkin seeds, carrots, potatoes, cloves. Of course, new products don't grow independently of climate factor. However, these new products fulfill their total water consumption in the summer months when almost no rainfall falls. Water shortage is entirely provided from underground water. While the new crop pattern is constantly growing in plantation, water consumption is covered by groundwater, the reserves for groundwater are decreased each year due to the inability of these water sources to replenish themselves. New crop patterns are also more limited in these areas due to the greater limitation of underground water reserves in mountainous neighborhoods and surrounding areas throughout Altınekin, and dry farming and pasture livestock is more common. Neighborhoods like Mantar, Oğuzeli, Topraklık and Yenikuyu in the eastern part of the county are densely populated by modern farming with new crop patterns due to the wealth of groundwater. In the western part of the county, the area where the Konya-Ankara road is located, the reserves are depleted substantially and a mixed pattern of watery-dry agriculture is carried out using limited underground water supply.

Soil

Soil properties are one of the major factors affecting agricultural activities. In areas with high soil yields, vegetative production and crop patterns are affected by this condition in a positive way. But because the soil factor is affected by other factors, it's not adequate for soil to be efficient itself. It needs to be addressed together with water resources, climate properties, and morphological conditions. Even as improvements occur in soil-free agricultural practices on a global and national scale, the soil is still more valuable for agricultural production. Vegetative production is also influenced by the soil formation affected by the climate and topographic-lithological structure of the region.

It is found that the soil found throughout Altınekin is consistent with the general structure of the land of steppe climate. The plains in the eastern and western part of the county are covered with brown prairie soil (Figure 6).

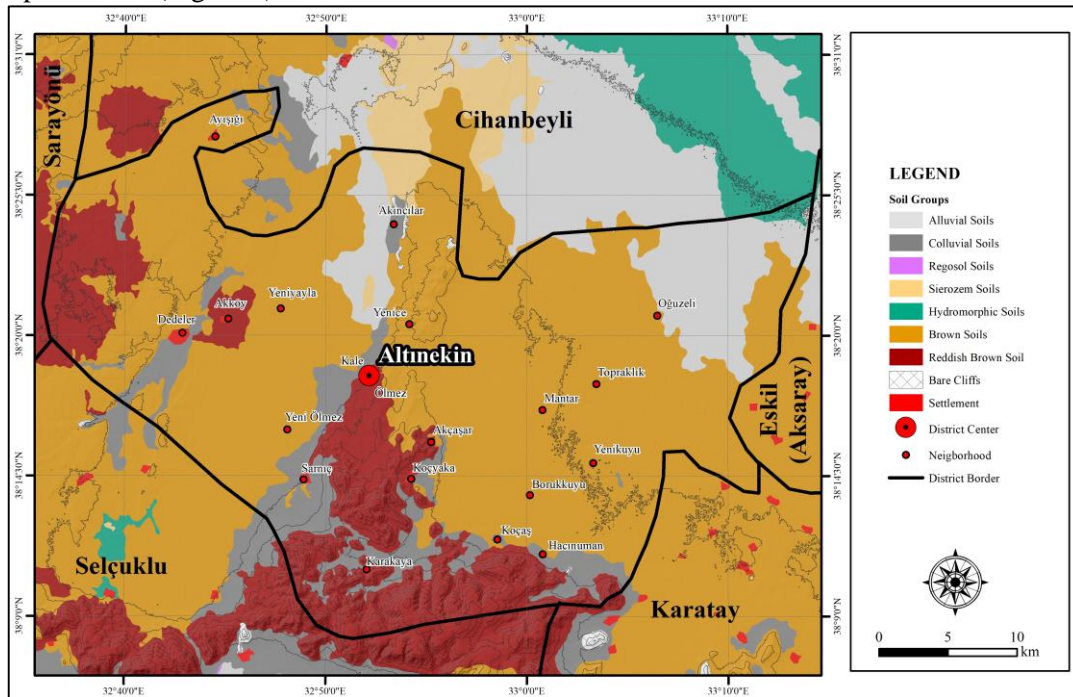


Figure 6. Altınekin County Territorial Map

Of the land found throughout Altınekin, 64% is made up of brown soil and 18% is made up of reddish brown soil (Table 5). The use of fertilizers is important in order for plant production to occur in this soil, where the amount of hummus and mineral wealth are low. However, in recent years, there has been a slight increase in the amount of hummus due to the decomposition of vegetative waste from plant production due to extensive agricultural practices on brown soil. The area of alluvial soil, covering 8.2% of the county land, is in fact the area where productivity is low. In these areas of old lacustrine sediments, the soil is thinner and the clay rate is very high.

Table 5. Areal and Proportional State of Territorial Units in Altınekin County

| Soil Types | Area (km ²) | Rate (%) |
|-----------------------|-------------------------|----------|
| Brown Soil | 752.6 | 64 |
| Red Brown Soil | 213.7 | 18.1 |
| Colluvial Soil | 107 | 9.1 |
| Alluvial Soil | 96.35 | 8.2 |
| Sierozem Soil | 6.35 | 0.6 |
| Total | 1165 | 100 |

Source: Konya Province Land Presence (1992)

Heavy agricultural production is established in areas of the brown soil that lie within the borders of Altınekin. It's only natural that the soil type has an effect on agricultural production in these areas. However, because the areas where the brown soil is found correspond to areas where the rich aquifers of the groundwater are located in most places, the concentration of agricultural production on these areas is seen to be effected by the groundwater far more than the soil factor. In addition, agricultural activities are more limited in areas where rich groundwater aquifers exist, but where there are no brown or alluvial types of soil. There have also been an increase in washes of soil and irrigated agriculture in recent years, and there have been positive developments in agricultural production in the salt and lime ratio of soil. However, the general presence of limestone rocks on the ground of the areas where this soil type is located poses a significant threat. With the Southeastern Anatolia Project (GAP)

getting involved, the '*capillarity*' event, a significant concern for the Southeast Anatolia Region, poses a serious risk to this region as well. During the summer months, when the land is dehydrated, water seeps underground from the irrigation by farmers. Depending on the region's high temperature in the same period, the soil may dissolve the salt and lime minerals on the bottom after a while, and move them up, resulting in the accumulation of the caliche layer on the surface of the soil and creating a negative condition for agriculture. In order to avoid this problem, the drainage system must be placed in areas where irrigated agriculture is performed.

Population and Settlement

As on all economic sectors, there is also a significant influence of population power on agricultural activities. While population can be a driving force in areas with high economic acceleration, it can become a burden in areas with limited work branches and work areas. The district has a total area of 1165 km², with a population of 14289 people (Table 6).

Table 6. Population Quantities of the Neighborhoods in Altınekin District (2022)

| Neighborhood | Population | Neighborhood | Population |
|--------------|------------|--------------|--------------|
| Akçaşar | 178 | Mantar | 469 |
| Akıncılar | 3255 | Hacınuman | 218 |
| Akköy | 191 | Oğuzeli | 1625 |
| Ayışığı | 84 | Ölmez | 2310 |
| Borukkuyu | 120 | Sarıncı | 585 |
| Dedeler | 1700 | Topraklık | 308 |
| Kale | 911 | Yeni Ölmez | 423 |
| Karakaya | 126 | Yenice | 643 |
| Koçaş | 67 | Yenikuyu | 459 |
| Koçyaka | 371 | Yeniyayla | 246 |
| | | Total | 14289 |

Source: Turkish Statistical Institute -2022

Overall, there are 20 neighborhoods, including 18 in rural areas and 2 in urban neighborhoods that form the county seat. The population of these neighborhoods varies. There are also many sub-villages attached to these rural neighborhoods. Some of these locations, locally called tablelands, (they are not geographically tablelands), are linked together administratively to form neighborhood status. All across Altınekin, Akıncılar, Ölmez, Dedeler and Oğuzeli are the most populated rural neighborhoods. Karakaya, Koçaş and Ayışığı are the least populated rural neighborhoods. In Altınekin there is 12 people per square kilometer across the county. The density of the arithmetic population is about 9 times lower than the average for Turkey. In terms of the county's economic income level, it is well above the average in Turkey. Immigration for many years has been a huge factor on the low population of the county. In the traditional agricultural period, modern agriculture has accelerated resulting in the cease of migration and the beginning of remigration. In the economically good district, the workers employed in agricultural activities are mostly undocumented foreign workers. In rural areas where farmland is heavily processed and irrigated agriculture is dense such as Mantar, Oğuzeli, Topraklık, Dedeler, population density is relatively low. In these areas, farmland is very large, and in agriculture, machinery is very high, so the population has remained low. In addition, since the sectors other than agriculture and animal husbandry have not developed in these areas, they have not improved and their population has remained stable.

Land Use

Land use, which depends on human factors as well as natural factors, is highly important for agricultural activities. The excess of area and proportional space of agricultural land in land use directly affects agricultural activities. The total area of Altınekin district is 1165 km², accounting for 2.88% of Konya land and 0.15% of Turkey land. The area of 77966 hectares of the county are used for agricultural production. The ratio of agricultural areas in the district to the district surface area is 66%. In this case it is found that agricultural production can be executed in most of the town.

Agricultural activities are concentrated in two separate plains in the eastern and western part of the county. In the eastern part of the county, rural neighborhoods like Oğuzeli, Mantar, Topraklık, Yenikuyu are among the major areas of irrigated agriculture. And to the west of the county, irrigated

farming is also seen between the areas of rural neighborhoods of Dedeler, Sarınc and Ölmez. In addition to mountainous areas of the district, its wavy plains and barren areas are used as pasture (Figure 7).

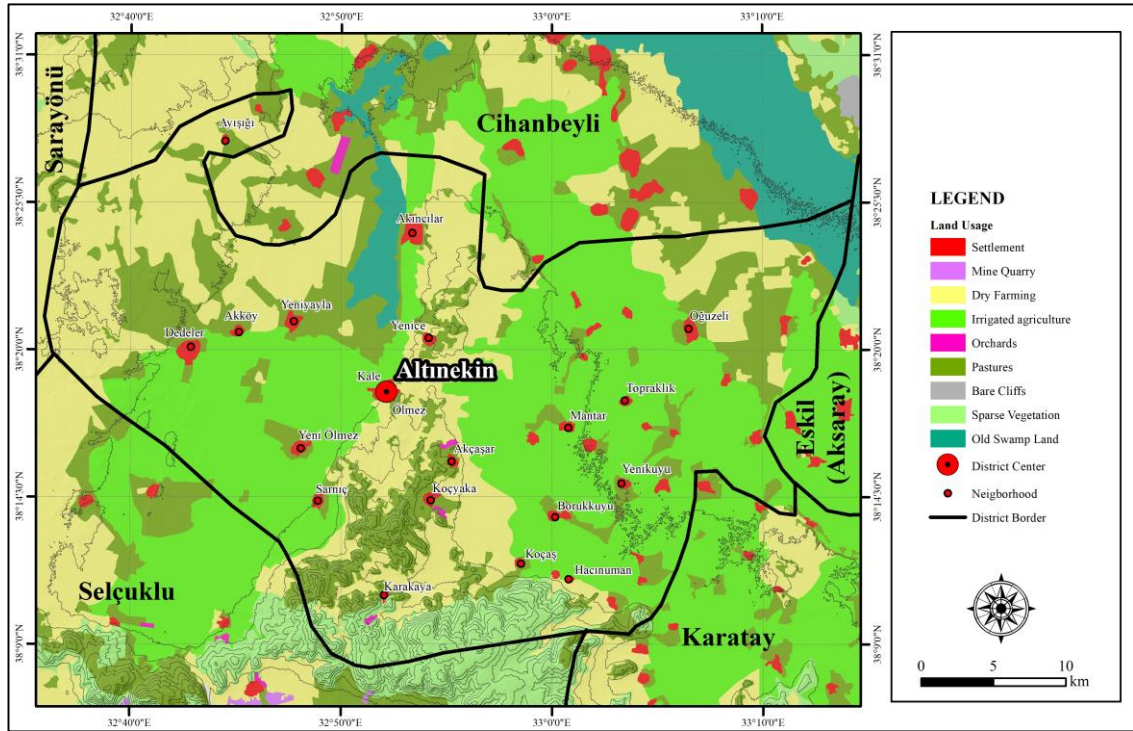


Figure 7. Altınekin County Land Usage Map

In recent years, one of the major developments in land use has been land consolidation projects. In rural neighborhoods such as Mantar, Özüeli, Topraklık, Yenikuyu, Akçasar, Borukkuyu, Kocayaka, land consolidation projects were completed in 2015-2018. This has resulted in significant improvements in the size and shape of agricultural enterprises as in some idle areas has been put to good use. Land consolidation projects contributed to the development of a more modern agricultural activity (Figure 8).



Figure 8. View of Land After Land Consolidation in Yenikuyu Surroundings (Source: EkiciFen Farm)

Underground Water Wells

As with all creatures, water is vital to plants. So water is very important for agricultural activities. Plants germinate, grow, and develop with water. Where there's enough rain, plants provide this water from precipitation, while where there's not enough rainfall, water is provided from other sources such as streams, lakes and dams. Although the agricultural potential is very high, vegetative production cannot be made in areas where water resources are not sufficient. Therefore, when

technological and economic opportunities are viable, water is transported from over 400 km away to provide water for agricultural activities as seen in California and Libya examples. With GAP getting involved in our country, the need for water in the Southeastern Anatolia Region is greatly satisfied via canals. It will provide relief in meeting the need for water in some parts of Konya (around Çumra) with the Konya Plain Project (KOP). The method that is frequently used in the inner regions for water supply is the use of groundwater.

There is no surface water in Altınekin. There is no river, lake or dam in the county, where the average annual rainfall is very low (343 mm). Until the 2000s, there were small carstic source outputs called *pınar* (springs) in certain areas of the mountainous part of the county, but these sources are now completely dry. However, the county is luckier in groundwater. Fossil underground waters accumulated within the carstic rocks that formed the ancient lake sediments that began to be stocked in the Neogene have become the lifespring of the district's economic and social life. In the 1970s, with wells opened to benefit from agricultural irrigation, it took more and more utilization of groundwater. In the 1970s, the number of low-flow underground water wells extracted by diesel engines was around 400, but with today's electric motors, the flow is much higher and their total number throughout the county is close to 5000.

In Altınekin district, underground water wells used for agricultural purposes are found to be concentrated around the eastern rural neighborhoods of Oğuzeli, Güvercinlik, Mantar, Topraklık, Yenikuyu, and the western rural neighborhoods of Dedeler, Ölmez, Sarnıç. These areas where water wells are concentrated indicate areas where agricultural production is concentrated. In these areas, it has been found that the public's income level is higher than in other areas, as high-income products are cultivated.

The western part of Dedeler rural area and the mountainous part of the county are weaker in groundwater, so the wells are not densely populated in these areas. As a result of this, dry farming is executed which brings in low income.

In the Altınekin district, agricultural production is entirely dependent on groundwater wells, and with increasing acceleration each year, the use of this water poses significant risks to the future of agricultural activities in the county and the basin. Over millions of years, water reserves that have reached the present day by clinging to the rocks have been constantly losing reserves as a result of over half a century of excess consumption. The annual loss of groundwater cannot be compensated by rain or surface water. This is why the level of the underground water decreases every year by between 2 and 10 meters. In the eastern part of Altınekin, it is seen that the water level of well-1 near the rural district of Güvercinlik is higher, and the water level of well-2, located in the western part near the neighborhood of Sarnıç, is lower. However, the decrease in water level over the years in both wells shows parallelism (Figure 9). This causes increased water extraction costs every year and also signals danger that in the near future, the total consumption of groundwater may lead to a change of economic structure and social fabric in the county, particularly agriculture. While the economic extraction of the groundwater is not possible, especially in the line in the western parts of the county such as Sarnıç, Dedeler, and Akıncılar, it is likely to last for some time in the eastern plains and then suffer the same fate. Thus it is very important for the future of water and agriculture to undertake agricultural policies and measures, especially in the whole basin.

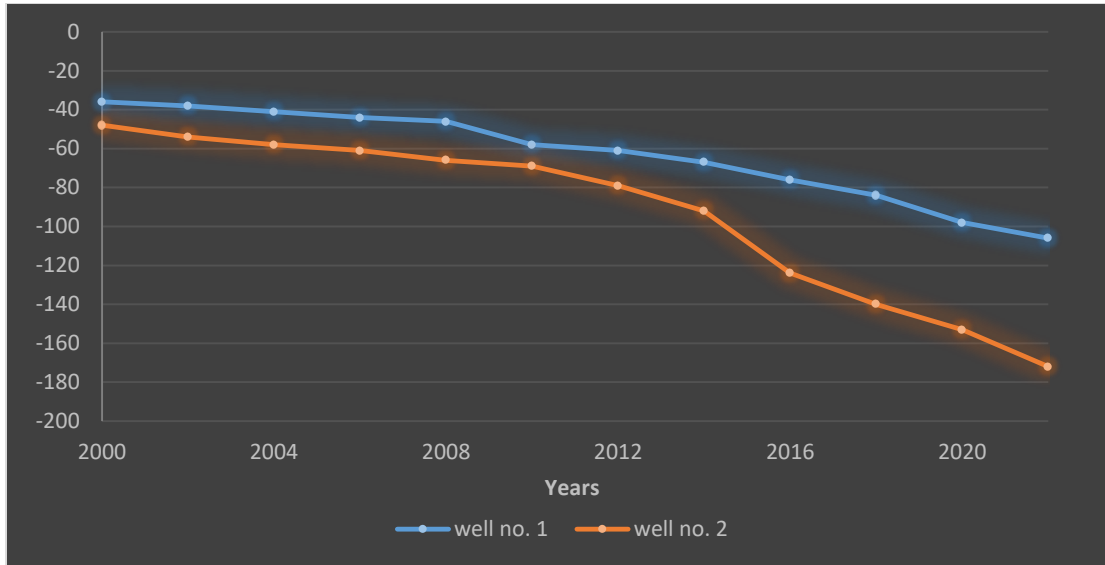


Figure 9. Changes in the Levels of Underground Water Wells in Altnekin (Irrigation Cooperative Records-2022).

Product Pattern

The pattern of agricultural products on agricultural activities is also very important in Altnekin district. Wheat and barley, which are compatible with the region's climate, was at the forefront of the most important products. However, the cultivation area and production of wheat has declined in recent years, while the barley has fluctuated (Table 7). There have been large increases in the production and planting of products such as sugar beets, sunflower, corn, and carrots, which consume more water in the new crop pattern. This indicates that the agricultural structure of the region has changed.

Table 7. Planting and Production Status of Agricultural Products by Years in Altnekin District

| Product | Planting Area (da) | | | Current Output (tons) | | |
|------------|--------------------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|
| | 2000 | 2010 | 2020 | 2000 | 2010 | 2020 |
| Wheat | 564325 | 378989 | 147567 | 182965 | 107381 | 75726 |
| Barley | 79560 | 81482 | 85954 | 38721 | 41300 | 45000 |
| Sugar beet | 21323 | 79963 | 85376 | 165000 | 569534 | 615000 |
| Corn | 85 | 4200 | 121520 | 142 | 24500 | 257600 |
| Sunflower | 11120 | 53254 | 55215 | 4740 | 32652 | 33750 |
| Carrot | 0 | 134 | 560 | 0 | 1200 | 4500 |

Source: Provincial Agriculture Directorate of Konya

With the beginning of irrigation in Altnekin, traditional grain products such as wheat and barley began to be watered and there has been an increase in production. However, over time, alternative products began to be tested, and by the 1990s, sugar beets became a major additional product. High income from sugar beets has played an important role in modernizing the agricultural vehicle park and supplies of farmers in the region. As the sugar beet also reveals the use of wet pulps, livestock activities in the region have also developed with agricultural activities. This process of shifting in the agriculture of Altnekin up to the 2000s occurred earlier in the rural areas of the western parts of the city such as Yeni Ölmez, Kale, Yenice, Dedeler, Sarnıç, Ölmez and the economic development of these areas progressed faster than the eastern neighborhoods of the county. By the 2000s, the western region was becoming a problem for groundwater shortages, while the access of richer underground waters were being increased in the eastern areas. With a more efficient and thicker soil structure in eastern rural neighborhoods such as Mantar, Oğuzeli, Topraklık, and Yenikuyu, agriculture started to move faster in these areas. In this process, agricultural products such as sugar beets, sunflowers, dried beans, gourd seeds and potatoes became common. After 2010, more corn is

cultivated and produced annually, especially in rural neighborhoods in the eastern part of the county. This more economically efficient product was also seen as a convenience for drip irrigation, transforming into the new face of agriculture in Altınekin with less labor (Figure 10).



Figure 10. Corn Farming in Altınekin District

It was found that irrigated agriculture, especially corn farming, was unsustainable due to the extensive use of groundwater in Altınekin. Today, this agricultural model is changing the face of the town, especially economically, with water supplies rapidly disappearing and the reflects of this will be felt in all areas in the near future.

Conclusions

Altınekin is located in Turkey's least rainy region of Konya closed Basin. Altınekin's climate has been identified as semi-arid (BSk) in Köppen climate model, steppe (semi-arid) in De Martonne-Gottman climate model, and semi-arid climate in the Erinc's annual model. The district is extremely unfavorable in terms of climatic characteristics affecting agricultural activities, with an average annual temperature of 11.2° C and an average annual rainfall of 343 mm. In the town of Altınekin, the surface water sources are extremely low and there are no streams, lakes, or dams. From this aspect, agricultural activities in the county were generally carried out by the mid-1970s, mostly with dry farming activities with limited product pattern (wheat, barley, etc.).

The district of Altınekin, which is unsuitable for climatic properties and surface water sources, is extremely rich in underground water sources. From the Neogene period to the present day, atmospheric waters leaking from the surface have been stored among limestone layers, creating a rich underground water presence. In the county, which is extremely poor in surface water resources, groundwater has vital importance in agriculture. The common feature of the regions where agricultural activities are concentrated and production is the highest in Altınekin is the thick limestone layers on the ground of these areas and the presence of rich underground waters in these layers. More and more use was made of groundwater, which was started to be extracted from the wells drilled in the 1970s in order to benefit from agricultural irrigation. In the 1970s, the number of low-flow underground water wells extracted by diesel engines was around 400, but with the development of today's electric motors, the flow is much higher and their total number throughout the county is reaching to 5000.

With the increase in underground water wells throughout the county where dry farming was practiced in the past, there has been a great increase in the cultivation areas and production amounts of products which need more water such as sugar beet, sunflower, corn and carrot, and the agricultural structure of the region has completely changed. With the advances in technology, the number of groundwater wells throughout the county has steadily increased, and diversity in the product pattern has begun to increase. Starting in 2010, cultivation areas of crops bringing in more economic income, especially corn, began to expand. Corns cultivation area, which was 85 decares in 2000, increased from 4200 to 121520 decares from 2010 to 2020. During the traditional agricultural period, the migration ceased, as modern agriculture and remigration gained momentum in recent years. Locals throughout the county live in socio-economically golden years thanks to their income from agricultural activities.

The lack of annual average rainfall and surface water resources in the county, the irrigation of much larger farmland by year, and the continued cultivation of products which need more water poses significant threats to the future of groundwater resources. Fossil underground water supplies that

accumulated in a closed basin for millions of years have been unconsciously overused in recent years for agricultural irrigation. In order for the agricultural activities carried out in the district to continue for many years in a sustainable way, groundwater should be used consciously. Depletion of underground water resources will not only end agricultural activity throughout the county, but will also adversely affect all branches of economic activity in the field of agriculture-based industry and trade. It would also lead to sociological unemployment, significant loss of income, and consequently the emigration of people from the district.

A number of measures need to be taken immediately to avoid geographical factors that could endanger the future of agricultural activities in the town of Altınekin. To prevent unconscious use of underground water resources by the local population, it is first necessary to make audits on wells which are drilled illegally, to install a meter on existing water wells that are drilled with legal permission, to provide information on the agrarian irrigation and irrigation methods in the way that farmers can understand and participate in. Taking restrictive precautions against water-hungry crop varieties (corn, sugar beets, sunflower, carrots and potatoes) are of paramount importance. In the product support program provided by the state, the supports given per kilogram to the products with high water demand should be removed and the products with low water demand should be supported. Although it does not seem possible in the short term, it should be included in the program within the framework of a plan to export water from outside to the basin in the long term.

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the article.

Conflicts of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

- Aliğaoglu, A., 2019. Historical background agricultural geography in the world and Turkey, *Turkish Journal of Geographical Sciences*. 17(2): 367-383.
- Anonymous, 1992. Konya Province Land Presence. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Ankara: Publications of the General Directorate of Rural Services. 1,2.
- Bakırcı, M., 2007. Rural development-concepts-policies-applications in Turkey. Ankara: Nobel Press.
- Balcı Akova, S., 2002. Spatial uses in Ergene basin. İstanbul: Çantay Bookstore.
- Bulut, İ., 2006. General Agricultural Information and Geographical Fundamentals of Agriculture (Agriculture Geography). Ankara: Gunduz Education and Publishing.
- Çavuş, Z.C., Kırmızı E.C., 2020. Geographical Analysis of Agricultural Influences in the Umurbey Çayı Basin (Çanakkale-Lâpseki). *Journal of Awareness*. 5(4): 571-600.
- Demir, M., 2021. Geographical Principles of Agricultural Activities in Kars Province. *Eastern Geographical Review*. 26(45): 77-106.
- Doğan Sertkaya, Ö., 2018. Agricultural Geography. In *Human and Economic Geography*, M. Doğan ve Ö.S. Doğan (Ed.), Ankara: Pegem Academy, s.199-274.
- Doğanay, H., Özdemir, Ü., Şahin, İ. F., 2011. *General Human and Economic Geography*. Ankara: Pegem Academy
- Doğanay, H., Coşkun, O., 2012. *Agriculture Geography*. Ankara: Pegem Academy.
- Garipağaoğlu, N., Uzun, M., 2019. The Effects of Natural Environment Conditions, Changes and Possible Risks on Watershed Management and Planning in Basin of Iznik Lake. *Eastern Geographical Review*. 24(42): 1-15.
- Grigg, D., 1995. *An Introduction to Agricultural Geography (Second Edition)*. New York: Routledge.
- Sertkaya Doğan, Ö., 2008. The Importance of Geographical Characteristics in Determining Turkey's Agricultural Policies *Journal of Sociology*. 3(17): 91-100.
- Symons, L., 1967. *Agricultural Geography*. New York: Praeger Publishers.
- Thoman, R. S., 1962. *Geography of Economic Activity*, New York: McGraw-Hill.
- Turkish Statistical Institute, 2022. Address based population registration system. <https://data.tuik.gov.tr/> , accessed 5 March 2022.



Research Article

Research of The Uludağ National Park in Terms of Resource Economy

Gökhan Uzel^{1*} 

Serkan Gürlük² 

¹Bursa Uludağ University, Karacabey Vocational School, Department of Crop and Animal Production, Organic Agriculture Program, Karacabey, Bursa

² Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Nilüfer, Bursa

*Corresponding author: uzelgokhan@uludag.edu.tr

Received Date: 24.04.2023

Accepted Date: 04.09.2023

Abstract

The potential of forest-mountain ecosystem services as a source of sustainable development has been widely recognized. This paper aims to provide comprehensive economic value resource parameters of Uludağ National Park (UNP), the region of Bursa, Turkey. In this context, 10 ecosystem parameters were determined under 3 categories. The first of these groups is the supplier parameters. Group of supplier parameters consists of crop production, animal production, industrial and firewood production, grazing, beekeeping and non-wood forest products. Group of regulatory parameters as regulators of the ecosystem consists of biodiversity, carbon sequestration and water resources. Within the scope of socio-economic parameter, there is tourism-recreation value. Valuation is based on a wide variety of techniques, drawings on market prices, results of local surveys and other econometric valuation methods called as Faustman and Hartman. It shows that at UNP, water resources provide annual benefits of about 147 046 \$ ha⁻¹, secondly biodiversity provides a 15 312 \$ ha⁻¹ annually and carbon sequestration has a 6 806 \$ ha⁻¹ annual value. After this regulatory parameters, as a socio-economic parameter tourism and recreation provides 4 362 \$ ha⁻¹ economic value annually and supplier resource parameters following them. The paper shows the degree of importance of the UNP main values for the country and region as a whole. It also discusses some reasons of concern when drawing policy tools for improving UNP income and conservation practices local and regional level.

Keywords: Environmental valuation, Mountain-forest ecosystems, Uludağ, Bursa, Turkey

Uludağ Milli Parkı'nın Kaynak Ekonomisi Açısından İncelenmesi

Öz

Bir sürdürülebilir kalkınma kaynağı olarak dağ-orman ekosistem hizmetlerinin potansiyeli geniş çapta kabul görmektedir. Bu araştırma, Türkiye'nin Bursa ilinde yer alan Uludağ Milli Park (UMP)'ı doğal kaynak hizmetlerinin kapsamlı ekonomik değer tahminlerini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda 3 kategori altında, 10 adet ekosistem parametresi belirlenmiştir. Bu gruplardan ilki tedarik edici parametrelerdir. Tedarik edici parametreler grubu, bitkisel üretim, hayvansal üretim, endüstriyel ve yakacak odun üretimi, otlatma, arıcılık ve odun dışı orman ürünlerinden oluşmaktadır. Ekosistemin düzenleyicileri olarak regüle edici parametreler grubu, biyoçeşitlilik, karbon tutulumu ve su kaynaklarından oluşmaktadır. Sosyo-ekonomik parametre kapsamında ise turizm-rekreasyon değeri bulunmaktadır. Değerleme, çok çeşitli tekniklere, piyasa fiyatlarına ilişkin alan çalışmalarına, yerel araştırmaların sonuçlarına ve diğer ekonometrik değerlendirme metotlarına dayanarak gerçekleştirilmiştir. Faustman ve Hartman olarak adlandırılan ve dağ-orman ekosistemlerinin ekonomik değerlemesinde kullanılan yöntemler UMP'de su kaynaklarının yıllık yaklaşık 147 046 \$ ha⁻¹ yıllık fayda sağladığını, biyoçeşitliliğin yıllık 15 312 \$ ha⁻¹ fayda sağladığını ve karbon tutulumunun yıllık 6 806 \$ ha⁻¹ ekonomik değer oluşturduğunu göstermiştir. Regüle edici parametreleri, bir sosyo-ekonomik değer parametresi olan turizm ve rekreasyon izlemiş, yıllık 4 362 \$ ha⁻¹ düzeyinde ekonomik değer sağladığı belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırma sonuçları UMP'de yarattığı faydaların bir bütün olarak ülke ve bölge için önemini ortaya koymaktadır. Araştırmada ayrıca, yerel ve bölgesel düzeyde UMP hizmet ve koruma uygulamalarını iyileştirebilmek için uygulanabilecek politika araçları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel değerlendirme, Dağ-orman ekosistemleri, Uludağ, Bursa, Türkiye

Introduction

Everything that is suitable for meeting human needs directly or indirectly can be described as a resource. While resources in the economy are classified as labor, capital and nature; Natural resources are living and non-living things in the physical environment and are objects that can be used for human needs. While all these resources are necessary for the realization of production, the management of each of them in the economy differs. The management of natural resources, on the other hand, has very different characteristics. Because, while many features of natural resources can be explained with market prices, many features cannot be explained with market prices and there are great problems in their use, allocation, and leaving them to future generations at least in quantity and quality as they are today. Natural resources can belong to a region (forests), a country (streams), or even the entire world (atmosphere). Therefore, natural resource management problems arise both in the country's agenda and in the world's agenda; These are known as "environmental problems".

Worldwide, mountainous areas are recognized as critical regions for ecosystem continuity (Gret-Regamey et al., 2012). Various mountain ecosystem areas support a wide variety of ecosystem services such as energy, water, food, shelter, medical reserves and cultural ecosystem services, and are sources of human needs (Huber et al., 2013). With its regulatory function, it plays a role in carbon sequestration and maintaining the continuity of the hydrological cycle (Kroupova et al., 2016). In addition, these areas provide an opportunity to generate income through tourism carried out by people who visit to participate in cultural ecosystem services. In this direction, sustainable management principles of mountainous ecosystem areas should be put forward and various benefits should be calculated for the protection and development of natural resources. Because the percentage of protected natural areas in Turkey is 6.95% in terrestrial areas and 1.76% in marine areas (Anonymous, 2017a). These rates are as follows: 27.28% terrestrial and maritime 50.36% maritime in France, 37.75% terrestrial and 45.36% marine in Germany, 28.73% terrestrial and marine 44.2% marine in England and Italy. On the other hand the rates for terrestrial and marine areas are 21.51% and 9.74% respectively (Anonymous, 2017b). In line with these data, it is of great importance to determine the values of natural resources, to develop them and to make them sustainable.

The benefits of natural ecosystems are many. There are some of them that have been determined and that have not yet been determined or that have not been fully determined. Therefore, the conservation and management of natural resources is a multidisciplinary issue with biological, geological, chemical, environmental and economic relations. Ecosystems have a regulatory role in natural events. Thanks to these opportunities it creates, suitable environments for habitats are provided. All of these actually create beneficial environments for humanity.

Many researches have been carried out on the ecosystem of the Uludağ ecosystem (forests, grasslands, flora, fauna etc.), which constitutes the study area of this research. But there is no an economic valuation about this ecosystem resources. Uludağ National Park, which has an area of 12 762 hectares, is 71% forest, 28% grassland and rocky areas, 0.4% open areas, 0.1% water-covered areas, 0.8% of them are residential areas. Uludağ has a very rich habitat diversity such as woodlands, maquis, peatlands, subalpine heaths, alpine steep cliffs and open areas. There are 1320 plant species in Uludağ, which is a plant diversity center, and it is home to a total of 171 endemic species, 33 of which are Uludağ and 138 are Turkey endemics. In addition, Uludağ constitutes the habitat of 3 globally endangered species and 54 endangered species in Europe (Özhatay et al., 2003; Daşkın, 2008).

Uludağ is also open to mountaineering, picnic, recreation, camping, and trekking activities during the summer season. Uludag consists of two development areas. In the first development area, where the hotels area is also located; There are 12 public facilities and 22 mechanical facilities serving ski tourism. In the second development zone, there are 4 tourism facilities belonging to the private sector serve. Tourism and public facilities in the National Park serve mostly for winter tourism. During the summer season, accommodation can be made in the Sarıalan and Çobankaya Camping and Daily Usage Areas. In the Sarıalan Camping and Daily Use Area, there are 12 cottages serving in the summer season and there is a camping area for 300 tents.

Due to its proximity to large residential areas such as Bursa and İstanbul, the increasing use of people in Uludağ and the environmental pressure arising in this direction are also increasing the search for "area protection and rational use" (Erten and Gündüz, 2011). It is obvious that a resource valuation study that will be integrated with environmental management plans is necessary to make the Uludağ ecosystem healthier and more sustainable. Natural resources with poorly determined resource values

are exposed to excessive consumption or pollution. The increasing use of Uludağ causes various major problems such as environmental problems, legislation, infrastructure, transportation and accommodation. Pressures on resource values can create hard-to-repair damages in Uludağ's ecosystem; can create environmental costs and degrade the ecological and economic value of the region.

In this research, the environmental threats of Uludağ Ecosystem, which is one of the richest natural mountain-forest ecosystems in Turkey in terms of ecological character and biological diversity, were investigated; Within the framework of ecosystem-user relations, the total economic value has been tried to be estimated by Faustmann and Hartman project valuation methods. In this context, the optimal management strategy of the Uludağ National Park area has been tried to be put forward and the things to be done in terms of the management of the area have been discussed. In the light of the general evaluation of the information and data obtained in the whole study and the results of the analysis, solution suggestions were made to insure the environmental sustainability of Uludağ National Park and to improve the environmental quality.

Material and Method

Economics has produced important valuation methods in revealing the resource values in question. The methods that can be classified as market price methods and alternative market methods have found a lot of use in recent years. The economic valuation of supply services is based on data from the relevant research area. A variety of valuation methods developed in the environmental economics literature are used (Dixon et al. 1994; Braden and Kolstad 1991; Organization for Economic Cooperation and Development 1995; Winpenny 1991). In the mountain-forest ecosystems such UNP it is difficult to estimate the value of supply services. Some supply service and supply product parameters, whose quantities and prices are known, are marketed in established markets, while other value parameters are not readily available. Some wood-based value parameters, such as industrial and firewood, with regional differences, are traded in small, informal markets. Some non-timber forest products, such as mushrooms, are marketable but generally harvested and consumed for free. So the data were obtained from the units of Bursa Directorate of Provincial Agricultural and Forestry. The obtained data were evaluated economically by various market price valuation techniques.

There are also goods and services that do not have a market in determining the total economic value of natural resources. In the determination of these resource values, methods such as travel cost method, hedonic price method and contingent valuation method are used. These methods, which will be defined as survey methods, are carried out with people who plan to use the natural resource. In this context, a survey study was applied within the framework of the travel cost method in determining the socio-economic value of the UNP. Environmental relations between UNP and users were also examined in the survey study. The total number of visitors in the target visitors is 1 697 976 people per year. With this direction according to travel cost technique, the number of samples was determined as 245, and study based on a total of 278 interviews with the visitors of the UNP. In line with the results of the survey, the total expenditure average of the visits made to UNP in a year by 278 visitors who participated in the economic analysis was found. Individual consumer surplus was found by dividing the average travel cost value with the average number of visits. The total consumer surplus value was obtained by multiplying the calculated individual consumer surplus value with the total number of visitors to UNP in a year. Within the scope of the travel cost method, the individual travel cost, that is, the willingness to pay was found. The calculated total willingness to pay value corresponds to the one-year recreational use value of Uludağ National Park.

In recent years, with the development of econometric methods, approaches that examine the management of mountain-forest ecosystems from an economic point of view have been developed. Many advanced economic analyzes can be made based on single and endless rotation forestry systems. Because forest management can be considered successful if the benefits that can be obtained from the forest system are maximized. Administrative failures cause social welfare losses. Therefore, a successful forest rotation model is also always needed. In this direction, Faustmann approach made important contributions to natural resource management and especially to the economic analysis of mountain-forest ecosystems in the middle of the 19th century. When is the best time to harvest a forest stand? Faustmann model solves this problem. The model finds an optimal rotation length to maximize

the net present value of timber revenues from infinite identical rotations. The model mainly has a single rotation and a specific tree growth function. It is predicted that the amount of lumber to be harvested will change over time as the tree grows. The beginning of the Faustmann analysis indicates the amount of lumber in the rotational age T with $q(T)$ in m^3 form. If it is assumed that there is a homogeneous tree group in the whole tree (stand) (such an assumption will be used for UNP) $Q(T)$ shows the whole timber amount of the stand. The $nq(T) = Q(T)$ equation is mentioned here, where n represents the number of trees in the stand. If the initial stock amount is shown with Q_0 , it can be said that this value is the $Q(T)$ value at $T = 0$. The stand's timber amount is related to the growth rate of biomass α and the bearing capacity of stand K . The growth rate varies depending on whether the tree structure is thin or thick. It is known that the growth rate of thick textured trees will be lower. The carrying capacity is the maximum timber volume that the stand can support. Based on these data, the basic model was developed through the following biomass lumber volume:

$$Q(T) = \frac{K}{1 + \left[\frac{K - Q_0}{Q_0} \right] e^{-\alpha T}} \quad K > Q_0 > 0 \quad (1)$$

Equation 1 indicates an "S" curve that remains at low levels initially for timber biological mass and increases up to the bearing capacity level in line with the rotation age. In the model, it is assumed that price, cost and interest rate (discount rate) to be used in the analysis are fixed under a fully competitive market. In the setup of the stand, a fixed price (S) is incurred at the beginning of the rotation. However, it is then assumed that the stand grows under a natural environment without incurring any costs. Harvest costs (C) and stamping price (p) are market prices. Here, two important costs have to be included in the analysis. The first one is the interest incomes that the expenses incurred for the stand during the growth period will be lost until the product is harvested. This cost will increase as the rotation interval becomes longer. This opportunity cost is reflected in the model with an interest rate (r). Naturally, the present value of the T -aged stand can be brought up to date with a reduction factor (e^{-rT}). The initial planting cost, S , is not subjected to reduction. At this point, the equation giving the net present value of harvested stand in T rotation length will be as follows:

$$N(T) = (p - C)Q(T)e^{-rT} - S \quad (2)$$

Another cost is related to the land value and it is an important cause of environmental management problems. Since the places near forest zones are valued excessively, it may cause such areas to be converted into money and used in further zones. In other words, alternative income that can be obtained by renting or selling the land is the second type of cost in this model. Assuming that all ecological and economic parameters are constant, the problem that forest management will face in the next period is the same. In other words, the problem in each rotation will remain the same.

Therefore, $V(T)$ will give the sum of the net current rate of the timber value obtained by cutting trees at the end of the rotation period and the present rate of bare land value at the end of the rotation period:

$$V(T) = [(p - C)Q(T)e^{-rT} - S] + V(T)e^{-rT} \quad (3)$$

The following equation can be written here:

$$V(T) = \frac{(p - C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (4)$$

In line with community interests, Equation 4 needs to be maximized. Thus, an economically inefficient natural resource management will be against society. The equality that maximizes $V(T)$:

$$MAX_T : V(T) = \frac{(p-C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (5)$$

For the maximization problem, the first derivative bound to V(T) should be equalized to zero.

$$V(T^*) = \frac{(1 - e^{-rT^*})[(p-C)Q_{T^*}e^{-rT^*} - re^{-rT^*}(p-C)Q(T^*)]}{(1 - e^{-rT^*})^2} - \frac{re^{-rT^*}[(p-C)Q(T^*)e^{-rT^*} - S]}{(1 - e^{-rT^*})^2} = 0 \quad (6)$$

The expression of QT in the equation indicates that the first derivative based on the T rotation period is considered. The expression T* indicates the optimal rotation year. An easier form of Equation 6 can be written as follows:

$$\frac{(p-C)Q_T}{(p-C)Q(T) - S} = \frac{r}{1 - e^{-rT}} \quad (7)$$

Equation 7 is called the Faustmann formula, which shows the optimal rotation length (Amacher et al. 2009). The easier representation of Equation 7 as a calculation tool can be given as follows:

$$(p-C)Q_T = r[(p-C)Q(T) + V(T)] \quad (8)$$

Equation 8 explains that the effective rotation period of stand will occur if the rate of change in forest value is equal to the rate of return to be earned by converting trees and forest land into capital. In an economic sense, the left side of equation is the marginal product value of timber that is allocated for the stand growth. The right side of the equation is the sum of the capital (opportunity cost of this choice) due to the capital used by growing timber if the land is not used for further purposes.

Hartman (1976) adds stand independent non-timber benefits to Faustmann's model. Equation 10 refers to the Hartman solution as an extended approach of Faustmann optimal forestland management. For the Hartman solution, there is a need for a function that describes the entire flow of non-timber benefits. Because the optimal rotation conditions change with the benefit of non-timber values. In the Hartman approach, environmental benefit values B(t) occurring during infinite rotation are included in the model by Boman et al. (2010) for the effective rotation period T:

$$(P-C)Q_T + B(T) = r[(P-C)Q(T) + V(T)] \quad (9)$$

And with this approach Faustmann-based Hartman solution algorithm was used in forest land management in order to use the value of water resources, biodiversity and carbon sequestration related benefits in UNP management and make it more meaningful. Briefly the application of the valuation methods in relation to the mountain-forests in the Uludağ National Park (Table 1).

Table 1. Methods for valuing resource parameter values of UNP

| Ecosystem Service Category | Product or Service | Valuation method |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Supplier | Crop production | Market price available |
| Supplier | Animal production | Market price available |
| Supplier | Industrial timber | Market price available |
| Supplier | Fire timber | Market price available |
| Supplier | Grazing | Market price available |
| Supplier | Non-timber forest | Market price available |
| Supplier | Beekeeping | Market price available |
| Regulatory | Biodiversity | Faustman and Hartman Rotation Method |
| Regulatory | Carbon sequestration | Faustman and Hartman Rotation Method |
| Regulatory | Water resources | Faustman and Hartman Rotation Method |
| Socio-economic | Tourism and recreation | Travel Cost Method |

Thus, in this study, by using market price method, Faustman and Hartman approaches and travel cost method that will reflect the economic value of Uludağ Ecosystem were determined; characteristics of one current situation and two better ecological situations will be introduced. With the results to be obtained, natural resource managers will have benefits such as planning, imposing temporary limitations on the use of resources, and better understanding the cost of environmental damage that will occur in Bursa Province.

Results and Discussion

Traditional Agricultural Crop Production and Animal Production

A large part of agriculture in UNP consists of small-scale agricultural enterprises (BTOM, 2020). The number of enterprises that produce products for sale in traditional markets is less. As of 2019, UNP produced 67 753 997 TL of vegetable production economic value. A total crop yield of 26 418.9 tons was achieved. When we compare the economic value of the herbal product obtained as of 2019 with the 12 762 ha land area, which is the UNP areal size, the UNP generates an economic value of 5 525.5 TL year⁻¹ per hectare (BTOM, 2020).

When the total number of UNP animals is examined, it is seen that the weight is in small cattle breeding. There are 773 cattle fattening animals against the total number of 4 443 sheep and goats. Dairy culture cattle breeds constitute a large part of the cattle breeding activities. When the UNP total milk production values are examined, it is seen that there is a bovine milk production of around 2 500 tons. In ovine breeding, the annual total milk production is at the level of 1 322 tons (BTOM, 2020).

When the total economic values of UNP livestock are examined, it is seen that the biggest economic income item is cultured cattle. Culture cattle is followed by sheep breeding with a value of 3 433 900 TL year⁻¹. It is followed by revenues from goat and hybrid cattle breeding, respectively. The total economic income created by UNP as of 2019 is 11 372 810 TL year⁻¹. When the economic income from livestock farming is considered in terms of UNP area, it creates an annual income of 891.14 TL ha⁻¹.

Industrial and Fire Timber Production

Another economic value item for UNP is industrial wood production. The economic value provided by industrial wood production from UNP is estimated to be 3 318 397.8 TL year⁻¹. The economic value per hectare is realized at the level of 260.02 TL year⁻¹.

Another wood production item in UNP is the production activity for firewood. A large part of the firewood need in UNP is obtained from the sale of the cuts made in the area to the local people. Households called “forest villagers” report that they cannot provide a reliable supply of firewood and are therefore forced to cut illegally.

The total economic value created through the sale of firewood from the UNP is estimated to be 355 334.99 TL year⁻¹. The economic value per hectare is at the level of 27.84 TL year⁻¹.

Grazing

Animals grazing in forests or pastures consume forage crops. Grazing is practiced as a public right of local communities or in return for a symbolic tax paid by forest users to local authorities. In this context, in order to determine the economic value of the forage in the pastures for grazing, the forage production per hectare in these areas was calculated by taking into account the grazing areas in Alaçam and Saitabat settlements in the UNP.

In addition to 543.25 grazing areas in the UNP area, there are 562.25 ha grazing areas in the region, including 19 ha of pastureland in Saitabat and Alaçam settlements. In this direction, it has been estimated that the total usable feed level per unit area is 4 498 tons. The unit feed price of the pastures in the region is 0.95 TL kg⁻¹. When these values are multiplied with each other, the UNP grazing economic value of 4 273 100 TL year⁻¹ has been estimated. The economic value per hectare through grazing activity was estimated at 334.8 TL ha⁻¹.

Beekeeping

The economic valuation of honey, another mountain-forest ecosystem product, is based on the amount of honey produced by the beehives in the area and the market prices of the honey. Honey production in UNP is carried out in the settlements of Süleymaniye, Kirazlı, Soğukpınar, Bağlı, Güneybudaklar, Küçükdeliler and Büyükdeliler, which are close to the National Park. Data are based on information from these settlements. There is no honey production in the National Park area.

Average amount of honey production per hive in UNP varies between 15-18 kg. There are 365 active hives. Flower and secretory honeys are produced. As of 2019, the total annual honey production of the region was 5 350 kg. The market price of honey obtained from the region is 40 TL kg⁻¹. Based on the available data, it has been estimated that the total economic value of honey produced without expenses is 214 000 TL year⁻¹. The UNP per hectare value obtained by honey production was realized as 16.76 TL ha⁻¹.

Non-Timber Forest Products

This category includes species found in mountain-forest ecosystems such as chestnut, cones, laurel shoots, acorns, and barkless fruits. These products are usually sold in local markets and economic value estimates are made over market prices (Croitoru, 2007).

The total economic value obtained from non-wood forest products in UNP is at the level of 207 619.34 TL year⁻¹. In this direction, it has been estimated that the economic value obtained by the production of non-wood forest products is realized at the level of 16.26 TL per hectare of UNP.

Biodiversity

The ignorance and loss of biological diversity in the economic system constitutes an important environmental externality problem. The reason why this important natural resource is not taken into account in economic decision-making mechanisms is that the services it creates are considered free of charge. Environmental valuation approaches are important economic research tools for solving this problem.

Within the framework of the biodiversity value determination approach used in the study, the net present value of the UNP at the beginning of the rotation was calculated as 12.2 million dollars. When the optimal rotation is reached, it has been determined that the total economic value obtained is 195 420 422.6 dollars.

Carbon Sequestration

Regarding carbon sequestration, which is another regulatory value parameter, since the forest ecosystem in the forest area constitutes the subject of the research, the value of the carbon sequestration service of the mentioned area was calculated. In parallel with the scientific literature followed in revealing the carbon accumulation and balance sheet in the UNP forests, it was determined that the economic value created by the UNP through carbon sequestration was at the level of 86 858 172 dollars.

If the carbon price is 5 US dollars, it is determined that the rotation is reached in the 52nd year. In the model previously calculated with the 52nd year rotation value of 3 827.90 USD ha⁻¹ Faustmann rotation, the stand value was 956 USD ha⁻¹ with the 44th year rotation.

Water Resources

Again, in the calculation of the forest water value of the UNP examined in the study, some hydrological functions were subjected to economic analysis. In particular, ecosystem services related to the mixing of surface runoff due to precipitation with groundwater and the regulation of surface runoff have been analyzed economically. In this context, it has been determined that the UNP creates an annual economic value of 1 876 607 177.76 \$. It was determined that this value per hectare was at the level of 147 046.48 \$. It has been observed that the determined forest water resource value constitutes a very high economic value compared to other regulatory parameters.

Tourism and Recreation Value

Travel cost method is one of the methods used to estimate consumer behavior and value of areas in tourism-recreation areas in ecosystems. In other words, it is a method in which the value of a tourism-recreation area is estimated by considering the expenditure of visitors to reach the area and in the area. In this direction, it has been used for more than forty years to reveal the socio-economic value created by mountain-forest ecosystems. By dividing the average travel cost value with the average number of visits, the individual consumer surplus was found to be 229.85 TL. The total consumer surplus value was obtained by multiplying the calculated individual consumer surplus value with the total number of visitors to Uludağ National Park in a year. According to the data provided by Bursa Regional Forestry Directorate for 2019, the number of visitors to the area in a year is 1 697 000 people. Accordingly, the total consumer surplus is:

Total Willingness to Pay(TWP)= 229.85×1 697 000= 390 065 827.33 TL

Total Willingness to Pay(TWP)= 390 065 827.33 TL/Year estimated at 55.67 million dollars.

UNP Total Economic Value

Table 2 shows the final and overall results of the UNP valuation research. The total estimated economic value created by UNP based on various product types and services was estimated at \$2 227 052 303.33 \$ year⁻¹ as of 2020. The economic value per hectare was realized as 174 506.52 \$ ha⁻¹.

Table 2. UNP Total economic value

| Ecosystem Category | Service | Product or Service | Total Value-2020(TL) | Economic Value-2020(\$) | Total Economic Value-2020(\$) | \$ ha ⁻¹ |
|--------------------|---------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Supplier | | Crop production | 67 753 997 | | 9 671 129.20 | 757.80 |
| Supplier | | Animal production | 11 372 810 | | 1 623 342.08 | 127.20 |
| Supplier | | Industrial timber | 3 318 397.8 | | 473 664.36 | 37.11 |
| Supplier | | Fire timber | 355 334.9 | | 50 720.10 | 3.97 |
| Supplier | | Grazing | 4 273 100 | | 609 937.48 | 47.79 |
| Supplier | | Non-timber forest products | 207 619 | | 29 635.30 | 2.32 |
| Supplier | | Beekeeping | 214 000 | | 30 546.11 | 2.39 |
| Regulatory | | Biodiversity | 1 367 942 955.12 | | 195 420 422.16 | 15 312.68 |
| Regulatory | | Carbon sequestration | 608 007 204 | | 86 858 172 | 6 806 |
| Regulatory | | Water resources | 13 136 250 244.32 | | 1 876 607 177.76 | 147 046,48 |
| Socio-economic | | Tourism and recreation | 390 065 827.33 | | 55.677.556.78 | 4 362.76 |
| TOTAL | | | 15 589 761 489.47 | | 2 227 052 303.33 | 174 506,52 |

When the UNP economic value components are examined, it is seen that the largest component belongs to the water resources service with a value of 147 046.48 \$ ha⁻¹. This value constitutes 84.30% of the total economic value in UMP. It is followed by biodiversity service with a value of 15 312.68 \$ ha⁻¹. The ratio of the benefit obtained from biodiversity, which is an indirect service parameter, to the total economic benefit is at the level of 8.77%. Again, the ratio of the carbon sequestration parameter to the total economic benefit is at the level of 3.90%. The share of tourism-recreation service, which is another important parameter, was determined as 2.45%. The share of supplier service parameters was only 0.58% (Figure 1).

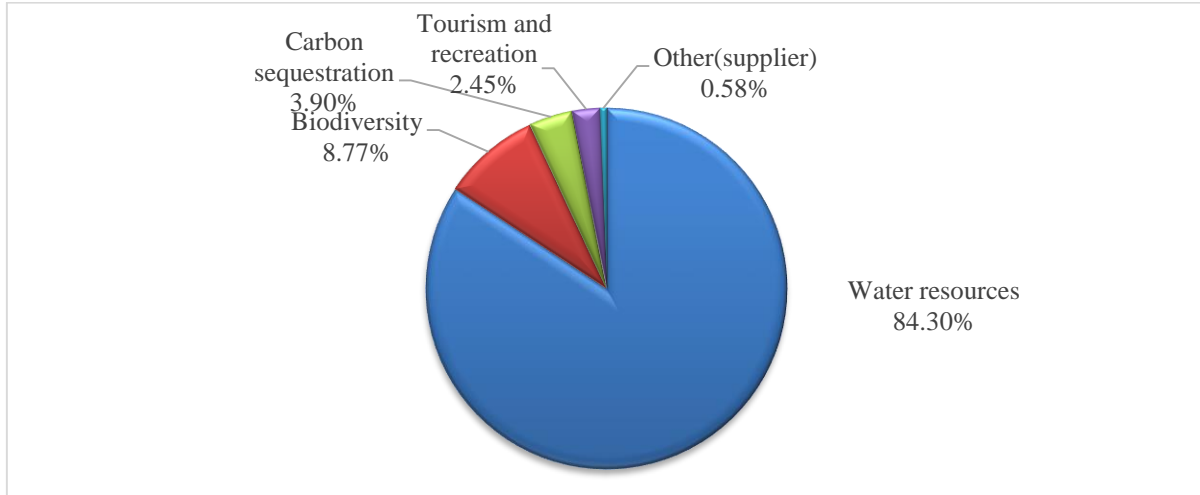


Figure 1. Proportional distribution of UNP service parameters

Conclusions and Recommendations

The most important factor of environmental pressure on the Uludağ region is the intense human use. The number of visitors reaching the annual level of 1 697 498 and the uncontrolled growth in the system and the resulting infrastructure and superstructure development initiatives cause negative and irreversible environmental effects. The management plan prepared by the Regional Forestry Directorate for Uludağ is not qualified to meet the needs of the region. There is no long-term resource rotation and carrying capacity-based management plan for the site. For this reason, there are deficiencies in the allocation of public resources. In order to solve this problem, it is necessary to reconsider managerial practices, resources and values, their activities and financing needs, in a way that will be arranged in certain periods.

Regarding agricultural activities, uncontrolled subsistence agriculture is practiced in the region, and there is no support for rural development. A single market for agricultural and non-timber products tailored to the region's characteristics should be created, and local traditional products and marketing activities should be supported.

The region's uncontrolled agricultural activity creates an unsustainable impact on biodiversity and ecosystem carrying capacity. To eliminate this pressure, organic farming should be supported, local seeds should be diversified, training should be provided, and local collaborations should be strengthened.

No scientific management is applied in the management of the area. Optimal/sustainable agricultural production levels should be determined and monitored based on scientific approaches.

Regarding grazing activities, pastoral grazing and largely unplanned grazing are practiced in Uludag National Park. It was calculated that the number of animals allowed to graze in the area far exceeded the grazing capacity of the area. In this context, an optimal and sustainable grazing plan should be developed for the area.

There is no comprehensive data on the economic value of grazing activities in the area, and managers are insufficient and lack knowledge on this subject. For this reason, it is necessary to establish a detailed data set for the grass yield, carrying capacity, seasonal changes, and regional grazing characteristics of the area.

Inventory of non-timber forest products is an issue that deserves special attention. It was noted that there is currently no inventory or sub-plan for non-timber forest products in the National Park Region. No data on production and carrying capacity are available, and available data are minimal. A management plan for non-timber forest products, resource values, carrying capacity, and marketing opportunities must be developed immediately.

It was highlighted that there is no information on non-timber forest products inventory in the National Park Management Plan. A similar lack is observed in the Regional Forestry Directorate and the Regional Chiefdom plans. Local people collect products with economic value, such as mushroom species and chestnuts, without any registration system. This causes severe damage to medicinal-aromatic plants, endemic species, and biodiversity. A detailed inventory of non-timber forest products should be made in the area. It is essential to conduct multidisciplinary field studies in line with this objective. A mechanism for monitoring and tracking needs to be developed. A separate and specific budget plan for non-timber forest products and a management plan should be developed. Assistance from government officials is needed at this point. The budget plan to be prepared for funding and activities could be more functional in providing the necessary government support on a larger scale.

There is no certification and marketing system for local and natural products. Data management for non-timber products should be carried out with great seriousness. Research and development activities should be promoted with the financial support provided.

The benefits of UNP to the carbon economy are clear. Therefore, when designing or assigning areas such as National Parks, they should be taken into account not only for timber values but also for their role in carbon securization.

In the fieldwork analyzes to be carried out physically, the pollution that occurs in areas with excessive carbon accumulation will reflect the pollution created by the nearby settlement. Therefore, it is possible to determine the economic evaluation of the pollution caused by Bursa city industry with measurements to be made at different points in the UNP and Bursa center.

A contemporary management approach to biodiversity should be implemented in our country. First of all, the most approximate values should be revealed to the existing natural resource inventory through qualified environmental valuation studies. Management principles should be established where the values excluding usage rates are also taken into account. Benefits and costs should be determined by revealing biodiversity values, future profit acquisition and natural protection areas. In some cases, when making decisions between letting the natural resource to itself and declaring a natural protection area, methodological approaches in this study may be required. It is stated that there is a need for a supreme board consisting of agricultural engineers, ecologists, biologists, ecologists, ethnobotanists, health policy decision-makers, garden plants specialists, legal advisors, people responsible for national park management, pharmacologists, plant breeders, plant pathologists and resource economists in the natural resource management system, in which biodiversity is also taken into consideration.

It is seen that the economic benefits of the UNP related to the protection of water resources in the area are under threat by various risk factors (landslide, erosion, flooding, etc.). In this context, it has been determined that there is no risk action plan in the administrative units. It has been determined that no studies, examinations or measurements have been made for a factor that creates a large negative externality such as erosion. It has been observed that there is no study on the interaction of the area water source with biodiversity, carbon sequestration and other parameters. At this point, studies on field hydrology and their interactions with the research field will provide benefits for the holistic management of the field.

These conclusions and recommendations represents an approach to the total economic value and management practices of the UNP. It is clear that the area has biological and ecological benefits that have not yet been explained, and that the total economic value will increase when these benefits are revealed in other studies in the future.

Note: This study was produced from doctoral thesis.

Researchers Contribution Rate Statement Summary of Researchers

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

Conflict of Interests Statement

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

References

- Amacher, G.S., Ollikainen, M. and Koskela, E., 2009. Economics of Forest Resources. MIT Press, Cambridge. 424p.
- Anonymous, 2017a. https://data.worldbank.org/indicator/ER.LND.PTLD.ZS?end=2014&locations=TR&name_desc=true&start=1990&view=chart, (24.04.2023).
- Anonymous, 2017b. Protected Area Statistics. <https://www.protectedplanet.net/>, (24.04.2023).
- Boman, M., Jacobsen J.B., Strange N., Norman J., 2010. Forest amenity values and the rotation age decision: A Nordic perspective. *Ecological Bulletins*. 53: 7-20.
- Braden, J.B., Kolstad, C.D., 1991. Measuring the Demand for Environmental Quality. Elsevier, Amsterdam.
- BTOM, 2020. Bursa Directorate of Provincial Agriculture and Forestry. Bursa.
- Burgess, J. C., 2000. Economics of Tropical Forest Land Use. Doctoral Thesis. University College London, Department of Economics. Doctoral Thesis.
- Croituru, L., 2007. How Much are Mediterranean Forest Worth. *Forest Policy and Economics*. 9: 536-545.
- Daşkın, R., 2008. Flora of Uludağ Mountain. Bursa Uludağ University, Institute of Science, Department of Biology. Doctoral Thesis.
- Dixon, J.A., Scura L.F., Carpenter L.A. and Sherman P.B., 1994. Economic Analysis of Environmental Impacts. Earthscan, London.
- Erten, S., Gündüz, P., 2011. Peyzaj Planlama ve Kentsel Tasarımda Koruma-Kullanma için Yeni Bir Sistem Yaklaşımı Önerisi: Uludağ Milli Parkı ve Rejenerasyon. *Megaron*. 6(2): 109-122.
- Faustmann, M., 1849. On the determination of the value which forest land and immature stands possess for forestry. Reprinted in *Journal of Forest Economics*, 1(1995): 7-44.
- Gret-Regamey, A., Brunner, S.H. and Kienast, F., 2012. Mountain Ecosystem Services: Who Cares? *Mountain Resources and Development*. 32(s1): 23-34.
- Hartman, R., 1976. “The harvesting decision When a Standing Forest Has Value.” *Economic Inquiry*, 14: 52-8.
- Huber, R., Rigling, A., Bebi, P., Brand, F.S., Briner, S., Buttler, A., Elkin, C., Gillet, F., Gret-Regamey, A., Hirschi, C., Lischke, H., Scholz, R.W., Seidl, R., Spiegelberger, T., Walz, A., Zimmerman, W. and Bugman, H., 2013. Sustainable land use in mountain regions under global change: synthesis across scales and disciplines. *Ecology and Society*. 18(3): 36.
- Karacan, A. R., 2007. Çevre Ekonomisi ve Politikası. Ege Üniversitesi Yayınları. İzmir, Türkiye, 763s.
- Kroupova, Z.Z., Havlikova, M., Halova, P. and Maly, M., 2016. Economic Valuation of Mountain Landscapes and Ecosystems: A Meta-Analysis of Case Studies. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*. 8(3): 103-112.
- OECD, 1995. The Economic Appraisal for Environmental Projects and Policies- A Practical Guide. OECD, Paris.
- Özhatay, N., Byfield, A. ve Atay, S., 2003. Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları. Doğal Hayatı Koruma Vakfı Yayınları. İstanbul, Türkiye. 88s.
- Swallow, S.K., Sedjo, R.A., 2000. Eco-Labeling Consequences in General Equilibrium: A Graphical Assessment. *Land Economics*. 76: 28-36. doi: 10.2307/3147255
- Winpenny, J.T. 1991. Values for the Environment. A Guide to Economic Appraisal. Overseas Development Institute. HMSO, London.

Araştırma Makalesi

Bozcaada Toprakları-II (Toprak Özellikleri, Haritalama ve Sınıflandırma)

Yusuf Yiğini¹  Hüseyin Ekinci^{2*} 

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Land and Water Division (CBL), Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome (RM)

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Merkez – Çanakkale

*Sorumlu: hekinci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.11.2023

Kabul Tarihi: 12.12.2023

Öz

Bu çalışmada, Bozcaada topraklarının ayrıntılı toprak etüd haritalaması yapılmış ve 12 adet toprak serisi saptanmıştır. Bu serilere ait tipik toprak profilleri tanımlanarak horizon esasına göre toprak örnekleri alınmış ve seri düzeyinde ayrıntılı toprak haritası hazırlanmıştır. Bozcaada’da saptanan toprak serileri genellikle hafif-orta eğimli yamaç (konglomera, marn, kireç taşı, kum taşı, andezit), alüviyal ve kumul depozitleri üzerinde oluşmuştur. Bu serilerden Göztepe Serisi (769 ha) çalışma alanında saptanan en yaygın toprak serisi, ikincisi ise 492 ha alan ile Tuzburnu Serisidir. En dar alanı ise sırasıyla Habbele (142 ha), Çamlık (145 ha) ve Bizan Serisi (155 ha) toprakları oluşturmaktadır. Göztepe Serisi aynı zamanda çalışma alanında en yüksek ortalama eğime (% 12) sahiptir. Fener ve Ova Serisi toprakları ise ortalama % 3-5 eğim ile en düşük eğimli arazilerdir. Habbele Serisi Ada’nın en yüksek kireç içeriğine sahip topraklarıdır. Kil miktarı en fazla olan seri (% 35-51 kil) Yerebakan Serisi, en düşük olanı ise (% 8 den az) Çamlık ve Fener Serileri olarak belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesinin (KDK) en yüksek değeri (43.48 cmol kg⁻¹), Ayazma Serisinin yüzey horizonunda belirlenmiştir. Çamlık ve Fener Serileri % 90 ve daha fazla kum içermesi nedeniyle KDK değerleri oldukça düşük miktarda (3-5.5 cmol kg⁻¹) bulunmuştur. Toprak serilerinin yararışlı potasyum içerikleri Habbele, Saraya ve Ayazma Serileri dışındaki diğer serilerde az olarak saptanmıştır. Yararışlı fosfor miktarı tüm serilerin genellikle yüzey altında az veya çok az olarak saptanırken bazı serilerde yüzeyde yeterli olarak belirlenmiştir. Mikroelement içeriği neredeyse tüm toprak serilerinde yetersiz miktardadır. Tanımlanan toprak serileri toprak taksonomisinin Entisol ordosunun orthents, fluvents ve psamments, Inceptisol ordosunun ise xerepts alt ordoları içerisinde, WRB sistemine göre ise Fluvisols, Leptosols, Cambisols, Arenosols, Calcisols ve Regosols olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bozcaada, toprak etüd haritalama, sınıflandırma

The Soils of Bozcaada-II (Soil Characteristics, Mapping and Classification)

Abstract

In this study, detailed soil survey mapping of Bozcaada soils was made and 12 soil series were determined. Typical soil profiles of these series were defined, soil samples were taken on a horizon basis, and a detailed soil map was prepared at the series level. The soil series detected in Bozcaada were generally formed on slightly-medium sloped slopes (conglomerate, marl, limestone, sandstone, andesite), alluvial and dune deposits. Among these series, Göztepe Series (769 ha) is the most common soil series detected in the study area, and the second is Tuzburnu Series with an area of 492 ha. The narrowest area is Habbele (142 ha), Çamlık (145 ha) and Bizan Series (155 ha) lands, respectively. Göztepe Serie also has the highest average slope (12%) in the study area. Fener and Ova Series soils are the lowest sloped lands with an average slope of 3-5%. Habbele Series is the soil with the highest lime content on the island. The series with the highest clay amount (35-51% clay) was determined as the Yerebakan series, and the lowest (less than 8%) was determined as the Çamlık and Fener Series. The highest value of the cation exchange capacity (KDK) (43.48 cmol kg) was determined in the surface horizon of the Ayazma series. Since Çamlık and Fener Series contain 90% or more sand, their KDK values are quite low (3-5.5 cmol kg⁻¹) was determined. The useful potassium contents of the soil series were determined to be low in the other series except the Habbele, Saraya and Ayazma Series. While the amount of available phosphorus was generally determined to be low or very low in the subsurface of all series, it was determined to

be sufficient on the surface in some series Microelement content is insufficient in almost all soil series. The defined soil series are classified within the orthents, fluvents and psamments sub-orders of the Entisol order and the xerepts sub-orders of the Inceptisol order of soil taxonomy, and as Fluvisols, Leptosols, Cambisols, Arenosols, Calcisols and Regosols according to the WRB system.

Keywords: Bozcaada, soil survey mapping, classification

Giriş

Toprakların verimli ve sürdürülebilir kullanımı ancak, onların ayrıntılı olarak etüd edilip haritalanması ve sınıflandırılması ile mümkündür. Kendi toprak sınıflandırma sistemlerini geliştirmiş bazı ülkeler (Güney Afrika, Fransa, Rusya, Avustralya, Yeni Zelanda ve Almanya gibi) mevcut olmakla birlikte, ülkelerin bir çoğu da Eski Amerikan Toprak Sınıflandırma Sistemi (Baldwin ve ark., 1938) veya modern sınıflandırma sistemlerinden olan Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 1999) ve Dünya Toprak Kaynakları Referans Sistemi (WRB, 2014) gibi uluslararası sistemleri kullanmaktadırlar.

Türkiye’de ilk toprak sınıflandırma çalışmaları K. Ömer Çağlar tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, ülke topraklarının morfolojik özellikleri dikkate alınarak Türkiye Toprak Haritası oluşturulmuş ve çalışma sonucunda 11 farklı toprak grubu belirlenmiştir (Dinç ve ark., 1987). Sonraki yıllarda, Toprak Genel Müdürlüğü 1966-1971 yılları arasında Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Etüdlarini yürütmüştür. Bu çalışmada, tüm ülke toprakları 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak istikşafi düzeyde ele alınarak incelenmiştir. Haritalama ünitesi olarak 1938 Amerikan Toprak Sınıflandırma Sisteminin büyük toprak grupları ile arazi gözlemleriyle saptanan bunların önemli fazları (derinlik, eğim, taşlılık, aşınım derecesi vb) dikkate alınarak haritalar oluşturulmuştur. Saptanan veriler doğrultusunda iller bazında 1/100.000 ölçekli Toprak Kaynağı Envanter Haritası ve Raporu, 26 Büyük Su Toplama Havzası için de 1/200.000 ölçekli Havza Toprak Haritası ve Raporu hazırlanarak yayınlanmıştır. Bu çalışma, yoklama düzeyinde (istikşafi) olduğundan 1/25.000 ölçeğin olarak tanıdığı bütün ayrıntılara yer verilememiştir.

Türkiye’de yürütülen detaylı toprak etüd haritalama çalışmaları ve modern sınıflandırma sistemlerini içeren ayrıntılı çalışmalar, bazı büyük ovalar, devlete ait bazı tarım işletmeleri, yüksek lisans ve doktora tezleri gibi çalışmalar dışında ülke genelini kapsamamaktadır. Bunlara; Çukurova Bölgesi Toprakları (Dinç ve ark.,1995), Türkgeldi ve Tahirova (Anonim, 1986 a,b), Ceylanpınar (Anonim, 1992) vb. Devlet Üretim Çiftliği (DÜÇ) tarım işletmesi topraklarının detaylı toprak etüd haritalanması, Ekinci (1990), Çarpık (1998), Ekinci ve ark., (2004), Özcan ve ark., (2004), Yiğini (2006), Everest (2015) gibi çalışmalar örnek olarak verilebilir.

Ekinci (1990), yapmış olduğu doktora çalışmasında Türkiye Genel Toprak Haritasının toprak taksonomisine göre düzenlenebilme olanaklarını Tekirdağ örneğinde çalışmıştır. Çalışma sonucunda, Toprak Taksonomisinin Entisol, Inceptisol, Alfisol, Mollisol ve Vertisol ordolarına ait 10 adet alt ordo ve bunların 16 adet büyük toprak grubunu saptanmıştır. Sonuç raporunda, her bir büyük toprak grubunun oluşumu, önemli fiziksel, kimyasal ve mineralojik ortaya konulmuştur. Bunun yanında, söz konusu topraklar FAO/UNESCO sistemine göre 18 sınıf içerisinde sınıflandırılmıştır.

Bozcaada, coğrafi konumu nedeniyle turizm, bağcılık ve şarapçılık bakımından önemli bir merkezdir. Özellikle iklim ve toprağa bağlı olarak şarap kalitesinin öne çıktığı Ada’nın toprak özelliklerinin bilinmesi giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Bozcaada’nın ayrıntılı (seri ve fazları düzeyinde) toprak etüd haritalama çalışması yapılmış ve çalışma sonucunda üretilen detaylı toprak haritasında yer alan toprak serilerini temsil eden toprak profillerinin arazi gözlemleri ve laboratuvar analizlerine göre morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu veriler dikkate alınarak Bozcaada toprakları modern toprak sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

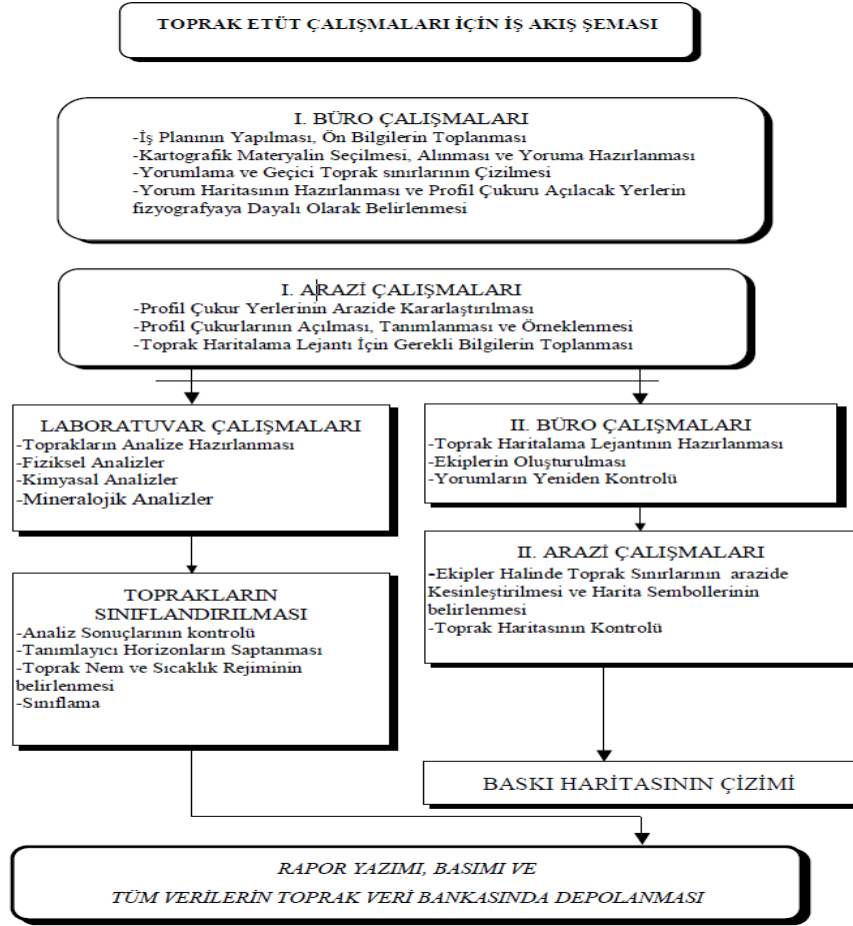
Bozcaada yaklaşık 36 km² yüz ölçümüne sahip, Çanakkale’nin bir ilçesidir (Şekil 1).



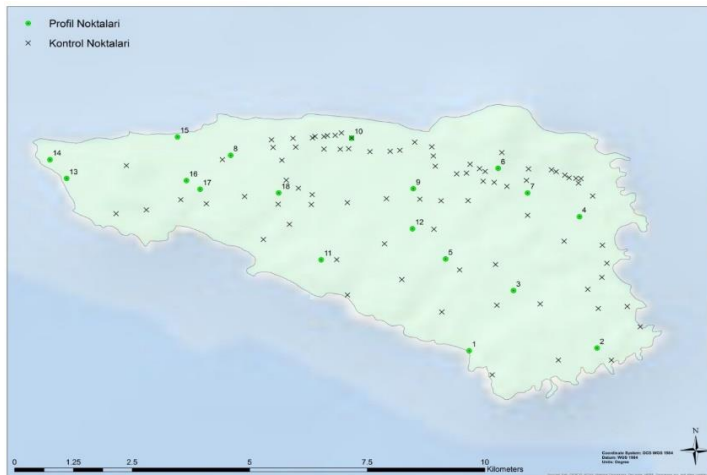
Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu
Figure 1. Geographical Location of the Study Area

Çalışmada toprak örnekleri temel materyal, çeşitli toprak, jeolojik ve topoğrafik haritalar ile hava fotoğrafları ise kartografik materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma alanına ait iklim, jeoloji ve topoğrafik özelliklere ait veri ve haritalar çalışmanın ilk bölümünü içeren “Bozcaada Toprakları-I (iklim-jeoloji-topoğrafy) adlı makalede (Yiğini ve Ekinci, 2018) sunulmuştur. Çalışmanın bu bölümünde ise, tanımlanan 12 adet toprak serisine ait toprak profillerinden alınan toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri, haritalanması ve sınıflandırılması ele alınmıştır. Bu amaçla yürütülen toprak etüd çalışması sonucunda belirlenen 12 adet toprak serisini temsil eden toprak profilleri morfolojik olarak incelenmiş ve horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır (Soil Survey Staff, 1993). Çalışma alanına ait kartografik materyallerin işlenmesi ve yorumlanmasında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yazılımları kullanılmıştır. Topoğrafik haritaların sayısallaştırılmasında işlenmesinde, hava fotoğraflarının analizlerinde, toprak veri tabanlarının hazırlanmasında, dijital yükseklik modeli, yöney, eğim haritası, topoğrafik nemlilik indeksi katmanı ve sayısal toprak haritasının üretilmesinde ArcGIS 10.2 (ESRI, 2014) ve SAGA GIS (2014) coğrafi bilgi sistemleri ve ERDAS IMAGINE (2010) uzaktan algılama yazılımları kullanılmıştır.

Toprak örneklerinin rengi Japon tipi Munsell renk skalası ile, toprak pH’sı 1:2.5 toprak- su karışımında 420A model Orion marka pH-metre ile, kireç miktarı Scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume, 1966), organik karbon miktarı Smith – Weldon metoduna (Nelson ve Sommers, 1996), aktif kireç Drvineau-Galet yöntemi ile (Galet, 1979), toprak tekstürü hidrometre yöntemi ile (Bouyoucous,1951), katyon değişim kapasitesi sodyum asetat yöntemiyle (USDA, 1954) belirlenmiştir. Makro ve Mikro Element analizleri Mechlich- III ekstraksiyon yöntemi ile ICP-MS aletinde yapılmış ve konsantrasyonları ppm olarak sunulmuştur (Mehlich, 1984). Çalışma alanına ait arazilerde yapılan ayrıntılı haritalama ve etüd çalışmalarında, haritalama ünitesi olarak toprak serileri ve bunların önemli fazları dikkate alınmıştır (Soil Survey Staff, 1993). Toprak etüd ve haritalama çalışmasında izlenen yöntem Şekil 2 de (Dinç ve Şenol, 1997), çalışmada açılan toprak profillerinin ve kontrol noktalarının yerleri ise Şekil 3 de sunulmuştur.



Şekil 2. Toprak etüd haritalama çalışmaları için iş akış diyagramı (Dinç ve Şenol, 1997).
Figure 2. Workflow diagram for soil survey mapping studies (Dinç and Şenol, 1997).



Şekil 3. Çalışma alanında açılan toprak profillerinin yeri ve kontrol noktaları
Figure 3. Location and control points of soil profiles opened in the study area



Şekil 5. Çalışma alanında saptanan toprak serilerinin çevresi ve profil görünüşleri.
Figure 5. Surroundings and profile views of the soil series detected in the study area.

Toprak profillerinin bazı morfolojik ve fiziksel özellikleri (Çizelge 1), toprak serilerini temsil eden toprak profillerine ait bazı kimyasal özellikler ise Çizelge 2 de sunulmuştur.

Çizelge 1. Toprak serilerine ait profillerin bazı morfolojik ve fiziksel özellikleri
Table 1. Some morphological and physical properties of profiles of soil series

| Seri adı ve sembolü | Horizon | Derinlik (cm) | Renk(nemli) | Strüktür | Kıvam(kuru, nemli, yaş) | Bünye (kil) (%) | Kireç | Ana Materyal |
|---------------------|---------|---------------|-------------|----------|-------------------------|-----------------|--------|--------------|
| Yerebakan (Yb) | A | 0-16 | 2.5 YR 4/5 | o o gr | yu ge ay ap | SCL 24.19 | | |
| | AB | 16-41 | 2.5 YR 3/5 | o o ykb | çst çsk çy çp | C 45.20 | az | |
| | Bw | 41-75 | 2.5 YR 3/4 | kv o ykb | çst çsk çy çp | C 53.05 | az | Kireçtaşı |
| | C | 75-124 | 2.5 YR 3/4 | ms | çst çsk çy çp | C 53.20 | az | Andezit |
| Tuzburnu (Tb) | A | 0-18 | 5 YR 3/4 | o kç gr | yu ge ay ap | SCL 44.48 | az | Kireçtaşı |
| | R | 18+ | - | - | - | - | - | - |
| Bozcaada Bz | Ap | 0-12 | 10 YR 5/4 | z kç gr | yu ge ay ap | SCL 23.04 | - | Alüviyal |
| | A1 | 12-45 | 10 YR 3/4 | o o ykb | yu ge ay ap | CL 31.77 | az | |
| | 2A | 45-75 | 10 YR 3/3 | k o ykb | st çsk y p | SCL 31.83 | az | |
| | 2C1 | 75-106 | 10 YR 4/4 | ms | st sk y p | CL 27.82 | orta | |
| Göztepe (Gz) | A | 0-14 | 10 YR 4/6 | z kç gr | d d yd pd | SL 15.00 | çok az | |
| | AC | 14-30 | 10 YR 4/6 | teksel | d d yd pd | SL 17.17 | çok az | Kum taşı |
| | C | 30-39 | 10 YR 4/6 | teksel | d d yd pd | SL 12.93 | çok az | |
| Ova (Ov) | Ap | 0-20 | 10 YR 3/6 | z çkç gr | yu ge ay pd | SL 16.55 | az | |
| | C | 20-52 | 10 YR 4/4 | ms | yu ge ay pd | SCL 31.93 | az | |
| | 2A | 52-80 | 10 YR 4/6 | z gr | hst sk ay ap | SCL 33.84 | az | |
| | 2AC | 80-108 | 10 YR 4/6 | ms | hst sk ay ap | SCL 29.35 | orta | |
| | 2Ck | 108+ | 10 YR 6/6 | ms | st sk ay p | C 42.49 | çok | Alüviyal |
| Bizan (Bn) | Ap | 0-21 | 10 YR 4/4 | z kç gr | yu ge ay ap | SL 19.60 | orta | |
| | 2A | 21-45 | 10 YR 4/4 | z o ykb | yu ge ay ap | L 22.71 | orta | |
| | 2C | 45-71 | 10 YR 4/4 | ms | yu ge ay ap | L 20.69 | çok | |
| | 3A | 71-87 | 10 YR 4/3 | o o ykb | yu sk ay ap | L 25.38 | çok | |
| | 3C | 87-100 | 10 YR 4/4 | ms | yu ge ay ap | SCL 20.99 | çok | |
| | 4A | 100-127 | 10 YR 4/4 | o o ykb | yu sk ay ap | CL 32.91 | çok | |
| | 4Cg | 127+ | 2.5 Y 5/4 | ms | yu sk y p | CL 39.31 | çok | Alüviyal |
| Azmak (Az) | C | 0-61 | 2.5 Y 5/4 | teksel | d ge yd pd | LS 8.82 | çok az | |
| | 2C | 61-80 | 2.5 Y 5/4 | teksel | d ge yd pd | SL 14.25 | çok az | |
| | A | 80-101 | 10 YR 4/3 | o o ykb | d ge ay ap | SCL 20.85 | orta | |
| | R | 101+ | - | - | - | - | - | Kireç taşı |
| Ayazma (Ay) | A1 | 0-22 | 10 YR 3/1 | k o gr | st sk y p | CL 28.66 | orta | |
| | A2 | 22-55 | 10 YR 3/3 | o o ykb | yu sk ay ap | CL 38.67 | orta | |
| | C1 | 55-79 | 10 YR 3/3 | ms | st sk y p | C 41.14 | orta | |
| | C2 | 79-102 | 10 YR 4/5 | ms | st sk y p | C 42.73 | çok | Kireç taşı |
| Çamlık (Ça) | C | 0-24 | 7.5 YR 5/5 | teksel | d d yd pd | S 3.85 | az | |
| | 2AC | 24-33 | 10 YR 5/6 | teksel | d d yd pd | LS 7.92 | az | |
| | 2C | 33-44 | 10 YR 5/4 | - | d d yd pd | S 7.90 | az | |
| | 3Cr | 44-68 | 10 YR 4/5 | - | d yu ge ay ap | SCL 23.18 | çok | Kireç taşı |
| Fener (Fe) | C | 0-27 | 2.5 Y 6/5 | teksel | d d yd pd | S 5.85 | | |
| | 2C | 27-82 | 2.5 Y 6/4 | teksel | d d yd pd | S 3.85 | | Kumtaşı |
| | 3C | 82-99 | 10 YR 5/5 | teksel | d d yd pd | LS 5.90 | | Kireç taşı |
| Habbele (Hb) | Ap | 0-16 | 10 YR 5/6 | z kç gr | yu ge ay ap | SCL 21.66 | aşırı | |
| | AC | 16-40 | 10 YR 5/6 | o o ykb | hst hsk ay ap | SCL 33.36 | aşırı | |
| | Cr | 40-60 | 7.5 YR 5/5 | ms | - | SCL 30.35 | aşırı | Kireç taşı |
| Saraya (Sr) | Ap | 0-12 | 10 YR 5/4 | o o gr | yu ge ay ap | SCL 22.19 | aşırı | |
| | A2 | 12-34 | 10 YR 4/4 | z o ykb | hst sk y p | SCL 25.23 | aşırı | |
| | AC | 34-41 | 10 YR 5/4 | o o ykb | hst sk y p | SCL 31.86 | aşırı | |
| | R | + | - | - | - | - | - | Kireç taşı |

Strüktür: z-zayıf, o-orta, k-kuvvetli, gr-granüler, ykb-yarı köşeli blok, ms-masif, kç-küçük, çkç-ms çok küçük

Kıvam: d-dağılgan, yu-yumuşak, ge-gevşek, ay- az yapışkan, ap- az plastik, st- sert, çst-çok sert, çsk-çok sıkı, çy- çok yapışkan, çp-çok plastik, yd- yapışkan değil, pd- plastik değil. **Tekstür:** C-kil, SCL- kumlu kil tın, S-kum, L-tın, Si-silt, CL- killi tın, SL- kumlu tın. **Renk:** Kuru

Çizelge 2. Toprak serilerine ait profillerin bazı kimyasal özellikleri
Table 2. Some chemical properties of profiles of soil series

| Seri | Hor. | Akt.kir (%) | OM (%) | pH 1:2.5 t.su | KDK cmolk ⁻¹ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg | Ca | Na | Fe mgkg ⁻¹ | Zn | Cu | Mn | B | Mo |
|-----------|------|-------------|--------|---------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------|---------|----------|-----------------------|-------|-------|-------|---------|---------|
| Yerebakan | A | 0.35 | 0.41 | 7.35 | 16.37 | 8.69 | 86.73 | 158.74 | 914.07 | 63.01 | 1.312 | 0.269 | 0.036 | 5.935 | 0.063 | 0.496 |
| | AB | 0.38 | 0.76 | 8.03 | - | 1.71 | 655.85 | 1349.47 | 9576.27 | 54525.69 | 0.548 | 0.021 | 0.023 | 3.829 | 0.021 | 0.129 |
| | Bw | 0.67 | 0.59 | 7.86 | 35.61 | 1.17 | 196.26 | 811.58 | 5346.67 | 398.06 | 0.504 | 0.019 | 0.018 | 2.695 | 0.029 | 0.048 |
| | C | - | 0.43 | 8.30 | 36.30 | 1.45 | 110.52 | 743.16 | 5631.30 | 409.54 | 0.820 | 0.022 | 0.022 | 4.068 | 0.016 | 0.009 |
| Tuzburun | A | 0.95 | 5.20 | 8.03 | 20.38 | 11.94 | 249.36 | 171.79 | 3610.36 | 69.90 | 1.516 | 0.313 | 0.019 | 3.936 | 0.028 | 0.006 |
| Göztepe | A | 0.1 | 2.16 | 7.46 | 14.80 | 14.79 | 125.66 | 202.84 | 2504.50 | 71.20 | 1.735 | 0.195 | 0.017 | 5.675 | 0.043 | 0.010 |
| | AC | 0.5 | 1.05 | 7.10 | 1.50 | 6.82 | 10.24 | 3.22 | 244.13 | 52.53 | 1.434 | 0.045 | 0.010 | 6.984 | <0.0005 | 0.006 |
| | C | - | 0.43 | 7.02 | 12.48 | 4.03 | 34.91 | 143.68 | 2196.41 | 56.82 | 0.896 | 0.036 | 0.007 | 3.762 | <0.0005 | 0.001 |
| Bozcaada | Ap | 0.0 | 1.40 | 7.19 | 17.39 | 71.88 | 90.86 | 128.11 | 1178.29 | 51.43 | 2.164 | 0.261 | 0.220 | 2.625 | 0.124 | <0.0003 |
| | A2 | 0.1 | 0.81 | 7.14 | 22.35 | 49.16 | 72.66 | 402.95 | 3704.21 | 81.89 | 4.107 | 0.098 | 0.119 | 5.075 | 0.067 | <0.0003 |
| | 2A | 0.1 | 0.75 | 7.49 | 23.16 | 7.46 | 76.20 | 326.63 | 4027.60 | 91.77 | 3.639 | 0.030 | 0.067 | 3.538 | 0.032 | <0.0003 |
| Ova | Ap | 0.3 | 1.67 | 7.12 | 9.83 | 40.77 | 117.70 | 257.79 | 1419.05 | 74.10 | 7.126 | 0.254 | 0.224 | 9.132 | <0.0005 | 0.001 |
| | C | 0.3 | 1.03 | 7.30 | 23.50 | 2.78 | 79.45 | 574.74 | 3594.03 | 143.60 | 2.955 | 0.032 | 0.061 | 11.92 | <0.0005 | 0.017 |
| | 2A | 0.5 | 0.86 | 7.75 | 40.44 | 2.13 | 73.55 | 500.32 | 7105.44 | 150.79 | 1.568 | 0.025 | 0.042 | 4.626 | 0.045 | 0.011 |
| | 2AC | 0.2 | 0.55 | 7.47 | 39.66 | 1.39 | 74.14 | 502.53 | 6917.73 | 182.45 | 1.734 | 0.023 | 0.040 | 4.484 | 0.079 | 0.012 |
| Bizan | Ap | 1.1 | 1.40 | 7.76 | 25.86 | 7.12 | 75.61 | 378.95 | 4414.25 | 116.54 | 3.110 | 0.126 | 0.067 | 5.006 | 0.029 | 0.001 |
| | 2A | 2.0 | 1.12 | 7.48 | 36.50 | 4.46 | 76.50 | 715.79 | 5874.10 | 249.66 | 2.567 | 0.040 | 0.060 | 2.474 | 0.096 | 0.002 |
| | 2C | 2.0 | 0.66 | 8.24 | 35.64 | 3.26 | 60.18 | 745.26 | 5610.90 | 307.68 | 1.917 | 0.036 | 0.052 | 2.980 | 0.039 | <0.0003 |
| | 3A | 2.2 | 0.73 | 8.16 | 38.33 | 2.10 | 58.31 | 998.95 | 5659.86 | 392.17 | 1.404 | 0.015 | 0.048 | 2.877 | 0.048 | <0.0003 |
| | 3C | 2.2 | 0.55 | 8.05 | 39.18 | 1.35 | 51.92 | 993.68 | 5884.30 | 343.53 | 1.278 | 0.024 | 0.031 | 1.683 | 0.050 | <0.0003 |
| Azmak | 4A | 3.4 | 0.64 | 8.00 | - | 1.02 | 54.18 | 1429.47 | 5995.50 | 56622.83 | 0.862 | 0.030 | 0.042 | 1.746 | 0.127 | <0.0003 |
| | 2C | 0 | 0.46 | 7.33 | 6.77 | 23.96 | 43.81 | 91.05 | 1126.26 | 66.31 | 1.190 | 0.046 | 0.043 | 3.775 | <0.0005 | <0.0003 |
| Ayazma | 3A | 0.2 | 0.63 | 7.63 | 20.10 | 14.58 | 79.06 | 225.68 | 3552.21 | 71.10 | 2.151 | 0.060 | 0.076 | 3.796 | <0.0005 | <0.0003 |
| | A1 | 1.7 | 2.80 | 7.44 | 43.48 | 9.22 | 684.37 | 581.05 | 7322.73 | 89.88 | 1.091 | 0.464 | 0.035 | 3.828 | 0.038 | 0.003 |
| | A2 | 2.2 | 1.06 | 7.42 | 26.25 | 1.86 | 236.18 | 208.11 | 4719.27 | 86.28 | 0.756 | 0.028 | 0.040 | 3.921 | <0.0005 | 0.002 |
| | C1 | 2.2 | 0.72 | 7.74 | 19.08 | 2.73 | 108.55 | 133.58 | 3481.82 | 72.40 | 1.689 | 0.015 | 0.041 | 4.934 | <0.0005 | 0.004 |
| Çamlık | C2 | 2.0 | 0.48 | 7.71 | 28.05 | 2.19 | 149.36 | 195.26 | 5145.70 | 85.08 | 1.873 | 0.022 | 0.047 | 5.545 | <0.0005 | 0.001 |
| | C | - | 0.27 | 7.42 | 2.96 | 2.30 | 40.17 | 34.61 | 471.42 | 50.83 | 1.140 | 0.016 | 0.004 | 2.250 | <0.0005 | <0.0003 |
| | 2AC | - | 0.43 | 7.09 | 5.10 | 2.28 | 74.14 | 95.05 | 769.20 | 66.81 | 2.299 | 0.021 | 0.007 | 8.562 | <0.0005 | <0.0003 |
| | 2C | - | 0.29 | 7.25 | 4.53 | 1.29 | 65.39 | 69.89 | 696.77 | 70.20 | 1.397 | 0.014 | 0.005 | 3.066 | <0.0005 | <0.0003 |



Tablo 2.
nin devamı

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----|------|------|------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| Fener | C | 2.1 | 0.52 | 7.69 | 17.76 | 10.49 | 37.87 | 68.11 | 3375.72 | 58.02 | 0.881 | 0.256 | 0.003 | 1.431 | 0.002 | <0.0003 |
| | 2C | - | 0.34 | 7.60 | 7.91 | 3.67 | 31.70 | 18.24 | 1489.44 | 56.52 | 1.233 | 0.080 | 0.003 | 0.924 | 0.003 | <0.0003 |
| | 3C | - | 0.23 | 7.46 | 5.40 | 2.54 | 94.30 | 37.69 | 908.97 | 71.50 | 1.965 | 0.017 | 0.005 | 2.291 | <0.0005 | <0.0003 |
| Habbele | Ap | 17.4 | 1.56 | 7.58 | 33.89 | 6.34 | 276.70 | 190.95 | 6240.34 | 105.56 | 0.772 | 0.083 | 0.068 | 6.434 | <0.0005 | <0.0003 |
| | AC | 20.0 | 1.17 | 7.57 | 35.92 | 1.30 | 206.29 | 243.79 | 6600.45 | 99.06 | 1.163 | 0.020 | 0.025 | 8.133 | <0.0005 | <0.0003 |
| | Cr | 20.2 | 0.92 | 7.60 | 34.00 | 1.89 | 127.43 | 216.84 | 6290.33 | 111.35 | 1.107 | 0.030 | 0.019 | 5.585 | <0.0005 | <0.0003 |
| Saraya | Ap | 20.0 | 1.72 | 7.61 | 33.84 | 11.72 | 296.85 | 182.11 | 6242.38 | 96.77 | 1.205 | 0.463 | 0.032 | 7.553 | <0.0005 | <0.0003 |
| | A2 | 20.5 | 1.34 | 7.47 | 34.45 | 2.29 | 191.35 | 188.42 | 6401.52 | 102.46 | 0.518 | 0.066 | 0.032 | 6.244 | <0.0005 | <0.0003 |
| | AC | 22.5 | 0.83 | 7.71 | 38.34 | 1.38 | 147.69 | 272.00 | 7055.45 | 114.94 | 0.634 | 0.023 | 0.015 | 4.176 | <0.0005 | <0.0003 |



Bozcaada temel toprak haritasını oluşturan toprak serileri ve Bozcaada'nın (SRTM 100 m) yükseklik verisi kullanılarak yükseklik ve eğim haritaları hazırlanmıştır (Yiğini ve Ekinci, 2018). Bu sayısal veriler yardımıyla zonal istatistikler hesaplanmış ve toprak serilerinin toplam alanı ile ortalama eğimleri ve yükseklikleri belirlenerek Çizelge 3 de sunulmuştur.

Çizelge 3. Çalışma alanı toprak serilerinin alanı, eğim ve yükseklik durumları
Table 3. Area, slope and elevation conditions of the study area soil series

| <i>Seri Adı</i> | Alan (ha) | Ortalama eğim (%) | Ortalama yük. (m) |
|------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| <i>Habbele</i> | 142.25 | 7.09 | 41.17 |
| <i>Saraya</i> | 236.70 | 6.44 | 49.18 |
| <i>Yerebakan</i> | 272.98 | 8.72 | 47.63 |
| <i>Tuzburnu</i> | 492.40 | 9.00 | 42.70 |
| <i>Göztepe</i> | 769.26 | 12.10 | 51.83 |
| <i>Bozcaada</i> | 249.65 | 5.81 | 22.12 |
| <i>Bizan</i> | 155.93 | 5.49 | 38.93 |
| <i>Azma</i> | 421.13 | 3.30 | 26.82 |
| <i>Ova</i> | 221.58 | 5.32 | 29.35 |
| <i>Ayazma</i> | 377.50 | 7.72 | 50.31 |
| <i>Çamlık</i> | 145.99 | 3.73 | 40.78 |
| <i>Fener</i> | 176.23 | 3.31 | 18.68 |
| <i>Yerleşim</i> | 37.15 | 6.57 | 19.66 |

Çalışma alanında saptanan toprak serilerini temsil eden toprak profillerine ait özellik ve tanımlamalar yukarıdaki şekil ve çizelgelerde sunulmuştur. Bunlar; toprak profillerinin görüntüleri, bazı fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri, toprak serilerinin kapladığı toplam alanlar ile ortalama eğim ve yükseklik durumlarıdır. Bu özelliklerin tümü dikkate alınarak söz konusu serilerin bazı temel karakteristikleri aşağıda belirtilmiştir.

Toprak Serileri ve özellikleri

Ayazma Serisi Toprakları (Ay)

Ayazma Serisi toprakları, Adanın güneyinde yer alır ve yaklaşık 380 ha alan kaplamaktadır. Arazi eğimi % 0.5- % 3 arasında değişmektedir. Bu seriye ait arazilerin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 50 m'dir. Seri toprakları derin bir profil yapısına sahip olup konglomera ve kalker üzerinde oluşmuştur. Toprak pH'sı profil boyunca 7.44-7.71 arasında, organik karbon içeriği ise yüzeyde % 2.80 ile Adanın diğer bölgelerine göre oldukça yüksektir. Seri topraklarında herhangi bir tuzluluk ve drenaj problemine rastlanmamıştır. Yüzeyden derine doğru kireç içeriği %4-7 arasında değişmektedir. Bağcılıkta önemli bir faktör olan aktif kireç ise en fazla %2.2 olarak saptanmıştır. Tekstür yüzeyde kiltın, alt horizonlarda kil bünyeye sahiptir. Ayazma serisi Bozcaada'nın güneydoğusu boyunca uzanan ve aktif olmayan fayın bir kısmını kapsamaktadır.

Azmac Serisi Toprakları (Az)

Bu seri toprakları yaklaşık 421 ha ile Tuzburnu Serisinden sonra en geniş alanı kaplamaktadır. Genellikle alüvyon alanlarda yayılım göstermektedir. Profilinde horizon dizimi C-A-R şeklindedir. Yüzye de bulunan kaba bünyeli C horizonunun altında 80 cm derinlikte gömülü bir A horizonu bulunmaktadır. Bu seri toprakları ortalama % 3 civarında eğime sahip olup çalışma alanının en düz arazileridir ve deniz seviyesinden ortalama 27 m yüksekliktedirler Yüzye toprağı kumlu tın bünye, altta ise tekstür kumlu killi tındır. Ana kaya marn olmasına rağmen üzerinde oluşan ve taşınarak gelen toprağın toplam kireç içeriğı tahmin edilenden daha azdır. Aktif kireç içeriğı ise yüzye de 0 iken alttaki A horizonunda % 2 olarak saptanmıştır.

Bızan Serisi Toprakları (Bn)

Arazi kullanımının bağı ve zeytin olduğı yaklaşık 156 ha alan kaplayan bu seri toprakları ortalama % 5.5 eğime sahiptir. Toprak reaksiyonu (pH) 7.89'a kadar yükselebilmektedir ve kireç içerikleri % 2'den fazladır. Toprak bünyesi yüzye de kumlu tın, alt horizonlarda ise kumlu kil tın ve kil tındır.

Bozcaada Serisi Toprakları (Bz)

Bu seri toprakları derin profilli, yaklaşık 250 ha alana yayılan, bağıcılık yanında küçük ölçekli sebze tarımının da yapıldığı tamamen düz arazilerden oluşmaktadır. Alüviyal ana materyal üzerinde oluşmuşlardır ve ortalama eğim yaklaşık % 6, deniz seviyesinden yükseklik 22 metre civarındadır. Profilinde Azmac serisinde olduğı gibi gömülü A horizonu içermektedir.

Çamlık Serisi Toprakları (Ça)

Batısında Fener Serisi, kuzeyinde ise Ova Serisi arazilerine komşu olan bu seri toprakları yaklaşık 146 ha alanda yayılım göstermektedir. Yüzye de kil tın, alt horizonlarda kumlu kil tın bünye baskındır. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliğı 40 m, ortalama eğimi ise % 4 civarındadır.

Fener Serisi Toprakları (Fe)

Fener Serisi toprakları yaklaşık 176 ha alana yayılmaktadır. Ortalama eğimi % 3 ve deniz seviyesinden ortalama yüksekliğı ise yaklaşık 19 m'dir. Bozcaada'nın batı ucunda yer alan hareketli kumullardan oluşan Fener Serisi C-2C-3C horizon dizilimindedir. Toprak gelişiminin çok zayıf olduğı, tarımsal açıdan verimsiz arazilerden oluşmaktadır. Herhangi bir tarımsal faaliyetin yapılmadığı bu seri toprakları üzerinde bitki örtüsün aralıklı doğal otlar ve çalılıklardan oluşmaktadır.

Bozcaada'nın batı kısmında % 6'lık bir bölüm, kabaca üçgen şekilli kıyı kumulları tarafından kaplanmaktadır. Kumul morfolojisi genel olarak fincan şekilli deflasyon çukurları kumul sırtları ve bunların arasındaki deflasyon olukları ile temsil edilmektedir. İklim (özellikle rüzgar) koşulları, kıyı kumullarının taşınması ve kumul morfolojisinin şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bunun sonucu olarak kumul sırtları ve depresyonlarının uzanım doğrultuları ile rüzgar frekansları arasında iyi bir uyum vardır. Kıyı kumul alanının güney ve güneybatı kesimleri 1962-2008 yılları arasında bitki örtüsü ile kaplanmış, 2008 yılı sonrasında ise kumul alanının önemli bir bölümü kumul vejetasyonu ile örtülmüştür. Bozcaada'da yaz aylarında şiddetlenmekle birlikte Thornthwaite su bilançosuna göre 6 ay su açığı yaşanmaktadır. Bu durum, toprak içerisindeki nem miktarını minimuma indirmekte ve kumulların rüzgar ile kolay taşınabilir bir hale gelmesine neden olmaktadır. Hakim rüzgar yönü haziran dışındaki tüm aylarda ve yıllık ortalama kuzey kuzeydoğı yönündedir (Öztürk ve ark., 2011).

Göztepe Serisi Toprakları (Gz)

Göztepe Serisi toprakları Bozcaada'nın en fazla eğime sahip arazilerini kapsayan, sığ bir toprak profiline sahip, genellikle andezit ve konglomera üzerinde oluşmuştur. Yaklaşık 770 ha bir alana sahip bu seri topraklarında ortalama eğim % 12 civarında olmakla birlikte yer yer % 61'e kadar çıkabilmektedir. Adanın en yüksek noktası olan Göztepe (187 m) bu seri içerisinde yer almaktadır. Hakim bitki örtüsü Göztepe ve eteklerinde seyrek doğal vejetasyon (abdesbozan vb) iken, güneyde düşük eğimli yamaç arazilerde ise bağlar yer almaktadır. Toprak profili genellikle kumlu tekstürlü olup kireç içerikleri düşüktür.

Habbele Serisi Toprakları (Hb)

Bu seri toprakları Ada'nın güney batısında 143 hektarlık bir alanda yayılım gösteren bu seri toprakları konglomera, marn ve bazı bölgelerde alüvyonlar üzerinde oluşmuştur. Ortalama eğim % 7-8 arasında olup deniz seviyesinden yaklaşık 42 m yükseklikte olan arazilerde yer almaktadır. Arazi kullanımında bağıcılık baskındır. Ana materyal özelliklerine bağılı olarak Ada'nın en yüksek kireç

içeriğine (% 35-51) sahip bölgesidir. Bunun yanında aktif kireç içeriği de profil boyunca % 20 ye kadar yükselmektedir. Toprak bünyesi profil boyunca kumlu kil tındır.

Ova Serisi Toprakları (Ov)

Bu seri Ada'da bağcılığın en yoğun olduğu kısım olup yaklaşık 222 ha alana yayılmaktadır. Bu seri arazileri deniz seviyesinden ortalama 30 m yükseklikte ve ortalama % 5 eğime sahiptir. Söz konusu seri toprakları, temel toprak haritasında derinlik fazı ile ayrılmış iki haritalama ünitesinden oluşmaktadır. Ana materyal konglomera, kumtaşı ve marn karışımından oluşmaktadır. Toprak profili derin ve yüzey altında gömülü A horizonu barındırmaktadır. Toprak bünyesi yüzeyde kumlu tın, yüzey altı horizonlarda kumlu kil tın ve Ck horizonunda kildir. Yüzeyden itibaren yaklaşık 1 metreye kadar kireç oldukça düşük iken bu noktadan sonra % 25'e kadar yükselmektedir.

Saraya Serisi Toprakları (Sr)

Saraya Serisi toprakları deniz seviyesinden yaklaşık 50 m yükseklikte konglomera ve kumtaşı üzerinde oluşmuştur. Söz konusu seri toprakları yaklaşık 237 ha alana yayılmış olup, komşu olduğu Habbele Serisine oldukça benzer özelliktedir ve oldukça kireçli bir profile sahiptir. Profilinde toplam kireç % 52'ye kadar yükselmektedir

Tuzburnu Serisi Toprakları (Tz)

Tuzburnu Serisi kapladığı yaklaşık 492 ha alan ile çalışma alanında saptanan en yaygın toprak serisidir. Oldukça sığ ve A-R horizon dizilimli profile sahip seri toprakları, mermer ve kristalin kalker ana kayası üzerinde oluşmuştur. Ana kaya kireçtaşı olması nedeniyle toprak rengi kırmızıdır. Tuzburnu Serisi arazilerinin eğimi % 9-34 arasında değişmekte olup deniz seviyesinden ortalama 43 m yükseklikte yer almaktadır. Sığ toprak profilinde organik madde içeriği % 5 civarındadır. Yüzey taşlılığının fazla olduğu seri topraklarında, köklü kireç taşı kayaçları yüzeyde görülmektedir.

Yerebakan Serisi Toprakları (Yb)

Yerebakan Serisi toprakları Ada'nın güney doğusunda yayılım göstermekte ve 273 ha alan kaplamaktadır. Tuzburnu Serisi ile komşu olan bu seriye ait topraklar oldukça derin bir toprak profiline sahiptir. Seri arazilerinin ortalama eğimi % 9 civarında olup deniz seviyesinden ortalama yüksekliği yaklaşık 48 m'dir. Profilleri boyunca kireç içerikleri çok az olup toprak bünyesi yüzeyde kumlu kil tın, alt horizonlarda ağır bünye (kil içeriği % 53) baskındır.

Çizelge 4. Bozcaada topraklarının sınıflandırılması

Table 4. Classification of Bozcaada soils

| Seri Adı | Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) | Dünya Toprak Kaynakları Referans Sistemine (WRB, 2014) |
|-----------|--|--|
| Habbele | Typic Xerorthents | Haplic Leptosols |
| Yerebakan | Typic Haploxerepts | Haplic Cambisols |
| Saraya | Lithic Calcixerepts | Leptic Calcisols |
| Tuzburnu | Lithic Xerorthents | Lithic Leptosols |
| Göztepe | Typic Xerorthents | Haplic Regosols |
| Bozcaada | Typic Xerofluvents | Haplic Fluvisols |
| Bizan | Typic Xerofluvents | Thapto-Haplic Fluvisols |
| Azmaç | Typic Xerofluvents | Thapto-Haplic Fluvisols |
| Ova | Typic Xerofluvents | Thapto-Haplic Fluvisols |
| Ayazma | Typic Haploxerepts | Haplic Cambisols |
| Çamlık | Typic Xeropsamments | Haplic Arenosols |
| Fener | Typic Xeropsamments | Haplic Arenosols |

Bozcaada Topraklarının Sınıflandırılması

Bozcaada'da yürütülen detaylı toprak etüd haritalama çalışması sonucunda belirlenmiş olan 12 adet toprak serisine ait toprak profillerinin morfolojik gözlem ve laboratuvar analiz sonuçlarına göre, Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) ve Dünya Toprak Kaynakları Referans Sistemine (WRB, 2014) göre yapılan sınıflandırması Çizelge 4 de sunulmuştur. Bozcaada toprakları genellikle hafif-orta eğimli yamaç (konglomera, marn, kireç taşı, kum taşı, andezit), alüviyal ve kumul depozitleri üzerinde oluşmuştur. Bu nedenle, Çizelgeden de görüleceği üzere Bozcaada toprakları toprak taksonomisinin fazla bir toprak profil gelişiminin gözlenmediği Entisol ordosuna ait orthents, fluvents ve psamments alt ordoları ile bunlara göre daha ileri ve derin bir profil gelişiminin olduğu Inceptisol ordosuna ait xerepts alt ordosu belirlenmiştir. WRB sistemine göre ise, söz konusu toprak serilerinin 4 tanesi Fluvisols, ikişer tane olmak üzere Leptosols, Cambisols ve Arenosols, birer tanesi de Calcisols ve Regosols olarak sınıflandırılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Bozcaada'da yürütülen bu detaylı toprak etüd haritalama çalışması sonucunda 12 adet toprak serisi tanımlanmıştır. Söz konusu toprak serilerine ait tipik toprak profillerinin her bir horizonundan toprak örnekleri alınmış ve laboratuvar analizleri yapılmıştır.

Göztepe Serisi 769 ha ile çalışma alanında saptanan en yaygın toprak serisi olup bunu 492 ha alan ile Tuzburnu Serisi izlemektedir. Her iki seri toprakları da sığ bir profil yapısına sahiptir. Buna karşın, çalışma alanında en dar yayılım alanını sırasıyla Habbele (142 ha), Çamlık (145 ha) ve Bizan Serisi (155 ha) toprakları oluşturmaktadır.

Saptanan toprak serilerinin ortalama eğimleri göz önünde bulundurulduğunda; % 12 ortalama eğim ile Göztepe Serisi arazileri en yüksek eğime sahipken, Fener Serisi toprakları ortalama % 3.31 ile Bozcaada'nın en düz bölgesidir. Ada'da bağcılığın en yoğun olduğu Ova Mevkii'nin ortalama eğimi ise % 5.32 olarak hesaplanmıştır. Ada'nın tamamı göz önüne alındığında ortalama eğim % 6.61'dir. Çalışma alanının SRTM 100 m verisi kullanılarak yapılan hesaplamalara göre Ada'nın ortalama yüksekliği 39.6 metredir. En yüksek rakımlı topraklar ise Göztepe Serisi arazilerinde olup Göztepe'nin rakımı 187 m'dir.

Belirlenen toprak serileri içerisinde bağcılığın baskın olduğu Habbele serisi toprakları ana materyal özelliklerine bağlı olarak Ada'nın en yüksek kireç içeriğine (% 35-51) sahip bölgesidir. Buna karşın, Ada'da bağcılığın en yoğun olduğu bölge Ova Serisi topraklarının bulunduğu kısım olup yaklaşık 222 ha alana yayılmaktadır. Bu seri topraklarında kireç miktarı yüzeyden itibaren yaklaşık 1 metreye kadar düşük iken bu noktadan sonra % 25'e kadar yükselmektedir.

Ada'da en yüksek kil içeriğine sahip seri Yerebakan Serisidir. Bu serinin yüzey altı horizonlarında kil içeriği % 53'e kadar ulaşmaktadır. Kil içeriği bakımından bunu sırasıyla Ayazma (% 43) ve Ova (% 35) Serisi izlemektedir. Ayazma Serisinin yüzey horizonunda KDK içeriği 43.48 cmol kg⁻¹ ile tüm seriler içerisinde en yüksek değerdedir. Bu serinin organik madde içeriğinin % 2 ve daha fazla olması KDK değerini artırmaktadır. Bunu Ova Serisi (40.44 cmol kg⁻¹) ve Yerebakan Serisi (36 cmol kg⁻¹) izlemektedir. Buna karşın en düşük kil içeriği (% 8 ve daha az) ve en düşük KDK değeri (3-5.5 cmol kg⁻¹) Çamlık ve Fener Serilerinde saptanmıştır. Bu serilerdeki düşük KDK, % 90 ve daha fazla olan kum içeriklerinden kaynaklanmaktadır.

Bozcaada toprak serilerinin verimlilik durumları incelendiğinde, yarayırlı fosfor miktarı genellikle yüzey altında az veya çok az olarak saptanırken bazı serilerde yüzeyde yeterli olarak saptanmıştır. Ova Serisinin yüzey toprağında fazla miktarda fosfor bulunmasına karşın yüzey altında az miktarda fosfor belirlenmiştir. Bu durum, büyük olasılıkla bazı çiftçilerin bilinçsizce fazla gübre kullanımından kaynaklanmaktadır. Toprak serilerinin yarayırlı potasyum içerikleri Habbele, Saraya ve Ayazma Serileri dışındaki diğer serilerde az olarak saptanmıştır. Mikroelement içerikleri bakımından neredeyse tüm toprak serilerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Sadece Ova Serisinde yüzeyde demir (Fe) ve bakır (Cu) sırasıyla fazla ve yeterli miktarda bulunmuştur. Bu durum söz konusu elementleri fazla miktarda içeren gübre kullanımından kaynaklanmış olabilir. Aynı serinin yarayırlı fosfor içeriğinin de yüzey kısmında fazla miktarda saptanması bu olasılığı güçlendirmektedir.

Bozcaada toprakları, toprak taksonomisinin Entisol ordosuna ait orthents, fluvents ve psamments alt ordoları ile Inceptisol ordosuna ait xerepts alt ordosunda sınıflandırılmıştır. WRB

sistemine göre ise söz konusu toprak serileri Fluvisols, Leptosols, Cambisols, Arenosols, Calcisols ve Regosols olarak sınıflandırılmıştır.

Sonuç olarak Bozcaada'da yürütülen bu toprak etüd çalışmasında 12 adet toprak serisi belirlenmiş ve bu seriler ve fazlarını içeren detaylı temel toprak haritası hazırlanmıştır. Belirlenen toprak serilerinin temel özellikleri sunularak uluslararası toprak sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılması yapılmıştır. Bozcaada topraklarında düşük olan organik madde miktarının ahır gübresi, kompost veya yeşil gübreleme ile artırılması, ayrıca yetersiz veya az miktarda saptanan fosfor, potasyum ve mikro element içeren gübrelerin uygulanması toprakların daha sürdürülebilir ve verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, ada genelinde giderek artan bağ evi altındaki yapılaşmaların önüne geçilmeli ve gerekli önlemler alınarak ada topraklarının amacı dışında kullanımı engellenmelidir.

Teşekkür

Bu araştırma makalesi birinci yazarının ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Doktora tez çalışması sonuçlarından üretilmiştir. Çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından ÇOMÜ- BAP 2009/27 proje numarasıyla desteklenmiştir. Katkılarından dolayı ÇOMÜ- BAP komisyon başkanlığına 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

- Anonim, 1986 a. Türkgeldi Tarım İşletmesi Topraklarının Etüd ve Haritalanması. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve TİGEM Kültür Teknik Dairesi İşbirliği. Ankara.
- Anonim, 1986 b. Tahirova Tarım İşletmesi Topraklarının Etüd ve Haritalanması. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve TİGEM Kültür Teknik Dairesi İşbirliği. Ankara.
- Anonim, 1992. Ceylanpınar Tarım İşletmesi Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritalanması. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve TİGEM Kültür Teknik Dairesi İşbirliği. Ankara.
- Baldwin, M.,E.C. Kellogg,J.Throp, 1938. Soil Classification. Year Book of Agriculture, USDA Printing O. Linchon.
- Bouyoucous, G.J., 1951. A Recalibration of The Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal 43, 434-438p.
- Çarpık, F., 1998. Edirne Bölgesi (Edirne-merkez-Lalapaşa-Havsa-Uzunköprü) Topraklarının Toprak taksonomisine Göre Düzenlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 120 s.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S., 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırması. Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı 7.1.3. Ç.Ü. Basımevi, Adana.
- Dinç, U., Sarı, M., Şenol, S., Kapur, S., Sayın, M., Derici, R., Çavuşgil, V., Gök, M., Aydın, M., Ekinci, H., Ağca, N., ve Schlichting, S., 1995. Çukurova Bölgesi Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yrd. Ders Kit. No: 26, 172 s. Adana.
- Dinç, U., Şenol S., 1997. Toprak Etüd ve Haritalama Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 161, Ders Kitapları Yayın No: 50, Adana, 235s.
- Ekinci H., 1990. Türkiye Genel Toprak Haritasının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenebilme Olanaklarının Tekirdağ Bölgesi Örneğinde Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ekinci, H. Özcan H., Yüksel O., Kavdir Y., Çavuşgil V. 2004. Üvecik İşletme Arazisi Toprakları, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yayın no: 40.
- ERDAS, 2010. Leica Geosystems GIS & Mapping, LLC.
- ESRI, 2014. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Everest, T., 2015. Truva Tarihi Milli Parkı Arazilerinin Detaylı Toprak Etüd ve Haritalanması İle Arazi Değerlendirmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Galet, P., 1979. A Practical Ampelography; grape vine identification. Univ. Press, Ithaca, New York, 249s.
- IUSS Working Group, WRB., 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources. FAO, Rome. Reports No.106.
- Mehlich, A., 1984, Mehlich-3 soil Test Extractant: A modification of Mehlich-2 extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15(12): 1409-1416.

- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science Society of America Book Series no.5, pp.961-1010.
- Özcan, H., Ekinci, H., Yüksel, O., Kavdir, Y., Kaptan, H., 2004. Dardanos Yerleşkesi Toprakları, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yayın no: 39.
- Öztürk M.Z., Erginal, A.E., Öztürk B., 2011. Batı Burnu Kumul Sahasında (Bozcaada) Rüzgar Etkinliği ve Kum Taşınım İlişkileri. Türk Coğrafya Dergisi, sayı:56,55-64, İstanbul.
- SAGA GIS, 2014. System for Automated Geoscientific Analyses.
- Schlichting, E., Blume, E., 1966. Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin..
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Services. Agricultural Handbook No. 436.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manual., United States Department of Agriculture, Handbook No.18.
- Soil Survey Staff, 2014, Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. ISBN: 0936015829. Pocahontas Press,
- USDA, 1954. U.S. Salinity Laboratory Staff..Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. No.60.
- Yiğini, Y., 2006. Çanakkale İli Umurbey Ovası Topraklarının Detaylı Toprak Etüd Haritalanması ve Arazi Değerlendirmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı Doktora tezi.214 s.
- Yiğini, Y., Ekinci, H., 2018. Bozcaada Toprakları- I (İklim -Jeoloji-Topoğrafya). ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) 2018: 6 (2): 135–143 ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826

Araştırma Makalesi

Bazı Şeker Sorgum ve Sorgum Sudanotu Melezi Çeşitlerinde Farklı Biçim Uygulamalarına Göre Yaprak ve Sapların Mineral Element İçeriklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

Berk Yıldırım¹ 

Fırat Alatürk^{1*} 

¹⁻²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: alaturf@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.07.2023

Kabul Tarihi: 01.08.2023

Öz

Bu araştırma şeker sorgum ve sorgum sudanotu melezi çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine bağlı olarak yaprak ve sapların mineral element içeriklerini belirlemek amacıyla 2020-2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş, ana parselleri çeşitler (Nutri Honey, Nutrima, M81-E ve Topper-76), alt parselleri ise hasat yükseklikleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Araştırmada 30 cm yükseklikte hasat edilen parseller toplamda 5 kez, 60 cm 4 kez, 90 cm 3 kez, 120 cm 3 kez, 150 cm 2 kez ve fizyolojik olum döneminde ise bir kez biçilmiştir. Araştırmada yaprak ve sapların bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun değerleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak ve sapların mikromineral (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun) içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Bu düşüş büyüme başlangıcından büyüme sonuna kadar hem sap hem de yapraklarda yaklaşık olarak borda %45-50, kadmiyumda %70-80, nikelde %79, kobaltta %70-75, kromda %54 ve kurşunda %54 civarında gerçekleşmiştir. Genel olarak yaprakların mikromineral içerikleri sap kısımlarından %8-50 oranında daha yüksek olmuştur. Sadece sap kısımların kobalt içerikleri yapraklardan daha yüksek çıkmıştır.

Yürütülen bu araştırmanın neticesinde otlatma ve kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde otların mineral element içerikleri bakımından çeşitlerin benzer özellik gösterdiği ve çeşitlerin fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: sorgum sudanotu melezi, şeker sorgum, yaprak, sap, mikromineral, bor, kobalt.

Determination of Variations in Mineral Element Contents of Leaves and Stalks in Terms of different Harvesting Applications in Certain Sweet Sorghum and Sorghum Sudangrass Hybrid Cultivars

Abstract

This study has been conducted in the research area of Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture in years 2020 and 2021 in order to determine the mineral element contents of leaves and stalks depending on different harvesting heights of sweet sorghum and sorghum sudangrass hybrid cultivars. The experiment was established according to the randomized complete block design using 4 replications, where the main experiment plots represented the sorghum cultivars namely; Nutri Honey, Nutrima, M81-E and Topper-76, while the sub-plots were consisted of the different harvesting heights (30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and physiological maturity stage of crops). The crops of the experiment plots with the heights of 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and at the physiological maturity stage (PMS) were harvested 5 times, 4 times, 3 times, 3 times, 2 times and once throughout the experiment period, respectively. Values of boron, cadmium, nickel, cobalt, chromium and lead of leaves and stalks have been investigated in this research study. According to the obtained results; contents of the microminerals viz., boron, cadmium, nickel, cobalt, chromium and lead, found in the leaves and stalks of the different cultivars of sorghum, decreased because of the fluctuations into the growth of crops. This declination was observed with an approximate value of 45-50% in boron, 70-80% in cadmium, 79% in nickel, 70-75% in cobalt, 54% in chromium and 54% in lead from the beginning till the end of the growth of crops in both stalks as well as in the leaves of different sorghum cultivars. Generally, the

micromineral contents of the leaves were 8-50% higher than that of the stems of the crops. Only the cobalt contents of stalks were higher than that of the leaves.

As a result of this research, it is suggested that the mineral element contents of forage in these cultivars to be grown as a source of grazing and roughage under those ecological conditions which show the similar environmental characteristics.

Keywords: sorghum sudangrass hybrid, sweet sorghum, leaf, stalk, micromineral, boron, cobalt.

Giriş

Ülkemizin hayvancılık potansiyeli oldukça iyi durumda olmasına rağmen hayvan başına düşen verim oldukça düşük seviyelerdedir. Bunun başlıca nedenleri hayvan ırklarımızın düşük verimli olması, kaliteli kaba yem kaynaklarının yetersiz ve yanlış kullanımları sonucu kaliteli kaba yem açığının artmasıdır. Kaba yem kaynakları içerisinde önemli yer tutan çayır ve meralarımız amacına uygun olmayan kullanımları sonucu verim güçlerini kaybetmişlerdir. Nitekim son 50 yılda çayır ve mera alanlarımız ciddi oranda azalmıştır. Bu azalmanın nedenlerinden biri tarımsal mekanizasyonun gelişmesine bağlı olarak mera alanlarının tarım arazilerine dönüştürülmesidir (Salman ve Budak, 2015). Bir diğer neden ise yaklaşık olarak 1,5 milyon hektara yakın alan orman içi meraların ağaçlandırma faaliyetleri kapsamında orman sınırlarına dahil edilmesidir (Balabanlı ve ark., 2006). Hayvancılık için gerekli olan kaliteli kaba yem temini için mera alanlarının ıslah edilmesi, yönetim ilkelerine uygun kullanılması ve tarım alanlarında yem bitkileri ekim alanlarının artırılması gerekmektedir. Yaz vejetasyonunun ve sulama koşullarının elverdiği bölgelerde ikinci ürün yem bitkisi yetiştiriciliği yapmak mümkündür. Bu bitkilerin başında da sorgum çeşitleri gelmektedir. Sorgum ve sorgum x sudan otu melezinin kuraklığa ve yüksek sıcaklıklara daha dayanıklı olması, birden fazla biçim ve otlatma olanağı sağlaması, besleme değerinin mısıra yakın değerlere sahip olması, birim alanda daha fazla verim vermesi ve birim alandan daha fazla sindirilebilir besin maddesi üretmesi gibi nedenlerinden dolayı ön plana çıkmaktadır (Çiğdem ve Uzun, 2006). Sorgum çeşitleri yazın sıcak dönemlerinde hayvan için kaliteli ve besleyici yem kaynağı konumundadır (Heath ve ark., 1985). Birim alanda mısıra göre daha verimli olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir (Açıkgöz, 1991).

Doğal yoldan oluşmuş, inorganik, belli bir kimyasal formüle sahip, sabit veya değişken fiziksel özelliklere sahip maddelere “mineral” denmektedir (Dirik, 2017). Bitkiler en uygun şekilde büyüyüp gelişme gösterebilmesi için 17 elemente ihtiyaç duymaktadır. Bitkiler bu elementlerden karbon, hidrojen ve oksijeni hava ve sudan aldıkları için bunlara mineral olmayan elementler oldukları düşünülmektedir (White, 2006; Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009; Bolat ve Kara, 2017). Bunlar bitkinin yaklaşık olarak %95’ini oluşturmaktadırlar (Jones ve Jacobsen, 2001; Fageria, 2009; Kaçar ve Katkat, 2010; Bolat ve Kara, 2017). Bitkiler için diğer 14 element zorunlu olup, bunları topraktan almaktadırlar (Wild, 1993; Kantarcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008). Hayvanlar ihtiyaç duydukları besin elementlerini tükettikleri yemlerden temin etmektedirler. Hayvanlar için gerekli olan protein, karbonhidrat ve yağların yanında, mineral elementlerin ana kaynağını da bitkiler oluşturmaktadır. Tümü bitkiler için esansiyel olmasa da, hayvanlar için mutlak gerekli olan 22 element bitkilerden (yem bitkileri) sağlanmaktadır (Underwood ve Suttle, 1999).

Mineral maddeler hayvanlarda kemik ve dişlerin yapısında, vücut öz sularında, hücrelerde ozmotik basıncın düzenlenmesinde, kan ve dokularda asit-baz dengesinin ayarlanmasında, enzim aktivasyonunda, hormonların ve proteinlerin yapısında, sindirim sisteminde, besin maddelerin hücre içine taşınmasında, sinir, kalp ve kasların duyarlılıklarında görev almaktadırlar (Sarıçiçek, 1995). Mineral maddeler hayvanların bünyelerinde aynı oranda bulunmazlar. Hayvanlar tarafından fazla alınması gereken mineraller “makromineraler”, az alınması gereken mineraller ise “mikromineraler” olarak adlandırılırlar (Ası, 1995). Hayvan vücudunun mineral madde içeriğinin yaklaşık olarak %70’ini kalsiyum ve fosfor oluşturmaktadır (Kutlu ve ark., 2005).

Bu çalışmada farklı sorgum sudanotu melezi (SSM) ve şeker sorgum (ŞS) çeşitlerinin farklı yükseklikte boya ulaştıktan sonra yapılan hasatlarda yaprak ve saplarında bulunan bazı mikromineral (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun) içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

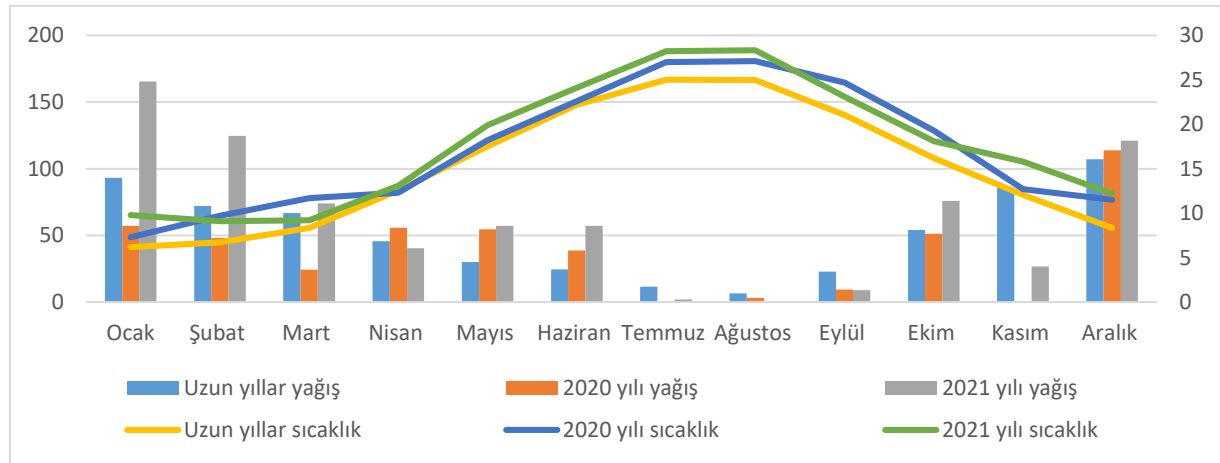
Bu çalışma ŞS ve SSM çeşitlerinde farklı biçim yüksekliğine bağlı olarak yaprak ve sapların bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 2020 ve 2021 yılları

yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak ikişer adet ŞS ve SSM çeşitleri kullanılmıştır (Çizelge 1). ŞS çeşitleri Nebraska Üniversitesinde geliştirilmiş ve ülkemizde Yücel ve ark. (2017) tarafından yürütülen araştırma sonucunda ümitvar olarak görülen çeşitler içerisinde. SSM çeşitleri ise ülkemizde yetiştirilen tescilli çeşitlerdendir.

Table 1. Sorghum sudangrass hybrid and Sweet Sorghum cultivars and their properties used in the experiment
Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ŞS ve SSM çeşitleri ve özellikleri

| Tür | Çeşitler | İsahçı Kuruluş | Üretim Amacı | Olgunlaşma |
|---------------------|-------------|----------------|--------------------------|--------------|
| Şeker sorgum | Topper-76 | Nebraska Uni. | Şurup, etanol | Orta geçici |
| Şeker sorgum | M81-E | Nebraska Uni. | Şurup, etanol, silaj | Geçici |
| Sorghum x sudan otu | Nutri Honey | Alfa Tohum | Ot ve otlatma | Orta erkenci |
| Sorghum x sudan otu | Nutrima | Royal Agrolife | Yeşil ot, silaj, otlatma | Geçici |

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15.09 °C olarak verilmiştir. Deneme yıllarının ortalama sıcaklıkları 2020 yılında 17.01 °C ve 2021 yılında 17.58 °C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (Mayıs başı-Ekim sonu) uzun yıllar ait toplam yağış miktarları 149.9 mm'dir. Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde düşen yağış miktarı 157.5 mm iken, ikinci yılda ise 201.2 mm yağış düşmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerde düşen toplam yağış miktarları uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Figure 1. Data regarding to climate of the years in which the experiment was established in Çanakkale.

Deneme alanın toprakları killi-tınlı bünyeye sahip olup, toprak reaksiyonu açısından nötr karakterdedir. Topraklar orta kireçli, organik madde bakımından orta, fosfor içeriği orta ve potasyum bakımından noksan olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Table 2. Soil properties of the research area

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak özellikleri

| | İşba (%) | pH | E.C. (mS/cm) | Kireç (%) | Organik madde (%) | P (kg/da) | K (kg/da) |
|----------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-----------|-----------|
| Örnek 1 | 70 | 7.50 | 0.85 | 8.65 | 1.89 | 2.95 | 80.36 |
| | Killi-tınlı | Hafif alkali | Tuzsuz | Orta kireçli | Az | Az | Az |
| Örnek 2 | 65 | 7.35 | 0.88 | 7.69 | 1.95 | 2.45 | 75.69 |
| | Killi-tınlı | Nötr | Tuzsuz | Orta kireçli | Az | Az | Az |
| Örnek 3 | 68 | 7.31 | 0.95 | 9.16 | 1.78 | 3.10 | 86.35 |
| | Killi-tınlı | Nötr | Tuzsuz | Orta kireçli | Az | Az | Az |
| Ortalama | 67.7 | 7.39 | 89.3 | 8.50 | 1.87 | 2.83 | 80.80 |
| | Killi-tınlı | Nötr | Tuzsuz | Orta kireçli | Az | Az | Az |

Araştırmada iki yılda da denemeye başlamadan önce tohumlar temin edilmiş ve deneme yeri ekime hazırlanmıştır. Tohum ekimi araştırmanın ilk yılında (2020) 16 Mayıs, ikinci yılında ise (2021) 5 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesinde tav sulaması yapılmış, sonrasında pullukla derin sürülmüştür. Akabinde kültivatör ve diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Denemede dekara 10'ar kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde kompoze gübre (15-15-15) uygulanmıştır. Çıkiştan hemen sonra ise dekara 5 kg azot olacak şekilde amonyum sülfat verilmiştir (Avcioğlu ve ark., 2009). Sulama damla sulama yöntemi ile bitkinin su ihtiyacına göre yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi elle yapılmıştır. Her tür için deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parselleri çeşitler, alt parselleri biçim yüksekliği uygulamaları oluşturmuştur. Şeker sorgum çeşitlerinde sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 8 cm, SSM çeşitlerinde ise sıra arası 35 cm sıra üzeri ise 8 cm olacak şekilde ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir (Orak ve Kavdır, 1994; Baytekin ve Şilbir, 1996; Baytekin ve ark., 1996; Kızıl ve Tansı, 1997; Mahmood ve Honermeier, 2012). Parseller 5 m uzunluğunda hazırlanmıştır. ŞS parselleri 4 sıra, SSM parselleri ise 6 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseller arasında boşluk bırakılmamış, bloklar arasında 1 m mesafe bırakılmıştır. Araştırmada materyal olarak kullanılan ŞS ve SSM çeşitleri ve bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bitkiler planlanan biçim yüksekliklerine ulaştığında, orak ve biçim makinası ile 15 cm anız kalacak şekilde biçilmiştir. Bitki örnekleme dönemlerinde parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmıştır. Parseller arasında boşluk bırakılmadığı için kenar sıralar da hasada dahil edilmiştir. Köklü bitki örneği için her parselin sağ tarafındaki 2 sıra kullanılmıştır. Dolayısıyla ot örnekleri için biçim şeker sorgumda 2 sırada, SSM'de ise 4 sırada gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hasat alanları ise hem şeker sorgum (4 m sıra boyu x 2 sıra x 0.7 m sıra arası) hem de SSM'de (4 m sıra boyu x 4 sıra x 0.35 m sıra arası) 5.6 m² olmuştur. Arazide biçilen ot örnekleri yaş ağırlıkları alınmak üzere hemen el kantarı ile tartılmıştır. Daha sonra bu yaş bitkilerden 1 kg'ın üzerinde olacak şekilde örnekler alınıp kese kâğıtlarına konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Örnekler laboratuvarında yaprak ve sap kısımlarına ayrılmıştır. Deneme alanından alınan bitki örneklerinde, bitki ve hayvan beslenmesi için önemli olan mikromineral element analizleri yapılmıştır. Yaprak ve sapların bor (B), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), kobalt (Co), krom (Cr) ve kurşun (Pb) içerikleri Keşan Ticaret Borsa'sından hizmet alımı şeklinde ICP-OES cihazında yapılmıştır (Wolf ve ark., 2003).

Araştırmadan elde edilen verilerin analizleri "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni"ne göre yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Verilerin istatistik analizlerinde SAS ve JMP 13 (SW) istatistik paket programları (SAS Institute, 1999) kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yaprak ve Sapların Bor (B) İçerikleri

Araştırma yılları ve ortalamasında sorgum çeşitlerinde biçimdeki bitki boyunun artışı ile yaprakların B içerikleri azalmıştır. Bu sebeple en yüksek B bulunduran yapraklar 30 cm'de biçilen bitkilerde saptanmıştır. Buna karşılık fizyolojik olum döneminde biçilenlerin yaprakları en az B oranına sahip olmuştur. Çeşitler içerisinde ise M81-E en fazla, Topper-76 ise en az B içerenler olmuştur. Yaprakların ortalama bor içerikleri yıllara göre yaklaşık olarak %5 oranında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

Araştırmanın tüm yılları ve ortalamasında biçim yüksekliklerinin artışı ile düzenli olarak sapların B kapsamı azalmıştır. Dolayısıyla en yüksek B içeren sapsar 30 cm'de biçilen, en az B içerenler de fizyolojik olumda hasat edilenlerde kaydedilmiştir. Bunun yanında Nutrima çeşidinin sap B kapsamı diğer çeşitlerden daha yüksek çıkmıştır. Çalışmanın ilk yılın sapsarlarda biriken ortalama B içeriği 17.97 ppm iken, bu oran araştırmanın ikinci yılında 16.99 ppm'e düşmüştür (Çizelge 4).

Table 3. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf boron of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 3. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak bor oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 25.49 ab | 27.64 a | 24.99 ab | 25.94 ab | 26.02 A |
| 60 cm | 18.27 de | 20.98 cd | 16.80 efg | 16.97 efg | 18.26 B |
| 90 cm | 16.99 efg | 18.01 def | 17.38 efg | 16.95 efg | 17.33 B |
| 120 cm | 15.60 e-h | 15.87 e-h | 23.70 bc | 14.44 fgh | 17.40 B |
| 150 cm | 13.44 gh | 14.73 e-h | 16.36 e-h | 14.43 e-h | 14.74 C |
| Fiz. olum | 12.36 gh | 11.12 h | 17.55 d-h | 12.22 gh | 13.31 C |
| Ortalama | 17.02 B | 18.06 AB | 19.46 A | 16.82 B | 17.84 A |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 23.42 b | 25.45 a | 22.96 b | 23.85 ab | 23.92 A |
| 60 cm | 17.64 d | 20.20 c | 16.26 d-h | 16.42 def | 17.63 B |
| 90 cm | 16.40 d-h | 17.36 de | 16.77 def | 16.36 d-h | 16.72 B |
| 120 cm | 14.79 e-j | 15.05 e-j | 22.42 bc | 13.70 g-k | 16.49 B |
| 150 cm | 12.70 g-k | 13.92 f-k | 15.46 d-ı | 13.64 g-k | 13.93 C |
| Fiz. olum | 11.61 ijk | 10.44 k | 16.50 d-h | 11.48 jk | 12.51 C |
| Ortalama | 16.10 B | 17.10 B | 18.39 A | 15.91 B | 16.87 B |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 24.46 b | 26.54 a | 23.97 b | 24.90 ab | 24.97 A |
| 60 cm | 17.95 d | 20.59 c | 16.53 d-g | 16.70 d-g | 17.94 B |
| 90 cm | 16.70 d-g | 17.68 de | 17.07 def | 16.65 d-g | 17.03 B |
| 120 cm | 15.20 f-j | 15.46 e-ı | 23.06 b | 14.07 h-k | 16.95 B |
| 150 cm | 13.07 ı-l | 14.33 g-k | 15.91 d-ı | 14.03 h-l | 14.33 C |
| Fiz. olum | 11.98 jkl | 10.78 l | 17.02 d-h | 11.85 kl | 12.91 C |
| Ortalama | 16.56 BC | 17.56 B | 18.93 A | 16.37 C | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:** | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 4. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk boron of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 4. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap bor oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|---|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 23.91 | 26.44 | 26.12 | 26.32 | 25.70 A |
| 60 cm | 21.09 | 21.69 | 21.59 | 18.61 | 20.74 B |
| 90 cm | 17.45 | 17.95 | 19.72 | 15.76 | 17.72 C |
| 120 cm | 14.53 | 21.33 | 14.46 | 15.99 | 16.58 C |
| 150 cm | 13.86 | 14.90 | 13.44 | 13.68 | 13.97 D |
| Fiz. olum | 12.71 | 17.27 | 10.90 | 11.57 | 13.11 D |
| Ortalama | 17.26 B | 19.93 A | 17.70 B | 16.99 B | 17.97 A |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:^{öd}, PÇxBY:^{öd} | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 21.94 ab | 24.32 a | 24.02 a | 24.21 a | 23.62 A |
| 60 cm | 20.30 bcd | 20.86 bc | 20.77 bc | 17.96 d-g | 19.97 B |
| 90 cm | 16.83 f-ı | 17.31 e-h | 18.97 c-f | 15.24 g-j | 17.09 C |
| 120 cm | 13.78 ı-l | 20.19 b-e | 13.72 jkl | 15.16 g-k | 15.71 C |
| 150 cm | 13.11 jkl | 14.09 h-l | 12.71 jkl | 12.93 jkl | 13.21 D |
| Fiz. olum | 11.94 jkl | 16.24 d-j | 10.23 l | 10.87 kl | 12.32 D |
| Ortalama | 16.32 B | 18.83 A | 16.74 B | 16.03 B | 16.99 B |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 22.93 b | 25.38 a | 25.07 a | 25.27 a | 24.66 A |
| 60 cm | 20.70 c | 21.27 bc | 21.18 bc | 18.29 de | 20.36 B |
| 90 cm | 17.14 efg | 17.63 ef | 19.35 cde | 15.50 fgh | 17.40 C |
| 120 cm | 14.16 hı | 20.76 bcd | 14.09 hı | 15.58 fgh | 16.15 C |
| 150 cm | 13.49 hı | 14.50 ghı | 13.07 hı | 13.31 hı | 13.59 D |
| Fiz. olum | 12.32 hı | 16.76 e-h | 10.57 ı | 11.22 ı | 12.72 D |
| Ortalama | 16.79 B | 19.38 A | 17.22 B | 16.53 B | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:** | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Yaprak ve Sapların Kadmiyum (Cd) İçerikleri

Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda ve yıllar ortalamasında yapraklardaki Cd düzeyleri hasatta bitki boyunun artışı ile düşüş göstermiştir. 30 cm yükseklikte biçilen bitkiler en yüksek, fizyolojik olumda biçilenler ise en düşük Cd oranına sahip olmuştur. Bunun yanında Nutrima en fazla, Nutri Honey çeşidi ise en az Cd içeren çeşitler olmuştur (Çizelge 5).

Çalışmanın yürütüldüğü bütün yıllarda sorgum çeşitlerinin sap kısımlarında biriken Cd içerikleri bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak düşüş göstermiştir. Dolayısıyla 30 cm'de biçilen bitkilerin sap Cd oranı en yüksek, fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilenlerinki en az olmuştur. Çeşitler içerisinde ise Nutrima en çok Cd bulduran çeşit olurken, Nutri Honey en az Cd içeren çeşit olarak saptanmıştır (Çizelge 6).

Yaprak ve Sapların Niki (Ni) İçerikleri

Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Ni oranları yıllar ve ortalamasında biçimdeki boy artışı ile azalma eğiliminde olmuştur. Boyları 30 cm'ye ulaştıktan sonra biçilen bitkiler en yüksek Ni oranlarına sahip olurken, fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilen bitkilerin yapraklarında en az Ni oranı tespit edilmiştir. Çeşitler içerisinde ise Topper-76 diğerlerinden önemli düzeyde daha az Ni oranına sahip olmuştur. Yaprakların Ni içerikleri araştırmanın ikinci yılında yaklaşık olarak %6 oranında düşmüştür (Çizelge 7).

Projenin yürütüldüğü dönemlerde sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki Ni oranları biçimlerdeki gecikme ile düşüş göstermiştir. Bu sebeple en yüksek sap Ni oranı bulduran bitkiler 30 cm boylandığında, en az Ni içeren bitkiler ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilenlerde olmuştur. Diğer taraftan Nutrima ve Topper-76 çeşitleri diğer çeşitlerin saplarından daha fazla Ni içermişlerdir. Araştırmanın ilk yılında saplarda biriken ortalama Ni oranı 0.931 ppm iken, bu rakam ikinci yılda 0.875 ppm'e düşmüştür (Çizelge 8).

Yaprak ve Sapların Kobalt (Co) İçerikleri

Araştırma yılları ve ortalamasında bitkilerde biçim zamanının gecikmesi ile yapraklarındaki Co oranında düşüş gerçekleşmiştir. Bu nedenle en yüksek Co oranı 30 cm boyda hasadı yapılan bitkilerde belirlenirken, fizyolojik olumda hasat edilenler en az Co oranına sahip olmuştur. Çeşitlerin Co oranları ilk yıl 0.725-0.765 ppm, ikinci yıl 0.681-0.718 ppm ve yılların ortalamasında ise 0.703-0.742 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 9).

Denemede sorgumun sap kısımlarının Co oranları bitkilerin biçim yüksekliklerinin ilerlemesi ile düşüş göstermiştir. En erken biçilen (30 cm boyda) bitkilerin sapsızları en yüksek Co oranına sahip olmuştur. Buna karşılık fizyolojik olumda biçilenler en az Co içermişlerdir. Çeşitlere göre ortalama kobalt düzeyleri ilk yıl 0.669-0.841 ppm, ikinci yıl 0.628-0.790 ve yıllar ortalamasında 0.649-0.816 ppm arasında yer almıştır. Yılların ortalamasına göre, Nutri Honey sapsızlarında diğerlerinden daha yüksek Co bulunurken, M81-E en düşük Co oranına sahip çeşit olmuştur (Çizelge 10).

Yaprak ve Sapların Krom (Cr) İçerikleri

Sorgum çeşitlerinin yapraklarının Cr kapsamı diğer minerallerde olduğu gibi, bitkilerin biçimlerindeki olgunlaşma düzeylerine bağlı olarak düşmüştür. Araştırma yıllarında ortalama en yüksek Cr oranı 30 cm boyda hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en az Cr içeriği fizyolojik dönemde hasat edilenlerde belirlenmiştir. Çeşitlerden Nutri Honey ve Topper-76 diğerlerinden daha yüksek Cr oranına sahip olmuştur. Yıllara göre yaprakların Cr içerikleri %6 oranında değişim göstermiştir (Çizelge 11).

Diğer mineral elementlerde olduğu gibi, sorgumun sap kısımlarındaki Cr içerikleri bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak azalmıştır. Dolayısıyla en yüksek Cr oranı 30 cm boyda, en düşük Cr ise fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Bununla birlikte Nutrima en yüksek, Nutri Honey ve M81-E çeşitleri de en düşük Cr bulduran çeşitler olmuştur. Çalışmanın ilk yılında saplarda biriken Cr oranı 1.408 ppm iken, ikinci yılda bu değer 1.324 ppm'e düşmüştür (Çizelge 12).

Table 5. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf cadmium of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 5. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kadmiyum oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 0.729 | 0.723 | 0.690 | 0.703 | 0.712 A |
| 60 cm | 0.418 | 0.610 | 0.520 | 0.589 | 0.534 B |
| 90 cm | 0.266 | 0.413 | 0.298 | 0.281 | 0.314 C |
| 120 cm | 0.188 | 0.242 | 0.227 | 0.277 | 0.233 D |
| 150 cm | 0.152 | 0.222 | 0.187 | 0.208 | 0.192 DE |
| Fiz. olum | 0.151 | 0.155 | 0.129 | 0.133 | 0.142 E |
| Ortalama | 0.317 | 0.394 | 0.394 | 0.365 | 0.355 |
| Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇxBY:öd | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 0.692 | 0.687 | 0.655 | 0.667 | 0.675 A |
| 60 cm | 0.378 | 0.559 | 0.475 | 0.539 | 0.488 B |
| 90 cm | 0.254 | 0.392 | 0.284 | 0.268 | 0.299 C |
| 120 cm | 0.179 | 0.230 | 0.216 | 0.264 | 0.222 D |
| 150 cm | 0.134 | 0.200 | 0.168 | 0.187 | 0.172 DE |
| Fiz. olum | 0.142 | 0.146 | 0.121 | 0.125 | 0.134 E |
| Ortalama | 0.297 B | 0.369 A | 0.320 B | 0.342 AB | 0.332 |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:öd | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 0.711 a | 0.705 a | 0.672 a | 0.685 a | 0.693 A |
| 60 cm | 0.398 d | 0.584 b | 0.498 c | 0.564 bc | 0.511 B |
| 90 cm | 0.260 efg | 0.403 d | 0.291 e | 0.274 ef | 0.307 C |
| 120 cm | 0.183 ghı | 0.236 e-h | 0.222 e-ı | 0.271 ef | 0.228 D |
| 150 cm | 0.143 ı | 0.211 e-ı | 0.177 ghı | 0.198 f-ı | 0.182 E |
| Fiz. olum | 0.146 hı | 0.151 ghı | 0.125 hı | 0.129 hı | 0.138 E |
| Ortalama | 0.307 C | 0.382 A | 0.331 BC | 0.353 AB | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:öd | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 6. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk cadmium of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 6. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kadmiyum oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 0.368 c | 0.590 a | 0.447 b | 0.326 cd | 0.433 A |
| 60 cm | 0.210 e-ı | 0.361 c | 0.274 de | 0.274 de | 0.280 B |
| 90 cm | 0.219 e-ı | 0.251 efg | 0.245 efg | 0.271 def | 0.247 B |
| 120 cm | 0.196 f-ı | 0.209 e-ı | 0.238 e-h | 0.176 ghı | 0.205 C |
| 150 cm | 0.183 f-ı | 0.174 ghı | 0.149 hı | 0.179 ghı | 0.171 CD |
| Fiz. olum | 0.128 hı | 0.131 hı | 0.108 ı | 0.140 ghı | 0.127 D |
| Ortalama | 0.217 B | 0.286 A | 0.243 B | 0.228 B | 0.244 |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:* | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 0.352 c | 0.561 a | 0.456 b | 0.312 cd | 0.413 A |
| 60 cm | 0.183 g-l | 0.325 c | 0.243 ef | 0.243 ef | 0.248 B |
| 90 cm | 0.210 e-j | 0.240 efg | 0.235 e-h | 0.259 de | 0.236 B |
| 120 cm | 0.187 f-ı | 0.200 e-k | 0.226 e-ı | 0.168 h-l | 0.195 C |
| 150 cm | 0.164 h-l | 0.155 ı-l | 0.132 kl | 0.160 ı-l | 0.153 D |
| Fiz. olum | 0.121 jkl | 0.123 jkl | 0.102 l | 0.132 jkl | 0.119 D |
| Ortalama | 0.203 B | 0.267 A | 0.227 B | 0.212 B | 0.227 |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 0.360 c | 0.575 a | 0.436 b | 0.319 d | 0.423 A |
| 60 cm | 0.196 g-j | 0.343 cd | 0.259 e | 0.258 e | 0.264 B |
| 90 cm | 0.214 e-h | 0.246 ef | 0.240 efg | 0.265 e | 0.241 B |
| 120 cm | 0.192 g-k | 0.205 f-ı | 0.232 efg | 0.172 h-l | 0.200 C |
| 150 cm | 0.174 h-l | 0.164 hl | 0.141 kl | 0.169 h-l | 0.162 D |
| Fiz. olum | 0.124 kl | 0.127 jkl | 0.105 l | 0.136 ı-l | 0.123 E |
| Ortalama | 0.210 C | 0.277 A | 0.235 B | 0.220 BC | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:öd | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 7. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf nickel of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 7. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak nikel oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.672 ab | 1.480 bcd | 1.844 a | 1.525 bc | 1.630 A |
| 60 cm | 1.487 bcd | 1.851 a | 1.507 bcd | 1.310 de | 1.539 A |
| 90 cm | 1.274 de | 1.366 cde | 1.229 e | 1.123 efg | 1.248 B |
| 120 cm | 1.151 ef | 1.149 ef | 1.269 de | 0.923 fgh | 1.123 B |
| 150 cm | 0.725 hij | 0.854 gh | 0.849 gh | 0.798 hı | 0.806 C |
| Fiz. olum | 0.340 jk | 0.415 ijk | 0.324 k | 0.441 ijk | 0.380 D |
| Ortalama | 1.108 AB | 1.186 A | 1.170 A | 1.020 B | 1.121 A |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.580 ab | 1.399 cd | 1.742 a | 1.442 bc | 1.541 A |
| 60 cm | 1.385 cd | 1.728 a | 1.404 bcd | 1.219 de | 1.434 B |
| 90 cm | 1.203 de | 1.290 cde | 1.161 e | 1.061 ef | 1.179 C |
| 120 cm | 1.086 ef | 1.084 ef | 1.197 de | 0.872 fg | 1.060 D |
| 150 cm | 0.674 ghi | 0.795 g | 0.791 g | 0.743 gh | 0.751 E |
| Fiz. olum | 0.321 j | 0.390 ij | 0.306 j | 0.415 hij | 0.358 F |
| Ortalama | 1.042 AB | 1.114 A | 1.100 A | 0.959 B | 1.054 B |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 1.626 b | 1.439 cd | 1.793 a | 1.483 c | 1.585 A |
| 60 cm | 1.436 cd | 1.789 a | 1.456 cd | 1.264 ef | 1.486 B |
| 90 cm | 1.239 efg | 1.328 de | 1.195 efg | 1.092 g | 1.213 C |
| 120 cm | 1.119 fg | 1.116 fg | 1.233 efg | 0.898 h | 1.091 D |
| 150 cm | 0.700 ı | 0.824 hı | 0.820 hı | 0.770 hı | 0.779 E |
| Fiz. olum | 0.330 j | 0.402 j | 0.315 j | 0.428 j | 0.369 F |
| Ortalama | 1.075 A | 1.150 A | 1.135 A | 0.989 B | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:** | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{od} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 8. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk nickel of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 8. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap nikel oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.424 b | 1.333 b | 1.821 a | 1.857 a | 1.609 A |
| 60 cm | 1.345 b | 1.435 b | 1.353 b | 1.351 b | 1.371 B |
| 90 cm | 0.815 c-f | 1.367 b | 0.771 def | 0.948 c | 0.975 C |
| 120 cm | 0.819 cde | 0.899 cd | 0.698 efg | 0.858 cde | 0.818 D |
| 150 cm | 0.303 j | 0.632 fgh | 0.467 hij | 0.523 ghi | 0.481 E |
| Fiz. olum | 0.290 ij | 0.315 ij | 0.223 j | 0.506 g-j | 0.334 F |
| Ortalama | 0.833 B | 0.997 A | 0.889 B | 1.007 A | 0.931 A |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.346 b | 1.261 b | 1.720 a | 1.754 a | 1.520 A |
| 60 cm | 1.251 b | 1.336 b | 1.259 b | 1.257 b | 1.276 B |
| 90 cm | 0.771 cde | 1.291 b | 0.730 def | 0.897 c | 0.922 C |
| 120 cm | 0.774 cde | 0.849 cd | 0.660 efg | 0.810 cd | 0.773 D |
| 150 cm | 0.277 jk | 0.587 fgh | 0.431 hij | 0.484 hı | 0.445 E |
| Fiz. olum | 0.274 jk | 0.297 ijk | 0.210 k | 0.477 g-j | 0.314 F |
| Ortalama | 0.782 B | 0.937 A | 0.835 B | 0.946 A | 0.875 B |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 1.385 b | 1.297 c | 1.771 a | 1.806 a | 1.565 A |
| 60 cm | 1.298 bc | 1.386 bc | 1.306 bc | 1.304 bc | 1.323 B |
| 90 cm | 0.793 ef | 1.329 bc | 0.751 fg | 0.923 d | 0.949 C |
| 120 cm | 0.796 ef | 0.874 de | 0.679 gh | 0.834 def | 0.796 D |
| 150 cm | 0.290 ı | 0.609 hı | 0.449 jk | 0.503 ij | 0.463 E |
| Fiz. olum | 0.282 ı | 0.306 kl | 0.216 l | 0.491 ijk | 0.324 F |
| Ortalama | 0.807 C | 0.967 A | 0.862 B | 0.977 A | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:** | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{od} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 9. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf cobalt of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 9. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kobalt oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.480 ab | 1.574 a | 1.652 a | 1.355 b | 1.515 A |
| 60 cm | 0.852 de | 0.910 cd | 1.079 c | 0.774 d-g | 0.904 B |
| 90 cm | 0.789 d-g | 0.599 fgh | 0.452 h | 0.834 def | 0.668 C |
| 120 cm | 0.472 h | 0.625 e-h | 0.650 e-h | 0.669 e-h | 0.604 C |
| 150 cm | 0.404 h | 0.429 h | 0.421 h | 0.522 gh | 0.444 D |
| Fiz. olum | 0.355 h | 0.430 h | 0.336 h | 0.418 h | 0.385 D |
| Ortalama | 0.725 | 0.761 | 0.765 | 0.762 | 0.753 |
| Önemlilik: PÇ:ö^d, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.399 ab | 1.487 a | 1.561 a | 1.281 b | 1.432 A |
| 60 cm | 0.788 de | 0.842 cd | 1.001 c | 0.714 d-g | 0.836 B |
| 90 cm | 0.746 def | 0.567 e-h | 0.429 h | 0.788 cde | 0.633 C |
| 120 cm | 0.447 h | 0.591 e-h | 0.615 e-h | 0.633 d-h | 0.571 C |
| 150 cm | 0.371 h | 0.395 h | 0.388 h | 0.483 fgh | 0.409 D |
| Fiz. olum | 0.335 h | 0.405 gh | 0.317 h | 0.394 gh | 0.362 D |
| Ortalama | 0.681 | 0.715 | 0.718 | 0.716 | 0.707 |
| Önemlilik: PÇ:ö^d, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 1.440 bc | 1.531 ab | 1.607 a | 1.318 c | 1.474 A |
| 60 cm | 0.820 e | 0.876 e | 1.040 d | 0.744 efg | 0.870 B |
| 90 cm | 0.768 efg | 0.583 h-k | 0.440 jkl | 0.811 ef | 0.651 C |
| 120 cm | 0.459 jkl | 0.608 g-j | 0.632 ghı | 0.651 fgh | 0.588 C |
| 150 cm | 0.388 l | 0.412 kl | 0.405 kl | 0.503 h-l | 0.427 D |
| Fiz. olum | 0.345 kl | 0.417 h-l | 0.326 l | 0.406 ı-l | 0.374 D |
| Ortalama | 0.703 | 0.738 | 0.742 | 0.739 | 0.739 |
| Önemlilik: PÇ:ö^d, PBY:**, PÇxBY:**, PY:ö^d | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ö^d ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 10. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk cobalt of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 10. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kobalt oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|---|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.498 a | 0.789 c-h | 1.397 a | 1.345 ab | 1.257 A |
| 60 cm | 1.017 c | 0.605 f-ı | 0.961 cd | 0.953 cde | 0.884 B |
| 90 cm | 0.931 c-f | 0.895 c-g | 0.620 e-ı | 0.934 c-f | 0.845 BC |
| 120 cm | 0.471 hı | 1.034 bc | 0.427 ı | 0.826 c-h | 0.689 CD |
| 150 cm | 0.638 c-ı | 0.742 c-ı | 0.332 ı | 0.410 ı | 0.531 DE |
| Fiz. olum | 0.492 d-ı | 0.284 ı | 0.277 ı | 0.389 ghı | 0.360 E |
| Ortalama | 0.841 | 0.725 | 0.669 | 0.809 | 0.761 |
| Önemlilik: PÇ:ö^d, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.416 a | 0.748 c-g | 1.320 a | 1.272 ab | 1.189 A |
| 60 cm | 0.942 cd | 0.554 fgh | 0.890 cde | 0.883 cde | 0.817 B |
| 90 cm | 0.880 cde | 0.846 c-f | 0.588 e-h | 0.883 cde | 0.799 BC |
| 120 cm | 0.446 h | 0.976 bc | 0.405 h | 0.780 c-g | 0.652 CD |
| 150 cm | 0.592 d-h | 0.690 c-h | 0.304 h | 0.377 h | 0.491 DE |
| Fiz. olum | 0.463 e-h | 0.268 h | 0.261 h | 0.366 gh | 0.339 E |
| Ortalama | 0.790 | 0.680 | 0.628 | 0.760 | 0.715 |
| Önemlilik: PÇ:ö^d, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 1.457 a | 0.768 c-f | 1.359 a | 1.308 a | 1.223 A |
| 60 cm | 0.980 b | 0.579 fgh | 0.926 bc | 0.918 bc | 0.851 B |
| 90 cm | 0.906 bc | 0.870 bcd | 0.604 e-h | 0.909 bc | 0.822 B |
| 120 cm | 0.459 ghı | 1.005 b | 0.416 hı | 0.803 b-e | 0.671 C |
| 150 cm | 0.615 d-h | 0.716 c-g | 0.318 ı | 0.394 hı | 0.511 D |
| Fiz. olum | 0.477 e-ı | 0.276 hı | 0.269 hı | 0.378 ghı | 0.350 D |
| Ortalama | 0.816 A | 0.703 BC | 0.649 C | 0.785 AB | 0.715 |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:ö^d | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ö^d ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 11. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf chromium of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 11. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak krom oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 2.046 b | 1.739 d-g | 1.966 bc | 2.303 a | 2.013 A |
| 60 cm | 1.888 bcd | 1.685 e-h | 1.793 c-f | 1.869 b-e | 1.809 B |
| 90 cm | 1.685 d-h | 1.627 f-ı | 1.507 hij | 1.659 e-ı | 1.620 C |
| 120 cm | 1.514 hij | 1.502 hij | 1.677 d-h | 1.556 g-j | 1.562 C |
| 150 cm | 1.453 hij | 1.406 ij | 1.094 kl | 1.306 jk | 1.315 D |
| Fiz. olum | 0.958 klm | 0.731 m | 0.935 lm | 1.038 klm | 0.916 E |
| Ortalama | 1.591 AB | 1.448 C | 1.495 BC | 1.622 A | 1.539 A |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.932 b | 1.643 d-g | 1.857 bc | 2.174 a | 1.901 A |
| 60 cm | 1.763 bcd | 1.572 e-h | 1.674 def | 1.745 cde | 1.688 B |
| 90 cm | 1.590 d-h | 1.536 f-ı | 1.423 hij | 1.566 d-h | 1.529 C |
| 120 cm | 1.428 hij | 1.417 hij | 1.582 d-h | 1.468 ghi | 1.474 C |
| 150 cm | 1.360 hij | 1.315 ij | 1.021 kl | 1.221 jk | 1.229 D |
| Fiz. olum | 0.903 klm | 0.688 m | 0.880 lm | 0.978 klm | 0.862 E |
| Ortalama | 1.496 AB | 1.362 C | 1.406 BC | 1.525 A | 1.447 B |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 1.989 b | 1.691 de | 1.911 bc | 2.238 a | 1.957 A |
| 60 cm | 1.825 cd | 1.628 ef | 1.733 de | 1.807 cd | 1.749 B |
| 90 cm | 1.637 ef | 1.581 e-ı | 1.465 g-j | 1.613 e-h | 1.574 C |
| 120 cm | 1.471 g-j | 1.459 hij | 1.630 efg | 1.512 f-j | 1.518 C |
| 150 cm | 1.406 ijk | 1.361 jk | 1.057 l | 1.263 k | 1.272 D |
| Fiz. olum | 0.931 lm | 0.710 m | 0.907lm | 1.008 l | 0.889 E |
| Ortalama | 1.543 A | 1.405 B | 1.451 B | 1.574 A | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:** | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{od} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 12. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk chromium of SSH and SS cultivars (ppm)
Çizelge 12. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap krom oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (SS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| | Nutri Honey | Nutrimea | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.697 abc | 1.725 ab | 1.728 ab | 1.829 a | 1.745 A |
| 60 cm | 1.532 d-g | 1.721 ab | 1.591 b-e | 1.644 bcd | 1.622 B |
| 90 cm | 1.283 h | 1.532 c-g | 1.594 b-e | 1.661 a-d | 1.517 C |
| 120 cm | 1.440 e-h | 1.674 a-d | 1.288 h | 1.559 b-f | 1.490 C |
| 150 cm | 1.063 ij | 1.369 fgh | 1.288 hı | 1.332 gh | 1.263 D |
| Fiz. olum | 0.785 jk | 1.189 hı | 0.530 k | 0.733 k | 0.809 E |
| Ortalama | 1.300 B | 1.535 A | 1.336 B | 1.460 A | 1.408 A |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 1.604 a-d | 1.630 abc | 1.632 ab | 1.728 a | 1.648 A |
| 60 cm | 1.428 e-h | 1.605 a-d | 1.483 c-f | 1.533 b-e | 1.513 B |
| 90 cm | 1.211 ı | 1.446 d-h | 1.505 b-f | 1.568 a-e | 1.432 BC |
| 120 cm | 1.358 f-ı | 1.579 a-e | 1.215 ı | 1.471 c-g | 1.406 C |
| 150 cm | 0.992 jk | 1.281 ghi | 1.204 ij | 1.245 hı | 1.181 D |
| Fiz. olum | 0.739 kl | 1.120 ij | 0.499 l | 0.690 l | 0.762 E |
| Ortalama | 1.222 B | 1.443 A | 1.256 B | 1.372 A | 1.324 B |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 1.650 bc | 1.678 ab | 1.680 ab | 1.778 a | 1.697 A |
| 60 cm | 1.480 fg | 1.664bc | 1.537 def | 1.589 b-f | 1.567 B |
| 90 cm | 1.247 ı | 1.489 efg | 1.550 c-f | 1.614 b-e | 1.475 C |
| 120 cm | 1.399 gh | 1.626 bcd | 1.251 ı | 1.515 d-g | 1.448 C |
| 150 cm | 1.028 j | 1.325 hı | 1.246 hı | 1.288 hı | 1.222 D |
| Fiz. olum | 0.762 k | 1.154 ij | 0.514 l | 0.711 kl | 0.786 E |
| Ortalama | 1.261 C | 1.489 A | 1.296 C | 1.416 B | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:** | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{od} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Yaprak ve Saplarda Kurşun (Pb) İçerikleri

Sorgum yapraklarındaki Pb düzeyleri bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak azalmıştır. Araştırma yılları ve ortalamasında en yüksek kurşun oranları 30 cm'de, en düşük değerler ise fizyolojik olumda biçilen parsellerde belirlenmiştir. Çeşitler içerisinde Nutri Honey diğerlerinde daha az Pb oranına sahip olmuştur. Yıllara göre yaprakların Pb düzeyleri yaklaşık olarak %6 oranında değişim göstermiştir (Çizelge 13).

Sorgum sapsularının Pb içerikleri biçim zamanındaki bitki boyunun artışına bağlı olarak azalmıştır. En yüksek kurşun oranı 30 cm boyda, en düşük oranlar ise fizyolojik olumda hasadı yapılan parsellerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre M81-E en az Pb bulundururken, diğer çeşitler yüksek Pb oranlarına sahip olmuşlardır (Çizelge 14).

Farklı sorgum çeşitlerinin mikro element içerikleri (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom, kurşun) bitki yaprak ve sapsulara, çeşitlere ve bitkilerin hasat zamanındaki boylanma durumlarına göre önemli oranda değişim göstermiştir. Genel olarak yaprakların mikro element içerikleri sap kısımlarından da yüksek bulunmuştur. Yaprakların element içerikleri sırasıyla kadmiyum %31.2, nikel %16.9, krom %8.5 ve kurşunda %13.6 oranında saptan daha yüksek bulunmuştur. Sadece borda %6.2 daha düşük içeriğe sahip olurken, sap ve yaprakların kobalt içerikleri ise aynı düzeyde kalmıştır. Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri sapsulara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ ve ark., 1999). Dolayısıyla yapmış olduğumuz çalışmada yaprakların mikro element içeriklerinin yüksek olması yukarıdaki nedenden kaynaklanmaktadır. Bununla beraber yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve bitkinin diğer kısımlarına nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriği üretmektedir (Poorter ve ark., 1990).

Sorgum çeşitlerinin element içerikleri birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Bu değişim çeşitlerin genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmıştır (Manga ve Acar, 1988; Beadle, 1993; Khan ve ark., 2006; Kering ve ark., 2011; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019). Yapılan çalışmada sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinin şeker sorgum çeşidine göre genel olarak daha yüksek mineral madde içerdiği, tür ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu durum, tür ve/veya çeşitlerin genetik farklılıkları ile birlikte topraktan alınan besin madde miktarları ile ilgilidir (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Bununla beraber yapılan çalışmalarda P, K, Ca ve Mg oranlarının bitki türüne göre (Başbağ ve ark., 2011; Gülümser ve ark., 2017; Gürsoy ve Macit, 2017; Başbağ ve ark., 2018; Polat ve Bayraklı, 2019), hatta aynı tür içindeki farklı çeşitlere göre anlamlı düzeyde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Lema ve ark., 2004; Markovic ve ark., 2014; Engin ve Mut, 2018; Özyazıcı ve ark., 2018a ve 2018b; Turan ve ark., 2018; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019; Tan, 2019; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020).

Sorgum sudan otu ve seker sorgum çeşitlerinin makro ve mikro element içerikleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Yani bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak element içeriklerinde azalmalar meydana gelmektedir. Bu azalma borda 24 ppm'den 12 ppm'e, kadmiyumda 500 ppm'den 120 ppm'e, nikel ve kobaltta 1.500 ppm'den, 0.300 ppm'e, kromda 1.700 ppm'den 0.800 ppm'e ve kurşunda ise 3.000 ppm'den 1.500 ppm'e kadar düşüşler gerçekleşmiştir. Bitkilerin özellikle hızlı büyüdükleri dönemde mineral element ihtiyaçları yüksektir. Zira mineral elementlerin çoğu fizyolojik faaliyetlerin yoğun olduğu protoplazmada, daha azı da hücre çeperinde bulunmaktadır (Spears, 1994). Büyümenin ilerlemesi ile bitkilerde çeper bileşiklerinin artışına bağlı olarak toplam organik maddenin mineral maddeye oranı da arttığı için, büyüme ile otun mineral element içeriği de azalmıştır. Bir diğer görüş ise bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak mineral element içeriklerindeki düşüşün nedeni bu süreçte artan kuru madde miktarıdır (Kaçar, 2012). Yapılan çalışmalarda da olgunlaşmaya bağlı olarak makro ve mikro element içeriklerinde düşüşler tespit edilmiştir (McDowell, 1996; Tekeli ve ark., 2003; Brink ve ark., 2006; Türk ve ark., 2007; Schlegel ve ark., 2016; Can ve Ayan, 2017; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Meralarda yapılan bir diğer çalışmada bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak mineral element içeriklerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir (Gökkuş ve ark., 2012).

Table 13. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf lead of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 13. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kurşun oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (ŞS) | | Ortalama |
|--|-----------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| | Nutri Honey | Nutrima | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 4.420 a | 3.565 cd | 4.041 ab | 3.902 bc | 3.982 A |
| 60 cm | 2.583 g-j | 3.132 def | 3.606 bcd | 3.190 de | 3.128 B |
| 90 cm | 2.265 h-l | 2.875 efg | 2.571 f-k | 2.844 e-h | 2.639 C |
| 120 cm | 2.113 i-m | 2.643 e-j | 1.893 lm | 2.697 e-i | 2.336 C |
| 150 cm | 1.763 lm | 1.900 klm | 1.794 lm | 1.983 j-m | 1.860 D |
| Fiz. olum | 1.279 m | 1.984 i-m | 1.305 m | 1.624 lm | 1.548 D |
| Ortalama | 2.404 | 2.683 | 2.535 | 2.707 | 2.582 A |
| Önemlilik: PÇ:^{öd}, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 4.167 a | 3.363 cd | 3.810 ab | 3.680 bc | 3.755 A |
| 60 cm | 2.418 g-j | 2.934 def | 3.380 bcd | 2.989 de | 2.930 B |
| 90 cm | 2.136 gl | 2.711 efg | 2.424 f-k | 2.682 e-h | 2.488 C |
| 120 cm | 1.992 i-m | 2.491 e-j | 1.785 lm | 2.542 e-i | 2.203 C |
| 150 cm | 1.651 lm | 1.780 klm | 1.681 lm | 1.858 j-m | 1.743 D |
| Fiz. olum | 1.204 m | 1.868 h-m | 1.229 m | 1.530 lm | 1.458 D |
| Ortalama | 2.262 | 2.525 | 2.385 | 2.547 | 2.430 B |
| Önemlilik: PÇ:^{öd}, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 4.293 a | 3.464 d | 3.926 b | 3.791 bc | 3.868 A |
| 60 cm | 2.500 fg | 3.033 e | 3.493 cd | 3.089 e | 3.029 B |
| 90 cm | 2.201 ghı | 2.793 ef | 2.498 fgh | 2.763 ef | 2.564 C |
| 120 cm | 2.053 ij | 2.567 fg | 1.839 ijk | 2.620 f | 2.269 D |
| 150 cm | 1.707 jkl | 1.840 i-l | 1.738 i-l | 1.920 ij | 1.801 E |
| Fiz. olum | 1.242 l | 1.926 h-l | 1.267 kl | 1.577 jkl | 1.503 E |
| Ortalama | 2.333 B | 2.604 A | 2.460 AB | 2.627 A | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:* | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 14. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk lead of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 14. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kurşun oranları (ppm)

| Biçim Yüksekliği | Sorgum-Sudanotu (SSM) | | Şeker sorgum (ŞS) | | Ortalama |
|---|-----------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------|
| | Nutri Honey | Nutrima | M81-E | Topper-76 | |
| 2020 yılı | | | | | |
| 30 cm | 3.523 a | 2.979 b | 2.950 b | 3.533 a | 3.246 A |
| 60 cm | 2.932 b | 2.225 d-h | 2.963 b | 2.628 b-e | 2.687 B |
| 90 cm | 2.265 c-g | 2.810 bc | 2.168 d-ı | 2.376 c-f | 2.404 C |
| 120 cm | 1.819 f-j | 2.739 bcd | 1.780 g-j | 2.208 d-ı | 2.137 C |
| 150 cm | 1.392 jk | 2.085 e-j | 0.992 k | 1.939 f-j | 1.602 D |
| Fiz. olum | 1.405 ijk | 1.441 h-k | 0.841 k | 1.532 g-k | 1.305 D |
| Ortalama | 2.223 A | 2.380 A | 1.949 B | 2.369 A | 2.230 |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| 2021 yılı | | | | | |
| 30 cm | 3.322 a | 2.810 b | 2.783 b | 3.332 a | 3.062 A |
| 60 cm | 2.746 bc | 2.080 e-ı | 2.775 b | 2.459 b-f | 2.515 B |
| 90 cm | 2.136 d-h | 2.649 bcd | 2.045 e-ı | 2.241 c-g | 2.268 BC |
| 120 cm | 1.716 g-j | 2.582 b-e | 1.679 hij | 2.082 e-ı | 2.014 C |
| 150 cm | 1.302 jk | 1.955 f-j | 0.926 k | 1.817 g-j | 1.500 D |
| Fiz. olum | 1.323 ijk | 1.357 h-k | 0.792 k | 1.443 h-k | 1.229 D |
| Ortalama | 2.091 AB | 2.239 A | 1.833 B | 2.229 A | 2.098 |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:** | | | | | |
| Yılların birleşik ortalaması (2020-2021) | | | | | |
| 30 cm | 3.422 a | 2.895 b | 2.867 bc | 3.433 a | 3.154 A |
| 60 cm | 2.839 bc | 2.152 f | 2.869 bc | 2.544 cde | 2.601 B |
| 90 cm | 2.201 ef | 2.729 bc | 2.106 fgh | 2.308 def | 2.336 C |
| 120 cm | 1.767 g-k | 2.660 bcd | 1.730 h-k | 2.145 fg | 2.076 D |
| 150 cm | 1.347 kl | 2.020 f-ı | 0.959 l | 1.878 f-j | 1.551 E |
| Fiz. olum | 1.364 jkl | 1.399 jkl | 0.817 l | 1.487 i-l | 1.267 E |
| Ortalama | 2.157 A | 2.309 A | 1.891 B | 2.299 A | |
| Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:^{öd} | | | | | |

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma şeker sorgum (M81-E ve Topper-76) ve sorgum sudanotu melezi (Nutri Honey ve Nutrima) çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine bağlı olarak yaprak ve sapların mineral element içeriklerini belirlemek amacıyla 2020 ve 2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Araştırmada yaprak ve sapların bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun değerleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak ve sapların mikromineral (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun) içeriklerinde %8-50 civarında düşüşler gerçekleşmiştir. Yaprakların mikromineral içeriklerinin sap kısımlarından %10-60 dolayında daha fazla olduğu görülmüştür. Sap kısımlarının yalnızca kobalt içeriği bakımından yapraklardan daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Yürütülen bu araştırmanın neticesinde otlatma ve kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde otların mineral element içerikleri bakımından çeşitlerin benzer özellik gösterdiği ve çeşitlerin fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma “Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)” tarafından desteklenen 120-O-527 No’lu Projeden üretilmiştir. Ayrıca bu araştırma Berk YILDIRIM’ın Yüksek Lisans Tezinden oluşturulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 1991. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Ası, T., 1995. Tablolarla Biyokimya Cilt I, <http://veteirinary.ankara.edu.tr/~fidanci> , (01.07.2023).
- Avcıoğlu, R., Geren, H., Kavut, Y.T., 2009. Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi. Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri. Editörler: Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., TKB TÜGEM, İzmir, 680-701.
- Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M., Yüksel, O., 2006. 4342 Sayılı mera kanunu uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi. 1:75-81.
- Başbağ, M., Çağan, E., Aydın, A., Sayar, M.S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan, Eskişehir, s. 143-151.
- Başbağ, M., Çağan, E., Sayar, M.S., 2018. Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özellikler arası ilişkilerin değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 27(2): 92-101.
- Başbağ, M., Özdemir, Ş., Gül, İ., 1999. Diyarbakır koşullarında farklı sıra arası ve tohum miktarlarının sorgum-sudanotu melezinde yeşil ot verimi ile bazı verim komponentlerine etkisi üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, Türkiye, Cilt: 3, 289-294.
- Baytekin, H., Şılbir, Y., 1996. Harran ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sudanotu ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimine etkisi. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 376-383.
- Baytekin, H., Tansı, V., Sağlamtimur, T., 1996. Harran ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgum çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimi ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 753-760.
- Beadle, C.L., 1993. Growth Analysis. In: Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolharnordenkampfh, R., Leegood, R.C., Long, S.P., Eds., Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual, Chapman and Hall, London, 36-46.
- Bolat, İ., Kara, Ö., 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 19(1): 218-228.
- Brink, G.E., Sistani, K.R., Oldham, J.L., Pederson, G.A., 2006. Maturity effects on mineral concentration and uptake in annual ryegrass. Journal of Plant Nutrition. 29(6): 1143-1155.
- Can, M., Ayan, İ., 2017. Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) popülasyonlarında gelişme dönemlerine göre verim ve bazı özelliklerin değişimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi. 20(2): 160-166.
- Çiğdem, İ., Uzun, F., 2006. Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 21(1): 14-19.

- Dirik, K., 2017. Mineraller-kayaçların yapı taşları. http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/JEO153_2_mineraller.pdf , (01.072023).
- Engin, B., Mut, H., 2018. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin nispi yem değerleri ile kimi mineral madde içeriklerinin biçim sıralarına göre değişimi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 15(02): 119-127.
- Fageria, N.K., 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- Gardiner, D.T., Miller, R.W., 2008. Soils in Our Environment. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Gökkuş, A., Özasan-Parlak, A., Baytekin, H., Hakyemez, B.H., Parlak, M., 2012. Akdeniz kuşağı çalılı meralarında otsu türlerin mineral içeriklerinin değişimi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 10(1): 1-10.
- Gülümser, E., Mut, H., Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U., 2017. Baklagil yem bitkisi tahıl karışımların ot kalitesi üzerinde ekim oranlarının etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 31(3): 43-51.
- Gürsoy, E., Macit, M., 2017. Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi. 32(1): 1-9.
- Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe, D.S., 1985. Forages. Iowa State University Press, Ames.
- Jones, C., Jacobsen, J., 2001. Plant Nutrition and Soil Fertility. Nutrient management module 2. Montana State University Extension Service. Publication. 4449-2.
- Kaçar, B., 2012. Temel bitki besleme. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kaçar, B., Katkat, V., 2010. Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kering, M.K., Guretzky, J., Funderburg, E., Mosali, J., 2011. Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in midland Bermuda grass. Commun Soil Sci Plant Anal. 42: 1958-1971.
- Khan, M.A., Iqbal, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Khan, M.S., Lee, W.S., Lee, H.J., Kim, H.S., 2006. Urea treated corncobs ensiled with or without additives for buffaloes: ruminal characteristics, digestibility and nitrogen metabolism. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19(5):705-712.
- Kızıllı, S., Tansı, V., 1997. Çukurova koşullarında ikinci ürün sezonunda yetiştirilen bazı tane ve silaj sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının verim üzerine olan etkileri. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, Samsun, 472-476.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Baykal Ç.L., 2005. Genel Hayvan Besleme. [http://www.muratgorgulu.com.tr/ckfinder/ userfiles/ files/GENEL%20HAYVAN%20BESLEME.pdf](http://www.muratgorgulu.com.tr/ckfinder/userfiles/files/GENEL%20HAYVAN%20BESLEME.pdf) (01.07.2023).
- Lema, M., Cebert, E., Sapra, V., 2004. Evaluation of small grain cultivars for forage in North Alabama. Journal of Sustainable Agriculture. 23(4): 133-145.
- Mahmood, A., Honermeier, B., 2012. Effect of row spacing and cultivar on biomass yield and quality of *Sorghum bicolor* L. Moench. J. Für Kulturpflanzen. 64(7): 250-257.
- Manga, İ., Acar, Z., 1988. Yem Kültürünün Genel İlkeleri. Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 37, Samsun.
- Markovic, J., Dinic, B., Terzic, D., Andjelkovic, S., Milenkovic, J., Blagojevic, M., Celjaj, B., 2014. Macroelements in red clover (*Trifolium pratense* L.) relative to cow requirements. Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014", October 23-26, Jahorina, pp. 863-867.
- McDowell, L.R., 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. Animal Feed Science and Technology. 60(3-4): 247-271.
- Orak, A., Kavdır, İ., 1994. Çiftçi koşullarında yetiştirilen silajlık sorgumda (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) farklı tohumluk miktarı ve sıra arası açıklıklarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg. 3(1-2): 139-148.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaz, S., 2020. Sorgum x sudanotu melezi ve sudanotu çeşitlerinde hasat zamanının makro besin maddeleri konsantrasyonlarına etkisi . Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. 7 (1): 47-58.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaz, S., 2019. Kaba yemlerin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriği ve hayvan beslemedeki önemleri. ISPEC International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development-III, December 20-22, Van, Turkey, s. 553-568.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaz, S., Turan, N., Kara, M.A., 2018a. Evaluation of some common chickling (*Lathyrus sativus* L.) genotypes in terms of hay quality and some mineral contents. International Conference on Agriculture, Forest, Food, Veterinary Sciences and Technologies (ICAF0F-2018), 2-5 April, Çeşme-İzmir/ Turkey, p. 215.
- Özyazıcı, M.A., Eliş, S., Özyazıcı, G., Açıkbaz, S., Turan, N., 2018b. Farklı dallı darı (*Panicum virgatum* L.) çeşitlerinden elde edilen silajların bazı makro besin maddesi kapsamı. 1. Uluslararası Battalgazi Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi, Kongre Tam Metin Kitabı, Cilt III, 7-9 Aralık, Malatya-Türkiye, s. 2398-2407.

- Özyazısı, M.A., Açıkbaş, S., 2019. Determination of mineral contents of sorghum (*Sorghum sp.*) and corn (*Zea mays L.*) varieties grown for roughage. *International Journal of Scientific and Technological Research*. 5(12): 227-237.
- Polat, H., Bayraklı, F., 2019. Konya bölgesi doğal meraları içerisindeki bazı bitkilerin ham protein ve besin elementi içerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*. 8(1): 132-147.
- Poorter, H., Remkes, C., Lambers, H., 1990. Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate. *Plant Physiol.*, 94, 621-627.
- Salman, A., Budak, B., 2015. Farklı Sorgum*sudanotu melezi (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense* Stapf.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 12(2): 93-100.
- Sarıççek, B.Z., 1995. Hayvan besleme biyokimyası. OMÜ. Zir.Fak. Yay. Ders Kitabı:15, Samsun, 149s.
- SAS, 1999. SAS V8 Online Manual, Cary, NC.
- Schlegel, P., Wyss, U., Arrigo, Y., Hess, H.D., 2016. Mineral concentrations of fresh herbage from mixedgrassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage. *Animal Feed Science and Technology*. 219: 226-233.
- Spears J.W., 1994. Minerals in Forages. In: Fahey G.C., Ed. *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*, ASA, CSSA, SSA, Wisconsin. 281-317.
- Tan, M., 2019. Macro and micromineral contents of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties used as forage by cattle. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 43:1-8.
- Tekeli, A.S., Avcıoğlu, R., Ateş, E., 2003. İran üçgülü (*Trifolium resupinatum L.*)'nde bazı morfolojik ve kimyasal özelliklerin zamana ve toprak üstü biomasına bağlı olarak değişimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 9(3): 352-360.
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., Seydoşoğlu, S., 2018. Fiğ (*Vicia sp.*) cinslerine ait genotiplerin bazı makro element kapsamının belirlenmesi. *UMTEB III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, 21-22 Haziran, Tam Metin Kitabı, Cilt-6, Gaziantep, Türkiye, s. 3705-3712.
- Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O., 2007. Effects of phosphorus fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of narbon vetch. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 50: 457-462.
- Underwood, E.J., Suttle, N.F., 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock* (3rd ed.). CABI Publishing, 614p.
- White, R.E., 2006. *Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource*. 4th Edition, Wiley-Blackwell Scientific Publication, London, United Kingdom.
- Wild, A., 1993. *Soils and The Environment: An Introduction*. 1st Edition, Cambridge University Pres, UK.
- Wolf, A., Watson, M., Wolf, N., 2003. Digestion and dissolution methods for P, K, Ca, Mg and trace elements. In: Peters J (ed) *Recommended methods of manure analysis*, vol A3769. University of Wisconsin Extension Publication, Madison, pp 30, 32-35.
- Yücel, C., İlker, İ., Gündel, F., Yücel, D., Aktaş, A., Karaağaç, H.A., Hatipoğlu, R., Dweikat, İ., 2017. Biyoetanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.* 20 (Özel Sayı): 144-148.

“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.